

**Российская академия наук  
Институт психологии**

**Новиков Н.Б.**

**Феномен гениальности в зеркале  
одновременных (повторных) открытий**

Москва – 2023

<b>Оглавление</b>		
<b>Предисловие</b>		3
<b>Глава 1</b>		
Природа гениальности		4
1.1	Введение в проблему	4
1.2	Изучение успеваемости британских студентов	6
1.3	Исследование родословных выдающихся людей	7
1.4	Исследование интеллекта близнецов. Выявление фальсификаций в работе Сирила Берта	10
1.5	Проект исследования «одаренных» детей, основанный Льюисом Терменом	11
1.6	Как меняется IQ детей, попадающих из сиротского приюта в обычные семьи	13
1.7	Эксперимент Роберта Грэма по созданию и использованию банка спермы лауреатов Нобелевской премии	15
1.8	Открытие эффекта Флинна	16
1.9	Раскрытие тайн пластичности мозга	17
1.10	Гены IGF2R, D4DR, COMT и их связь с уровнем интеллекта	19
1.11	Эксперимент по воспитанию выдающихся шахматистов	21
1.12	Анализ развития музыкальных способностей Моцарта	22
1.13	Изучение скрипачей Берлинской школы музыки (открытие Андерса Эрикссона)	23
1.14	В чем секрет творческого мышления выдающихся ученых?	24
1.15	Универсальность человеческой логики	25
1.16	Опровержение антииндуктивистской позиции Карла Поппера	27
1.17	Случайные открытия – еще один довод против наследственной трактовки таланта	28
1.18	Одновременные (повторные) научные открытия – решающий аргумент против наследственной парадигмы Гальтона	30
1.19	Детальный анализ процессуальных аспектов одновременных открытий	34
1.20	Почему идеи Клода Гельвеция подверглись суровой критике?	46
<b>Глава 2</b>		
Одновременные (повторные) открытия в области физики		49
<b>Глава 3</b>		
Одновременные (повторные) открытия в области астрономии, астрофизики и космологии		288
<b>Глава 4</b>		
Одновременные (повторные) открытия в области химии		345
<b>Глава 5</b>		
Одновременные (повторные) открытия в области биологии и медицины		389
<b>Глава 6</b>		
Одновременные (повторные) открытия в области математики		501
<b>Глава 7</b>		
Одновременные (повторные) открытия в области геологии и геофизики		604
<b>Глава 8</b>		
Одновременные (повторные) открытия в области техники и технологии		612
<b>Заключение</b>		667
Перечень одновременных (повторных) открытий		678
Литература		702



## Предисловие

В 1675 г. Лейбниц нашел алгоритм исчисления бесконечно малых, то есть математический метод, который лег в основу дифференциального и интегрального исчисления. Этот новый метод, давший возможность решать различные задачи, стал важной вехой в развитии математики. Однако, когда Лейбниц сообщил о своем открытии Генри Ольденбургу, секретарю Лондонского королевского общества, тот ответил ему, что Ньютон получил аналогичные результаты, причем значительно раньше (как полагают специалисты, примерно в 1665 г.). Вскоре между сторонниками Лейбница и Ньютона разгорелась дискуссия о приоритете, в которой использовались аргументы как научного, так и ненаучного характера (в том числе обвинения в заимствовании и плагиате). Впоследствии выяснилось, что никакого заимствования не было: оба исследователя практически одновременно и вполне самостоятельно нашли упомянутый выше алгоритм. Таким образом, дифференциальное исчисление – пример одновременного научного открытия, сделанного разными учеными независимо друг от друга.

Как же так случилось, что Ньютон и Лейбниц, занимаясь математическими исследованиями без какого-либо общения (обмена мыслями), пришли к одному и тому же результату? Легко предположить, что причина кроется в одинаковой наследственной одаренности двух математиков: и тот, и другой обладали природным талантом, позволявшим делать подобные открытия. Иначе говоря, Ньютон и Лейбниц имели генетические структуры (участки молекулы ДНК), которые облегчали им путь к важному научному достижению. Легко также предположить, что эти исследователи обладали невероятной интуицией – способностью постигать неведомое (которая по определению записана в их молекуле ДНК). Однако оба предположения являются неверными.

Одновременное открытие Ньютона и Лейбница объясняется тем, что к середине XVII столетия в математике накопились сведения, делавшие неизбежным изобретение математического анализа. Были разработаны приемы вычисления площадей, объемов и центров тяжести, а также способы проведения касательных к кривым линиям. Частные случаи математического анализа встречались в трудах Архимеда, Кавальери, Декарта, Паскаля, Ферма, Гюйгенса, Меркатора, Валлиса, Грегори, Барроу. Последний заметил связь между приемами вычисления площадей и способами проведения касательных (связь между операциями интегрирования и дифференцирования). Оставалось обобщить частные случаи нового исчисления, что и сделали Ньютон и Лейбниц.

Другими словами, идея общего алгоритма дифференциального исчисления «вита в воздухе» и, если бы Ньютон с Лейбницем не сформулировали этот метод, вполне вероятно, что открытие сделал бы кто-то другой. Концепция «идеи, витающей в воздухе», которая предполагает существование сведений (фактов, приемов, инструментов), способствующих изобретению чего-то нового, является адекватным объяснением всех одновременных открытий в науке. Эта концепция ставит под сомнение наследственную теорию таланта, предложенную Ф. Гальтоном.

Изучая однойцевых (и других) близнецов, Ф. Гальтон и его приверженцы утверждали, что если мы фиксируем сходство уровня интеллекта этих близнецов, имеющих, как известно, одинаковые гены, то в нашем распоряжении оказываются наиболее

убедительные свидетельства в пользу решающей роли наследственности в формировании умственных способностей. А как быть с ситуациями, когда мы выявляем один и тот же уровень интеллекта у людей, не являющихся близнецами и, соответственно, не имеющих идентичных генов? Здесь Ф. Гальтон (или кто-либо из его сторонников), конечно, спросил бы: а где вы видели подобные ситуации? Ответ достаточно прост: на примере одновременных (повторных) научных открытий! На примере одинаковых идей, к которым приходят разные исследователи независимо друг от друга! Выше мы рассмотрели лишь один пример одновременного научного открытия – изобретение математического анализа. Но таких примеров – сотни. В этой книге мы покажем, что одновременные (повторные) открытия несовместимы с концепцией наследственной одаренности.

## Глава 1

### Природа гениальности

#### 1.1. Введение в проблему

В 1859 г. Чарльз Дарвин опубликовал книгу «Происхождение видов путем естественного отбора», в которой описал основные факторы биологической эволюции. Английский натуралист принял во внимание, что живые организмы имеют огромный потенциал для увеличения своей численности, что в конечном итоге должно приводить к перенаселению и конкуренции за ресурсы. В результате ограниченности природных ресурсов между особями возникает борьба за существование, которая может происходить как между разными видами, так и между представителями одной и той же популяции. Согласно теории, построенной Дарвином, в этой борьбе за пищу и территорию побеждают особи, оказавшиеся наиболее приспособленными к конкретным условиям внешней среды, тогда как «слабые» (наименее приспособленные) подвергаются элиминации. Природа как бы отсеивает, выбраковывает животных, не сумевших адаптироваться к предъявляемым экологическим требованиям, оставляя тех, кто обладает удачными качествами (признаками). Дарвин назвал этот процесс сохранения удачных (благоприятных) качеств и отсева нежелательных естественным отбором. Одновременно автор «Происхождения видов» показал, что залогом эволюции является сохранение признаков, которые передаются по наследству (в противоположность некоторым признакам, которые приобретаются прижизненно и не наследуются). Другими словами, материалом эволюции являются наследственные изменения; именно с ними «работает» естественный отбор и именно передающиеся потомству изменения обеспечивают биологический прогресс, то есть повышение степени адаптации живых существ. Теория, предложенная Дарвином, была признана большинством биологов еще при его жизни. Многие из них, анализируя простоту механизмов (факторов) эволюции, рассмотренных смелым натуралистом, сожалели о том, что не додумались до этого самостоятельно.

Идеи Дарвина оказали большое влияние и на его двоюродного брата Френсиса Гальтона (1822-1911). Он поставил перед собой цель перенести некоторые из них в сферу общественных наук, а именно в область исследования человеческого интеллекта и гениальности. Исходя из того, что условием биологического прогресса является появление наследственных изменений (признаков, закрепляющихся в филогенезе), Гальтон пришел к выводу, что социальный прогресс также обуславливается наследственными изменениями. Носителями наиболее удачных наследственных признаков, по его мысли, являются гении, следовательно, нужно всячески культивировать качества интеллекта, которыми они обладают. Какие же методы культивирования следует использовать, чтобы достичь цели? Теория Дарвина подсказала ответ: нужно использовать отбор, подобный тому, что постоянно осуществляет природа. Если скоро природа «бережно» сохраняет особей, обладающих высоко адаптивными признаками, отсеивая всех остальных, то – аналогичным образом – нужно: 1) поощрять браки между интеллектуально одаренными мужчинами и женщинами; 2) стимулировать высокую рождаемость в этих семьях; 3) каким-то образом

ограничивать распространение в человеческой популяции нежелательных качеств (низких интеллектуальных способностей). Гальтон считал, что государство не должно скупиться при расходовании средств на реализацию этой программы: чем больше средств мы потратим на стимулирование браков между талантливыми людьми и чем более планомерной будет эта работа, тем быстрее мы добьемся радикального повышения интеллектуального потенциала общества. Другими словами, за счет искусственного отбора мы создадим общество, в котором гениальность будет не редкостью (как в его время), не отклонением от нормы, а, собственно говоря, самой настоящей нормой. И.И. Канаев в книге «Френсис Гальтон» (1972) приводит фразу английского ученого, которая явилась красноречивым выражением намеченной им программы: «Если бы одна двадцатая доля стоимости и труда, которые тратятся на улучшение пород лошадей и собак, была бы затрачена на улучшение человеческой расы, какую бы галактику гениев мы могли бы создать!» (Канаев, 1971, с.25).

Но красивые фразы – это всего лишь фразы. А для достижения поставленных целей нужно было решить весьма сложную задачу – доказать, что экстраординарные умственные способности гениев присущи им от рождения. Нужно было найти совокупность фактов (батарею строгих аргументов), которые показали бы, что гениальность – наследственное свойство, что интеллектуальные различия между талантами и обычными людьми имеют наследственный (врожденный) характер. Иначе говоря, требовалось продемонстрировать, что высокий интеллект, определяющий удивительные творческие способности гениев, передается от родителей к детям точно так же, как цвет волос или глаз. Гальтон понимал, что, если ему не удастся обосновать биологическую природу гениальности, его программа улучшения человеческого общества окажется «замком, воздвигнутым на песке», и, кроме того, выяснится, что методы отбора, описанные в теории Дарвина, неприменимы для реализации этой программы. В связи с этим Гальтон приложил серьезные усилия для поиска материалов, свидетельствующих в пользу его взглядов (представлений) о гениальности. Эти материалы он нашел в трех областях: 1) в сфере анализа оценок успеваемости студентов британских учебных заведений; 2) в сфере исследования родословных выдающихся людей; 3) в области изучения психологических особенностей близнецов (однойяцевых и других). Полученные результаты Гальтон изложил в книге «Наследственный гений» (1869). В дальнейшем многие ученые развивали его идеи и представления, разрабатывая новые подходы и методы для исследования «генетической составляющей» интеллекта. Сформировалась парадигма, центральным пунктом которой является наследственная трактовка того, что мы называем талантом и гениальностью. При этом сторонники данной парадигмы игнорировали тот факт, что тезис о врожденном таланте, помимо всего прочего, воздвигает искусственные барьеры между людьми, насаждая идею о том, что интеллектуальные успехи, достигнутые одним, окажутся «не по плечу» другому.

Ниже мы покажем, что результаты, приведенные Гальтоном и его сторонниками в качестве обоснования наследственного характера гениальности, не являются убедительными. Концепция, предложенная Гальтоном, не доказывается ни родословными выдающихся людей, ни анализом интеллектуальных особенностей близнецов, ни многочисленными тестовыми методиками, сконструированными уже после Гальтона. Она не доказывается также современными генетическими исследованиями, направленными на выявление полного набора генов, определяющих функционирование нашего мозга. Известно, что в нашем мозге работает около 80 % генов, составляющих наш геном. Можно задать вопрос: разумно ли отрицать наследственную природу таланта, если столь большое количество генов задействовано в мозге? Да, разумно. Ни один из приверженцев наследственной парадигмы не обратил внимание на то обстоятельство, что базовый интеллект, необходимый для успешной деятельности в той или иной области, универсален. Он присущ всем представителям человеческого рода – и тем, кого мы называем гениями, и тем, кого относим к разряду вполне обычных людей. Успехи гениев – результат обучения

и индивидуальных усилий, а не наличия генов экстраординарных умственных способностей. Таким образом, гениальность – область, где неприменимы методы отбора благоприятных наследственных качеств, которые были описаны Дарвином и широко рекламировались Гальтоном в качестве инструмента улучшения общества. Для создания «галактики гениев» нужны другие инструменты (по большей части социального характера).

Итак, переходим к анализу аргументов Гальтона и тех, кто развивал его концепцию. Мы намерены проанализировать 17 исследований, продемонстрировавших ошибочность наследственной концепции таланта (гениальности).

## 1.2. Изучение успеваемости британских студентов

В 1860-е годы, когда Гальтон принялся изучать проблему таланта, не существовало тестовых методов оценки интеллекта. Первые тесты по определению особенностей внимания, памяти и мышления, разработанные французским психологом Альфредом Бине (1857-1911), появились лишь в начале 1900-х годов. А система тестов, созданная американским исследователем Льюисом Терменом (1877-1956) в стенах Стэнфордского университета на основе модификации тестов Бине и названная «шкалой Стэнфорд-Бине», появилась еще позже. Но Гальтон проявил изобретательность (смекалку): он обратил внимание на то, что инструментом исследования интеллекта могут служить оценки, которые получают студенты при поступлении в высшие учебные заведения и при дальнейшем обучении в этих заведениях. Кузен Дарвина стал изучать оценки, получаемые студентами Кембриджского университета на экзаменах по математике. Он заметил, что большинство студентов имеют средний уровень математической подготовки, тогда как некоторые из них (их меньшинство) получают самые низкие и самые высокие баллы. По данным ученого, самый худший студент набирает всего 300 баллов, а самый лучший – 7500. Гальтон увидел в этом свидетельство неравенства студентов Кембриджского университета по уровню развития интеллектуальных способностей. Нужно было ответить на вопрос: в чем причина этого неравенства? Гальтон решил, что эта причина заключается в наследственности. В рамках такой точки зрения различия между студентами по уровню успеваемости – это не что иное, как проявление различий в их природных дарованиях. Если во время экзаменов один студент набрал максимальное количество баллов, а другой – минимальное, то это следует объяснять (по Гальтону) чисто биологическими обстоятельствами. А там, где мы имеем дело с биологией (с наследственными факторами), нет смысла рассуждать о том, что отстающий студент может исправить свое положение, то есть устранить свое отставание от успешных сокурсников каким-либо способом. Можно ли согласиться с этими рассуждениями Гальтона? Конечно, нет. Примечательно, что опровержение этих рассуждений мы находим в биографии самого Гальтона.

В 18-летнем возрасте он поступил в Кембриджский университет. Его заветной мечтой было сдать экзамены на степень бакалавра с отличием. Однако его оценки по математике не позволяли рассчитывать на такой успех: в этой сфере кузен Дарвина не мог подняться выше уровня, который соответствует оценке «удовлетворительно». Если придерживаться наследственной трактовки умственных способностей, Гальтон должен был признать свой «интеллектуальный потолок» и не предпринимать попыток исправить свою оценку по математике. Однако он поступил иначе: трижды нанимал репетиторов по этой дисциплине, многократно пытаясь сдать экзамен на отлично. Университетский диплом с отличием он так и не получил, но сам факт его усиленных занятий математикой говорит о том, что уровень интеллекта (эрудиции) в той или иной области можно существенно повысить за счет тренировки. А это ставит под сомнение тезис Гальтона о том, что высокие баллы одних студентов и низкие баллы других – проявление наследственных факторов. Любопытные сведения о том, как родственник Дарвина неоднократно пытался устранить свои пробелы в математике, нанимая разных репетиторов, можно найти в книге Карла Циммера «Она смеется, как мать» (2020).

### 1.3. Исследование родословных выдающихся людей

Еще обучаясь на степень бакалавра, Гальтон узнал, что родители многих студентов, окончивших Кембриджский университет с блестящими результатами, также имели высокие оценки при обучении. Он стал изучать родословные своих товарищей по учебе в Кембридже и строить генеалогические «схемы наследования ума». В дальнейшем он перешел к изучению родословных людей, имеющих высокую общественную репутацию, то есть получивших известность в обществе благодаря своей деятельности. В список личностей с высокой репутацией он включил английских судей, крупных политиков (государственных деятелей), полководцев, литераторов, поэтов, ученых и т.д. Кузен Дарвина сделал заключение, что знаменитые личности всегда имеют выдающихся родственников. Уже в статье «Наследственный талант и характер» (1865), которая предшествовала его книге «Наследственный гений», Гальтон рассматривал родословные известных людей как серьезный аргумент в пользу своих взглядов. И.И. Канаев приводит цитату из этой статьи: «Примечательное непонимание оказывается распространенным относительно факта передачи таланта по наследственности. Обычно считается, что дети выдающихся людей глупы; что там, где большая мощь интеллекта считается унаследованной, она передается с материнской стороны и что один сын похищает талант всей семьи. Мои собственные исследования привели меня к диаметрально противоположному заключению. Я нашел, что талант передается по наследству в весьма заметной степени, что мать ни в какой мере не обладает монополией передачи, и что целые семьи талантливых людей чаще встречаются, чем такие, где только один человек одарен. Я подтверждаю мои заключения статистикой, которую теперь продолжаю применять и которую считаю вполне достаточной для доказательства» (Канаев, 1972, с.23-24).

Казалось бы, мы должны поверить Гальтону, ведь родословный метод и сегодня широко применяется в биологических исследованиях, позволяя выявлять наследственную компоненту тех или иных заболеваний (в том числе психических). Однако имеется ряд обстоятельств, мешающих нам разделить энтузиазм кузена Дарвина.

Во-первых, еще первые исследователи, ознакомившиеся с его идеями, заметили, что в прежние времена (в том числе в XVIII - XIX веках) были многочисленны семьи, в которых доминировала определенная профессия. Поскольку эта профессия (область занятий) обеспечивала каждого члена семьи средствами к существованию, основы профессии передавались из поколения в поколение. Причем имела место не только передача соответствующих навыков по каналам «социальной наследственности», но и их совершенствование на протяжении многих лет. Никто из представителей семейной династии не собирался отказываться от того, в чем достиг определенного уровня мастерства. Высокую плотность талантов в родословной математиков Бернулли легко объяснить систематической передачей математических знаний от одного члена семьи к другому посредством воспитания и образования.

Во-вторых, биографы Гальтона обнаружили, что при составлении родословных выдающихся людей он сознательно удалял (выбрасывал) из своей выборки гениев, не имевших талантливых родственников. Например, в эту выборку не попали такие гении, как Исаак Ньютон, Микеланджело, Леонардо да Винчи. В родословной Ньютона не было выдающихся физиков точно так же, как в генеалогии Микеланджело и да Винчи не найти знаменитых скульпторов и живописцев. Исходя из этого, Гальтон пришел к заключению о нецелесообразности упоминания этих гениев (их родословные противоречили концепции природного таланта). Предками Ньютона были обычные крестьяне (его отец был мелким фермером). Следовательно, по мысли Гальтона, Ньютон должен был родиться с «генами фермера» и в дальнейшем заниматься тем же, чем занимался его отец. Каким же образом Ньютон стал крупным ученым, одним из создателей классической физики и математического анализа? Аналогично, отцом Леонардо да Винчи был нотариус, а мать –

крестьянкой. Никто из них не занимался живописью, следовательно, да Винчи должен был унаследовать «гены нотариуса и крестьянки» и не связывать свою жизнь с художественным творчеством.

Интересно рассмотреть родословные великих композиторов. Часто указывают на семейные династии Бахов, Скарлатти, Листов, Штраусов. Но при этом почему-то забывают о том, что многие из выдающихся музыкантов не имели родителей (или других предков), занимавшихся музыкой. Ричард Левонтин в книге «Человеческая индивидуальность» (1993) пишет: «Доказательства в пользу наследуемости выдающихся музыкальных способностей обычно представляют собой данные о семьях, давших много композиторов. Вспомните семь поколений музыкантов Бахов, из которых два были действительно выдающимися, Моцартов (отца и сына), Скарлатти, братьев Гайдн. Но жизнеописания великих людей – это еще не доказательство. На каждую семью Бах приходится несколько выдающихся музыкантов, которые были первыми и последними в своем роду. Отец Мендельсона был банкиром, Шопена – бухгалтером, Шуберта – педагогом, Гайдна – колесным мастером. Гораздо меньше известно об их матерях, но ни одна из них не была известным композитором или исполнителем. <...> Читая о жизни композиторов, поражаешься тому, что многие из них были детьми второстепенных исполнителей – посредственных придворных теноров, как отец Бетховена, или внештатных контрабасистов, как старший Брамс» (Левонтин, 1993, с.97-98).

Перечислим тех, кто никогда не попал бы в выборку Гальтона (мы имеем в виду композиторов, чьи родители не имели какого-либо отношения к музыке). Отец Георга Фридриха Генделя был цирюльником и хирургом, отец Никколо Паганини – грузчиком, владельцем лавки в порту. Отец Гаэтано Доницетти был сторожем муниципального ломбарда, а отец Рихарда Вагнера – полицейским служащим. Джузеппе Верди имел отца, который был содержателем деревенского трактира; аналогично, отец Клода Дебюсси был мелким торговцем, владельцем посудной лавки. Более подробные сведения представлены в следующей таблице.

**Таблица 1. Великие композиторы и их отцы (их профессия, род занятий)**

№	Композитор	Его отец и род занятий	№	Композитор	Его отец и род занятий
1.	Георг Фридрих Гендель (1685-1759)	Георг Гендель, цирюльник, хирург	2.	Кристоф Глюк (1714-1787)	Александр Глюк, лесничий в лесах Чехии
3.	Франц Йозеф Гайдн (1732-1809)	Матиас Гайдн, мастер по ремонту карет	4.	Никколо Паганини (1782-1840)	Антонио Паганини, грузчик, владелец лавки в порту
5.	Гаэтано Доницетти (1797-1848)	Андреа Доницетти, сторож муниципального ломбарда	6.	Франц Петер Шуберт (1797-1828)	Франц Теодор Шуберт, школьный учитель
7.	Гектор Берлиоз (1803-1869)	Луи-Жозеф Берлиоз, провинциальный врач	8.	Феликс Мендельсон (1809-1847)	Авраам Мендельсон, банкир
9.	Роберт Шуман (1810-1856)	Август Шуман, книгоиздатель	10.	Фридерик Шопен (1810-1849)	Николя Шопен, учитель французского языка в лицее



11.	Рихард Вагнер (1813-1883)	Карл Фридрих Вагнер, служил в полиции	12.	Джузеппе Верди (1813-1901)	Карло Верди, содержатель деревенского трактира
13.	Антонин Дворжак (1841-1904)	Франтишек Дворжак, мясник и трактирщик	14.	Густав Малер (1860-1911)	Бернхард Малер, трактирщик, мелкий торговец
15.	Клод Дебюсси (1862-1918)	Мануэль-Ашиль Дебюсси, мелкий торговец, владелец посудной лавки	16.	Арнольд Шенберг (1874-1951)	Самуил Шенберг, владелец магазина
17.	Морис Равель (1875-1937)	Жозеф Равель, автомобильный инженер	18.	Бела Барток (1881-1945)	Бела Барток, директор училища
19.	Пауль Хиндемит (1895-1963)	Карл Хиндемит, ремесленник (маляр)	20.	Михаил Глинка (1804-1857)	Иван Глинка, отставной офицер
21.	Модест Мусоргский (1839-1881)	Петр Мусоргский, коллежский секретарь	22.	Петр Чайковский (1840-1893)	Илья Чайковский, химик, директор сталелитейного завода
23.	Николай Римский-Корсаков (1844-1908)	Андрей Римский-Корсаков, новгородский вице-губернатор	24.	Александр Глазунов (1865-1936)	Константин Глазунов, книготорговец, книгоиздатель
25.	Сергей Сергеевич Прокофьев (1891-1953)	Сергей Прокофьев, выходец из купеческой семьи	26.	Исаак Осипович Дунаевский (1900-1955)	Отец работал в банке, владел ликеро-водочным заводом
27.	Арам Ильич Хачатурян (1903-1978)	Илья Хачатурян, ремесленник, владелец переплетной мастерской	28.	Дмитрий Дмитриевич Шостакович (1906-1975)	Дмитрий Шостакович, химик, сотрудник Палаты мер и весов
29.	Георгий Васильевич Свиридов (1915-1998)	Василий Свиридов, почтово-телеграфный служащий	30.	Альфред Шнитке (1934-1998)	Гарри Шнитке, журналист, переводчик

Таким образом, если применять родословный метод к проблеме таланта, пытаюсь найти в генеалогиях выдающихся людей аргументы в пользу представлений Гальтона, то легко получить прямо противоположные аргументы. Пауль Хиндемит, чей отец был ремесленником (маляром и штукатуром) должен был унаследовать «гены маляра», не пытаюсь выйти за рамки этой наследственности и не прилагая усилий к тому, чтобы стать музыкантом. Антонин Дворжак, чей отец был мясником, должен был унаследовать «гены мясника» и не создавать знаменитую оперу «Русалка». Илья Чайковский, чей отец был химиком, специалистом в области сталелитейного производства, должен был посвятить свою жизнь химическим исследованиям, полагая, что у него нет генов для создания «Лебединого озера». Эти парадоксы, возникающие при развитии рассуждений Гальтона, были замечены достаточно давно. В частности, Э.В. Ильенков в статье «Психика и мозг» (журнал «Вопросы философии», 1968, № 11) писал: «Очень худо, если мы возложим на

нейрофизиологию обязанность определять (да еще на основании генетического кода!), по какой именно «социально-биографической траектории» надлежит направлять младенца: какому уже с колыбели предписывать карьеру музыканта, какому – математика, а какому – космонавта, кого пустить в балерины, кого в портнихи» (Э.В. Ильенков, 1968).

#### **1.4. Исследование интеллекта близнецов. Выявление фальсификаций в работе Сирила Берга**

В какой-то момент внимание Гальтона привлекли близнецы: он почувствовал, что они могли бы пролить свет на относительную роль наследственности и воспитания в развитии наших интеллектуальных способностей. Сегодня мы знаем, что существуют два типа близнецов – однояйцевые (монозиготные) и разнаяйцевые (гетерозиготные). Близнецы первого типа развиваются из одной оплодотворенной яйцеклетки, поэтому (как говорят специалисты) они имеют 100% общих генов. Близнецы второго типа развиваются из двух разных яйцеклеток, поэтому имеют лишь 50% общих генов. Гальтон этого не знал, но, тем не менее, догадался, что исследование близнецов может предоставить важные результаты. Он разослал множеству адресатов специально разработанные анкеты, в которых просил сообщить о случаях сходства интеллектуальных свойств (признаков) близнецов. Анализируя полученные ответы, Гальтон столкнулся с феноменом, который оказался неожиданным для него: 19 пар близнецов имели определенные психологические различия (различия характеров, привычек, стилей мышления). Причем эти различия нарастали со временем, по мере взросления близнецов. Нужно было как-то объяснить отсутствие интеллектуального сходства между близнецами, для чего кузен Дарвина сформулировал две гипотезы. Согласно первой, наследственные факторы (гены), ответственные за психологическую идентичность близнецов, находятся в «спящем» состоянии, не проявляя себя внешне. Согласно второй гипотезе, эта идентичность не наблюдается по причине физических потрясений (стрессов, как сказали бы мы), которые могут происходить в жизни близнецов. Подробное описание этих гипотез можно найти в той же книге И.И. Канаева «Френсис Гальтон» (1972). Таким образом, вновь, как и при изучении родословных, британский ученый столкнулся с примерами, противоречащими его концепции. Роковое невезение!

Дальнейшие события показали, что это не случайность. Один из сторонников Гальтона – Сирил Берг (1883-1971) испытал на себе значительное влияние его идей и поставил перед собой задачу точно вычислить удельный вес врожденных и приобретенных (средовых) факторов. Средством решения данной задачи вновь оказались близнецы. С.Берт рассуждал следующим образом. Монозиготные близнецы обладают одинаковой (идентичной) наследственностью. Но сходство показателей их умственного развития (при желании) можно объяснить тем, что они воспитываются в одних и тех же условиях, в одинаковой среде. Следовательно, нужно выбрать близнецовые пары, которые в силу каких-то жизненных обстоятельств разлучены и воспитываются в разных условиях. Если выявить (зафиксировать) сходство в их умственных способностях, то можно доказать решающее влияние наследственности. Для оценки интеллекта разлученных близнецов С.Берт предполагал использовать тесты Альфреда Бине, модифицированные применительно к упомянутой задаче.

В 1943 г. вышла статья С. Берга «Способности и доход», в которой сообщалось об изучении 15 пар близнецов, воспитанных врозь. Аналогичные данные появились в 1955 г., но число обследованных пар увеличилось до 21. В 1966 г. С. Берг писал уже о 66 парах. Еще при обследовании первых близнецовых пар, которые ему удалось найти, сторонник Гальтона пришел к выводу, что интеллект человека определяется наследственностью на 80% и лишь на 20% - условиями среды и воспитанием. Чтобы получить эти цифры, нужно было вычислять корреляции между однояйцевыми разлученными близнецами. С. Берг постоянно (вне зависимости от количества обследованных пар) получал один и тот же

коэффициент корреляции – 0,771. Другими словами, несмотря на постепенно возрастающее количество близнецов, с которыми имел дело британский психолог, корреляции, вычисленные им, совпадали до третьего десятичного знака, что невозможно с точки зрения математики.

Эти совпадения показались странными (подозрительными) американскому психологу, профессору Принстонского университета Леону Кэмину (Leon Camin). В 1972 г. он решил проверить достоверность научных выкладок своего британского коллеги. Оформив в своем университете командировку, Л. Кэмин отправился в Англию и углубился в изучение материалов экспериментальных исследований С. Берта. Результаты такого анализа оказались шокирующими! Выяснилось, что практически все работы С. Берта, касающиеся обследования близнецов, содержали умышленные искажения и фальсификации. С.С. Степанов в книге «Век психологи: имена и судьбы» (2002) пишет: «Вероятно, начиная с 1939 г., никаких новых данных у Берта не было, и всё увеличение (увеличение обследованных близнецов – Н.Н.Б.) было фиктивным. Далее он стал публиковать статьи от имени мисс Хоурд и мисс Конуэй, которых на самом деле не существовало на свете. Когда другие психологи просили Берта (авторитет его был очень высок) прислать собранные им данные, он занимался тем, что подсчитывал, какие результаты должны соответствовать опубликованным корреляциям, и посылал эти фиктивные сведения. Как редактор авторитетного журнала он стал печатать свои статьи под вымышленными именами, дабы увеличить число своих научных сторонников. Эти вымышленные авторы позволяли Берту высказывать свое мнение, отвечая на свои же собственные замечания, подписанные чужими именами, но самое главное – это давало ему возможность создавать ложное впечатление, будто он продолжает активно работать в науке» (Степанов, 2002, с.419).

Об этом же сообщает Ричард Левонтин в книге «Человеческая индивидуальность» (1993). Автор пишет о том, что совместно с Л. Кэмином вклад в разоблачение С. Берта внес также медицинский корреспондент газеты «The Sunday Times» Оливер Джилли (Гиллис): «Многолетнее изучение этого вопроса Кэмином и позднее - Оливером Гиллисом, в конце концов, показало, что близнецовые исследования Берта были полностью сфабрикованы. Названные Бертом сотрудники не обнаружены, баллы по тестам не существовали и, кажется, близнецы тоже не существовали. По этой причине все исследования Берта и его «сотрудников» были исключены из схемы (схемы корреляции по баллам IQ между людьми, имеющими разную степень родства – Н.Н.Б.). Берт, несомненно, долго занимался фальсификацией, создавая еще и хвалебные обзоры своих собственных работ, публиковавшиеся под вымышленными именами в журнале, редактором которого он был. Реакции психологов и психогенетиков на серию разоблачений работ Берта сами по себе весьма показательны. Некоторые говорили, что Берт просто «небрежно публиковал» свои работы. Но можно ли считать, что дело в небрежности, если коэффициенты корреляции совпадают до третьего знака? Другие объясняли всё это преклонным возрастом Берта, следствием старости, однако обнаружилось, что подделки встречаются и в его ранних работах» (Левонтин, 1993, с.126).

### **1.5. Проект исследования «одаренных» детей, основанный Льюисом Терменом**

Выше мы отмечали, что в начале 1900-х годов появились тесты Альфреда Бине, разработанные им совместно с Теодором Симоном (1873-1961). Они предназначались для отбора детей, которые в обычных условиях не справлялись со школьной программой, но могли догнать сверстников с помощью дополнительных коррекционных занятий. В тесте оценивались память, словарный запас, способность замечать различия в похожих предметах. А. Бине был уверен в том, что с помощью обучения (специальных образовательных методик) можно существенно повысить уровень интеллекта. Он писал:

«Некоторые современные философы находят моральное утешение в прискорбном факте, что интеллект индивида не может быть увеличен. Мы обязаны всячески противодействовать подобной пессимистической точке зрения. Мозг ребенка подобен полю, на котором опытный фермер посредством культивации может осуществить задуманные им изменения и в результате вместо бесплодной получить плодородную землю».

Американский психолог Льюис Мэдисон Термен (1877-1956), работавший в Стэнфордском университете, усовершенствовал тестовые задания А. Бине, после чего они стали называться «шкалой Стэнфорд-Бине». Будучи знакомым с книгой Гальтона «Наследственный гений», Л. Термен отбросил мысль А. Бине о том, что тесты фиксируют уровень интеллекта, который завтра может измениться, поскольку поддается развитию. Американский психолог заявил, что интеллект дается нам от рождения и остается неизменным на протяжении всей нашей жизни. Следовательно, тесты (система Стэнфорд-Бине) измеряют «наследственную компоненту» наших умственных способностей. Исходя из этого, Л. Термен постулировал, что данные, полученные при тестировании на основе разработанной им психометрической методики, позволяют надежно предсказать будущие жизненные успехи того или иного ребенка. Американский ученый организовал проект лонгитюдного (многолетнего) исследования «одаренных» детей, который должен был подтвердить его идею о том, что ребенок, получивший высокие баллы при первичном обследовании с помощью тестов Стэнфорд-Бине, то есть обнаруживший высокий «врожденный интеллект», непременно должен в будущем стать гением (или, по меньшей мере, незаурядным талантом). Л. Термен протестировал сотни младших школьников и отобрал тех, чей коэффициент интеллекта составил более 140 баллов. В дальнейшем Л. Термен со своими коллегами следили за судьбой этих школьников, отражая результаты своих наблюдений в книге под названием «Генетическое исследование гениальности».

Об этом масштабном эксперименте пишет Д.К. Саймонтон в книге «Чек-лист гения» (2020): «В группу невероятно умных мальчиков и девочек попали 1528 школьников в возрасте примерно одиннадцати лет. Сказать, что они были способными, не сказать ничего. Средний показатель их IQ равнялся 151 баллу, а у семидесяти семи варьировался от 177 до 200 баллов. Вплоть до достижения среднего возраста участники исследования постоянно проходили самые разные дополнительные тесты. Результатом эксперимента стал монументальный труд «Генетическое исследование гениальности» (Genetic Studies of Genius) в пяти томах, выпущенных с 1925 по 1959 год. Последний том вышел уже после смерти ученого. За его высокоинтеллектуальными подопечными – по крайней мере, за теми, что еще живы, - наблюдают до сих пор. В шутку их называют «термитами», имея в виду не насекомых, а созвучие с фамилией Терман (Термен – Н.Н.Б.)» (Саймонтон, 2020, с.17).

Безусловно, если бы Гальтон дожил до эпохи исследований Л. Термена, он восхитился бы его экспериментом, точнее, идеей, лежащей в основе столь необычного опыта. Сконструировать тесты оценки интеллекта (тесты «Стэнфорд-Бине»), организовать обследование огромного количества детей, приложить значительные усилия для наблюдения за карьерой этих детей! Гальтон, как и его последователь Л. Термен, ни на минуту не усомнился бы в положительном исходе этого эксперимента. Ведь еще обучаясь в Кембриджском университете, он пришел к выводу, что экзаменационные оценки фиксируют врожденные умственные способности студентов, те умственные способности, которые нельзя изменить никакими мерами воспитательного (образовательного) характера.

Чем же закончился этот необычный опыт Л. Термена? Стали ли вчерашние школьники, обладатели высокого IQ, выдающимися учеными, художниками, музыкантами, политиками, инженерами (изобретателями)? Увы! Проект дал результаты, которые совершенно не согласуются с представлением о том, что уровень интеллекта обусловлен генетическими факторами, что этот уровень остается неизменным на протяжении всей нашей жизни. Д.К. Саймонтон в той же книге «Чек-лист гения» (2020) пишет о полном

провале эксперимента Л. Термена: «А теперь плохие новости: ни один человек из этой группы (группы участников проекта – Н.Н.Б.) не стал тем, кого принято считать неоспоримым гением. Невероятные интеллектуальные способности испытуемых трансформировались в весьма тривиальные карьеры...» (Саймонтон, 2020, с.17). «Более того, многие из «термитов» вообще не добились каких-то значительных интеллектуальных успехов. Их путь был связан не с окончанием университета или защитой кандидатской диссертации, а с получением профессий, для которых высшее образование вообще необязательно» (там же, с.18). «Ни один из «термитов», заметьте, не получил Нобеля ни по физике, ни по каким-либо другим дисциплинам. Вот незадача!» (там же, с.18).

Этот же вопрос (вопрос о результатах масштабного эксперимента) рассматривает отечественный психолог и искусствовед Д.К. Кирнарская в монографии «Музыкальные способности» (2004). Упоминая о том, что два Нобелевских лауреата – Уильям Шокли и Луи Альварес, - будучи школьниками, не попали в проект по причине низкого IQ, автор говорит о Л. Термене: «...Он посвятил свою научную жизнь исследованию IQ и доказательству его всеобщности. Ирония заключалась в том, что Терману удалось доказать едва ли не **обратное** тому, что он планировал в начале своего грандиозного эксперимента. Он собрал сведения о более чем тысяче школьников, имеющих высокий (свыше 140) и сверхвысокий (свыше 180 баллов) IQ и следил за ними на протяжении четверти века, пока им не исполнилось 45 лет. Желая приблизить победу, Терман выяснил IQ уже признанных крупных талантов, надеясь, что они-то и окажутся на весьма высоком уровне. Увы, здесь его ждали первые неудачи: будущий нобелевский лауреат Уильям Шокли, изобретатель транзистора, и другой лауреат по физике Луи Альварес вообще не смогли стать участниками эксперимента – их IQ не входил в число высоких! Второе разочарование состояло в том, что IQ не давал прямо пропорциональной зависимости и не вписывался в правило: чем выше IQ, тем выше жизненный успех – когда Терман сравнил 26 «сверхвысоких» участников эксперимента с 26 «просто высокими», и те и другие оказались примерно на тех же ступенях социальной лестницы – все они были преуспевающими бизнесменами, уважаемыми политиками, известными врачами, но ни один из них не стал ни выдающимся поэтом, ни всенародно любимым актером, ни знаменитым изобретателем или ученым» (Кирнарская, 2004, с.12-13).

### **1.6. Как меняется IQ детей, попадающих из сиротского приюта в обычные семьи**

Убедительные примеры изменения уровня интеллекта под воздействием средовых (социальных) условий мы находим в работах по изучению IQ приемных детей. В одном из исследований, проведенных во Франции, все дети были усыновлены в возрасте 4-6 лет и в момент усыновления имели относительно низкий коэффициент интеллекта (в пределах 61-85). Повторное тестирование через несколько лет показало, что когнитивные способности всех детей существенно улучшились. При этом прирост IQ у детей, усыновленных семьями с высоким и средним социально-экономическим статусом, был значительно больше, чем у детей, усыновленных семьями с низким статусом.

Об этом «французском» естественном эксперименте (его результаты впервые описаны в журнале «PNAS» (1999, vol.96, № 15) сообщает Ричард Нисбетт в книге «Что такое интеллект и как его развивать» (2013). Американский психолог пишет о Мишеле Дюйме, авторе исследования: «...Дюйм и его коллеги изучали детей из неблагополучных семей с низким IQ, которые были усыновлены другими семьями в возрасте 4-5 лет, а затем, в возрасте 14 лет, вновь прошли тест на IQ. Они специально выбирали детей, усыновленных семьями из разных классов общества. В раннем возрасте IQ у детей составлял от 61 до 85 – показатели между явным отставанием в умственном развитии и развитием ниже среднего. Семьи, которые усыновили этих детей, были бедными (неквалифицированный рабочий класс), из нижней прослойки среднего класса (менеджеры низшего или среднего звена,

продавцы или квалифицированные рабочие) или верхней (специалисты и менеджеры высшего звена) прослойки среднего класса. Влияние усыновления на IQ оказалось очень велико, коэффициент возрос в среднем на 14 пунктов» (Нисбетт, 2013, с.52-53).

Интересно, что увеличение уровня интеллекта при переводе ребенка из сиротского приюта в обогащенную социальную среду было установлено еще в 1930-е годы, то есть примерно в то же время, когда Льюис Термен дал старт проекту лонгитюдного исследования «одаренных» детей. Это открытие сделала американская женщина-психолог Хелен Кох (Helen Koch, 1895-1977), работавшая совместно с Хелен Барретт. Впоследствии их результаты подтвердил Джордж Стоддарт. Карл Циммер в книге «Она смеется, как мать» (2020) повествует: «Хелен Барретт и Хелен Кох из Чикагского университета изучали группу детей, которых перевели из сиротского приюта в дошкольное учреждение, где им стали уделять гораздо больше внимания. Барретт и Кох утверждали, что уже через шесть месяцев результаты тестов этих детей оказались намного выше, чем у оставшихся в приюте. Интеллект не просто результат наследственности, доказывали они, на него влияет и какова семья, и хороша ли школа. Психологи из Айовы в 1930-х гг. провели более крупное исследование, и пришли к аналогичным выводам. Один из этих ученых, Джордж Стоддарт, в 1938 г. сообщил о своих результатах на конференции в Нью-Йорке, а репортер из Time передал удивительные новости дальше. Журналист объяснял: «Одна из немногих точек опоры в мировоззрении традиционной психологии – это убеждение, что люди рождаются с определенным уровнем интеллекта и обречены прожить жизнь с одним и тем же значением IQ». Но «круглолицый, полный энергии» Стоддарт доказал, что «индивидуальный IQ может быть и изменен». Стоддарт со своей группой проследил дальнейшее развитие 275 отданных в приемные семьи детей. Их собственные родители были бедны, малообразованны и плохо выполняли тесты на интеллект. После того как ребят поселили в «домохозяйствах выше среднего уровня», сообщил Time, их IQ достиг усредненно 116, что было «равно среднему значению для детей университетских профессоров». Эти исследования привели к отказу Стоддарта от евгенических представлений о преобладающем влиянии наследственности» (Циммер, 2020, с.274).

Автор добавляет: «Сторонники сильной наследуемости интеллекта жестко критиковали работу Стоддарта, указывая на ее многочисленные статистические недочеты и отстаивая позицию, что тесты на интеллект измеряют неизменные свойства человека» (там же, с.274).

Возникает вопрос: почему работы Джорджа Стоддарта подверглись критике? Разумеется, по той причине, что они противоречили концепции Гальтона, в том числе его евгенике – программе повышения интеллектуального потенциала общества путем отбора (селекции) обладателей «высокого интеллекта» и стимуляции биологического воспроизводства таких «счастливчиков». Кроме того, следует учитывать, что исследования, развивающие представления Гальтона, хорошо финансировались. А известный изобретатель телефона Александр Белл возглавлял Государственный архив по евгенике в США.

Профессор Университета Британской Колумбии (Канада) Стивен Хэйне в книге «ДНК – не приговор» (2019) отмечает: «Широкая поддержка евгеники возникла не сама по себе, а во многом благодаря оживленным дискуссиям ведущих мыслителей того времени. Действительно, список сторонников евгеники начала XX в. будто взят из справочника «Кто есть кто». Александр Грейам Белл являлся председателем научного совета при Государственном архиве по евгенике. Идеи улучшения человеческого рода через селекцию были популяризированы в романах Герберта Уэллса и пьесах Джорджа Бернарда Шоу. Евгеническое движение финансировалось такими семьями, как Рокфеллеры, Карнеги, Гуггенхаймы, Истмены, Келлогги и Вандербильты. Президенты университетов, например, Дэвид Старр Джордан из Стэнфорда и Лоуренс Лоуэлл из Гарварда были ключевыми сторонниками движения. Поэтому к 1928 году курсы по евгенике предлагались в 376 университетах» (Хэйне, 2019, с.170-171).

Далее автор указывает, что многие американские психологи внесли свой вклад в конструирование тестов на интеллект, рассматривая их как наиболее важный инструмент евгеники: «Хотя об этом открыто не говорится ни в одном из основных трудов по нашей дисциплине, многие отцы-основатели психологии были активными членами евгенического движения, включая Карла Бригхэма, Джеймса Кеттелла, Роберта Фишера, Грэнвилла Холла, Карла Пирсона, Чарльза Спирмена, Льюиса Термана, Эдварда Торндайка и Роберта Йеркса. Тесты на интеллект... стали ключевым инструментом евгенического движения для определения того, кому позволено иммигрировать в США и кому следовало пройти процедуру стерилизации» (там же, с.172).

### **1.7. Эксперимент Роберта Грэма по созданию и использованию банка спермы лауреатов Нобелевской премии**

Одним из сторонников евгенических методов был американский исследователь Герман Джозеф Меллер (1890-1967), получивший в 1946 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине за открытие генетических мутаций, вызываемых рентгеновскими лучами. Он увлекся евгеническими идеями еще в период пребывания в СССР (до этого периода Г. Меллер трудился в лаборатории Томаса Ханта Моргана, доказавшего хромосомную теорию наследственности). Г. Меллер анализировал родословные, результаты психологического тестирования и другие материалы. Свою евгеническую программу он изложил в книге «Выход из ночи: взгляд биолога на будущее» (1935). В ней он рассматривал перспективы избирательного размножения благоприятных генотипов путем государственно-регулируемого искусственного оплодотворения ради улучшения качества потомства. Каким-то образом он встретился с американским бизнесменом Робертом Грэмом (Robert Klark Graham, 1906-1997), который сколотил состояние на производстве небьющихся стекол для очков. Г. Меллер смог убедить его в том, что из-за радиации генофонд человечества постоянно ухудшается, поэтому целесообразно создать банк спермы выдающихся ученых (желательно Нобелевских лауреатов), в котором она будет содержаться в замороженном состоянии. По мысли Г. Меллера, этот банк можно будет использовать для осеменения женщин, которые пожелают пройти соответствующую процедуру. Роберт Грэм, обладавший финансовыми средствами для осуществления подобного замысла, приступил к проведению эксперимента. Созданный им банк спермы Нобелевских лауреатов получил название «Репозиторий зародышевого выбора». Ни Г. Меллер, ни Р. Грэм не сомневались в том, что из семенной жидкости Нобелевских лауреатов должны появиться на свет дети, из которых впоследствии вырастут выдающиеся ученые.

Эксперимент Грэма-Меллера описывается во многих работах, в том числе в статье Е.Д. Свердлова «Гениальность» («Вестник РАН», 2009, том 79, № 2), где автор пишет: «Герман Джозеф Меллер (1890-1967), нобелевский лауреат, выдающийся генетик, который работал в СССР, воевал в Испании, затем подвергся дискриминации в США, - убедил некоего Грэхэма, что постоянная радиация, воздействующая на всё живое на Земле, повреждает ДНК, что наверняка приведет к генетической деградации человечества. Спасти генофонд можно только путем замораживания спермы лучших представителей мужской части населения и использования ее для того, чтобы выводить будущие поколения людей. Нобелевские лауреаты максимально приближаются к представлению о лучшей части мужского населения, им и было предложено стать донорами в таком важном деле, как создание банка спермы. Из этого банка можно было бы брать сперму для оплодотворения подходящих женщин, с тем чтобы в будущем воспроизводить выдающихся людей [3]» (Свердлов, 2009, с.131-132).

Здесь [3] – Flint J. So You Want Your Child to Be a Genius? // PLOS Biology. – 2006. – Vol.4. - № 5.

Эксперимент продолжался 19 лет (с 1980 по 1999 год). За это время лишь несколько Нобелевских лауреатов согласились участвовать в нем. Примечательно, что одним из участников был Уильям Шокли, получивший в 1956 г. Нобелевскую премию по физике за изобретение транзистора (совместно с Джоном Бардином и Уолтером Браттейном). Это тот самый У. Шокли, который не смог попасть в проект Льюиса Термена, так как при тестировании не набрал нужного количества баллов (хотя бы 140). На одном из этапов работы Роберт Грэм, создатель репозитория зародышевого выбора, принял решение не ограничиваться биологическим материалом Нобелевских лауреатов: в качестве доноров стали привлекаться мужчины, просто обладающие высоким уровнем интеллекта.

Как сегодня можно охарактеризовать итоги проекта Грэма-Меллера? Учитывая, что трудами репозитория родилось около двух сотен детей, ни один из которых не проявил себя в качестве выдающегося ученого (или изобретателя), можно констатировать, что долгосрочный эксперимент закончился таким же провалом, как и «генетическое исследование гениальности», инициированное Л. Терменом. Е.Д. Свердлов в той же статье «Гениальность» («Вестник РАН», 2009, том 79, № 2) отмечает: «В конечном итоге родились 215 потомков. Никто из них не стал гением и не проявил выдающихся интеллектуальных качеств. Единственным кажущимся исключением был ребенок по имени Дорон Блэк (Doron – от греческого слова «дар»). Он начал пользоваться компьютером в два года, в пять играл в шахматы, в детском саду изучал алгебру. Проблема только в том, что он не сделал ничего творческого» (Свердлов, 2009, с.132).

Отрицательный результат эксперимента Грэма-Меллера – очередной удар по концепции Гальтона о наследственной детерминации умственных способностей тех, кого мы именуем талантом и гением. Если лауреаты Нобелевской премии или обладатели высокого уровня интеллекта являются носителями «генов умственной одаренности», то эти гены – так или иначе – должны были проявить себя за 19 лет существования проекта. Или, как сказал один специалист, на свет должен был появиться «хотя бы успешный производитель стекол для очков» (напоминая о бизнесе, который позволил Роберту Грэму профинансировать проект). Однако, как мы видим, ничего подобного не случилось.

### **1.8. Открытие эффекта Флинна**

За последние 100 лет во всех индустриально развитых странах произошли серьезные изменения в сфере образования. Появились детские сады, дошкольное обучение, возрос процент детей, окончивших школы. Правительственные структуры этих стран понимали, что повышение уровня образования населения – важный фактор экономического роста. Совершенствовались программы, нацеленные на повышение этого уровня, разрабатывалось законодательство, которое способствовало увеличению числа высших учебных заведений, в том числе повышению качества образовательных услуг в этих заведениях. В результате возросло количество граждан, которые в настоящее время имеют высшее образование. В частности, в 2021 г. в Италии высшее образование имели 27,8 процента населения в возрасте 25-35 лет, в Германии – 32,5, России – 41, во Франции – 46,6, Швеции – 47,5, Англии – 50,8.

Безусловно, устойчивая тенденция повышения уровня образования населения должна была положительно отразиться на уровне интеллекта людей. Как ни удивительно, именно это обнаружил еще в 1984 г. новозеландский ученый Джеймс Флинн (James Flynn, 1934-2020). Исследуя исторические данные теста на IQ начала XX века, он установил, что средний коэффициент интеллекта демонстрирует тенденцию к росту и за каждое десятилетие увеличивается на три пункта (увеличение на 0,3 балла в год). Так, IQ, считавшийся средним в 1920 г., по современным меркам расценивался бы как легкая степень умственной отсталости. Интеллектуальные способности среднестатистического человека, проходящего сегодня тест на IQ, в 1920 г. позволили бы ему набрать 130 баллов, что близко к уровню «гений» (по терминологии Льюиса Термена). Джеймс Флинн



правильно объяснил эффект, обнаруженный им: за последние 100 лет мир стал более требовательным к нашим познавательным способностям, заставляя наш интеллект совершенствоваться.

История открытия эффекта Флинна и его значение освещаются во множестве публикаций. Карл Циммер в книге «Она смеется, как мать» (2020) повествует: «Социолог из Университета Отаго в Новой Зеландии Джеймс Флинн обнаружил, что во всем мире результаты тестов IQ неуклонно растут. Впервые исследователь заметил это в 1984 г. Он попросил голландского коллегу прислать ему почтой результаты IQ-тестов, которые проводятся в Нидерландах для 18-летних. Получив ответное письмо, он принялся за тщательное изучение итогов тестирования. Выявилось загадочное несоответствие: у голландских студентов 1980-х гг. результаты были значительно лучше, чем у студентов 1950-х. Схожую тенденцию Флинн нашел примерно для 30 развитых стран. Например, в Британии и США результат тестов IQ улучшался на 0,3 балла в год. Если средний результат в 2000 г. оказывался равным 100 баллам, то в 1900-м он должен был быть 70. В своей книге «Что такое интеллект?», опубликованной в 2007 г., Флинн писал: «Мы приходим к абсурдному заключению, что большинство наших предков были умственно отсталыми» [68]. Эта тенденция, получившая название эффекта Флинна, была уже неоднократно подтверждена» (Циммер, 2020, с.270).

Аналогичные сведения мы находим в книге Ричарда Нисбетта «Что такое интеллект и как его развивать» (2013): «...На самом деле с каждым годом навыки, измеряемые IQ-тестами, у людей улучшаются. По основным тестам на IQ, таким, как шкала Векслера для измерения интеллекта детей (WISC), шкала Векслера для взрослых и тест Стэнфорда-Бине, за период с 1947 по 2002 год рост этого показателя составлял почти треть балла за год. Для поколения тридцатилетних в США в общей сложности он вырос на 9 баллов. Джеймс Флинн зафиксировал этот эффект (который затем получил его имя) документально. Быстрое повышение IQ обнаружено у всех жителей развитых государств, где проводились подобные исследования. В некоторых странах он был несколько ниже, чем в США, а в некоторых - выше» (Нисбетт, 2013, с.67).

Как заметил один из психологов, «никем не опровергнутый эффект Флинна показывает, что человеческие существа способны умнеть и становиться сообразительнее, а сила интеллекта определяется не одной только унаследованной ДНК». Или вот еще одно высказывание на данную тему, представляющее собой вывод из открытия Джеймса Флинна: «Где-нибудь в Конго на нищей ферме с натуральным хозяйством работают потенциальные Эйнштейны; и ребята из Миссисипи, бросившие школу, не доучившись, при должной поддержке тоже могут стать Эйнштейнами».

## **1.9. Раскрытие тайн пластичности мозга**

Во времена Гальтона считалось, что мозг взрослого человека имеет фиксированную структуру, которая не может претерпевать каких-либо изменений под влиянием обучения (умственных упражнений или, лучше сказать, информационной нагрузки на мозг). Даже выдающийся нейроанатом, Нобелевский лауреат Сантьяго Рамон-и-Кахаль сомневался в том, что нервная ткань способна меняться в результате опыта. Однако, начиная со второй половины XX века, в нейробиологии - науке, изучающей мозг, сделано множество открытий, свидетельствующих о том, что обучение меняет функционирование нейронных сетей, увеличивает число клеток мозга и связей между ними (синапсов), влияет на частоту нервных импульсов, а также на вероятность выделения тех или иных химических нейромедиаторов (нейротрансмиттеров) и т.д. Ученые установили, что мозг взрослого человека не только может, но и постоянно, на протяжении всей жизни, меняется тем или иным образом, реагируя на всё, что мы делаем, на каждый полученный нами опыт.

Одно из первых исследований, продемонстрировавших влияние обучения на структуру нервной ткани, проведено в 1960-х годах Марком Розенцвейгом (Mark

Rosenzweig), Эдвардом Беннетом (Edward Bennet) и Мариан Даймонд (Marian Diamond) в Университете Калифорнии в Беркли. Ученые разделили крыс на три группы. Грызуны первой группы находились в стандартной лабораторной клетке, животные второй группы – в клетке с обедненными условиями, а крысы третьей группы – в клетке с «обогащенной средой» (в этой клетке было много разных игрушек). Крысы содержались в этих трех разных клетках в течение 4-10 недель. Когда настало время изучить мозг животных, выяснилось, что нервная ткань тех, кто содержался в обогащенных условиях, разительно отличалась от нервной ткани всех остальных участников опытов. Во-первых, в обогащенной среде увеличивался вес мозга, а также размер нейронов. Во-вторых, увеличивалось количество синапсов (контактов между нейронами) и размер этих синапсов. Наконец, в-третьих, изменялась активность ферментов, обеспечивающих эффективную передачу нервных импульсов между клетками мозга. В дальнейшем те же исследователи показали, что даже мозг взрослых животных, выращенных в обедненных условиях, может улучшить свою работу, если этих особей поместить в обогащенную окружающую среду. Подробные сведения об экспериментах М. Розенцвейга и его коллег можно найти в книге Роджера Хока «40 исследований, которые потрясли психологию» (2006).

Значительный вклад в изучение пластичности мозга внес Майкл Мерцених (Michael Merzenich), почетный профессор Калифорнийского университета в Сан-Франциско. Как известно, канадский нейрофизиолог Уайлдер Пенфилд (1891-1976), производя электрическую стимуляцию различных отделов центральной нервной системы, смог составить детальную функциональную карту мозга. Эта карта позволяла понять, какую функцию выполняет тот или иной участок мозга. Изучая основные моторные и сенсорные области коры мозга, Пенфилд смог установить точное представительство в этой коре различных мышц и органов тела человека. Другими словами, канадский исследователь составил подробную нейронную карту областей головного мозга человека, которые отвечают за моторную или сенсорную функцию различных частей нашего тела. Однако Пенфилд не задумывался о том, что эта карта (часто называемая интеллект-картой) может изменяться с течением времени.

В 1970-е годы Майкл Мерцених, составляя интеллект-карты мозга обезьян, впервые обнаружил, что эти карты меняются со временем. Углубившись в анализ этого феномена, он выяснил, что причиной изменений является информационная среда, воздействующая на мозг обезьян. Эта среда заставляет нейронные сети их мозга испытывать метаморфозы (преобразования). Мозг перестраивается или, другими словами, перепрограммируется в зависимости от изменений, происходящих во внешней среде, которая каждый раз предъявляет новые требования. Причем нейропластичность часто имеет конкурентный характер. Если мы прекращаем тренировать определенные навыки, то пространство карты мозга, предназначенной для этих навыков, переходит к тем навыкам, которые мы продолжаем использовать. Норман Дойдж в книге «Пластичность мозга» (2017) описывает один из экспериментов М. Мерцениха, подтвердивший эту конкурентность: «Мерцених составил карту мозга для кисти руки обезьяны. Затем он ампутировал этой обезьяне средний палец. Через несколько месяцев он провел повторное картирование и выяснил, что карта мозга ампутированного пальца исчезла, а карты соседних пальцев увеличились, захватив пространство, которое занимала карта среднего пальца. Это стало самым наглядным доказательством динамического характера карт мозга, существования в нем борьбы за корковое пространство и распределения ресурсов мозга по принципу «что не используется, то отмирает» (Дойдж, 2017, с.123).

Замечательный пример нейропластичности открыла Элеонора Магуайр (Eleanor Maguire) со своими коллегами из Университетского колледжа Лондона. В 2000 г. она опубликовала в «PNAS» результаты исследования мозга, а именно гиппокампа (центра памяти) лондонских таксистов. В 1990-е годы для получения лицензии таксиста в Лондоне соискатели несколько лет тренировали память, запоминая лабиринты из 26 000 улиц в радиусе десяти километров от центра Лондона и расположение тысяч объектов, а также

учились находить самые быстрые пути между любыми двумя точками города. Будущим водителям такси обычно требовалось три-четыре года изучения карт и поездок по городу, чтобы получить знание лондонских улиц. Претенденты сдавали несколько строгих экзаменов на умение ориентироваться в каждом районе города. Только сдав все экзамены, можно было получить лицензию водителя, и примерно половина претендентов отсеивалась (проваливалась) на экзаменах. Элеонора Магуайр обнаружила, что у лондонских таксистов плотность серого вещества в задней части гиппокампа значительно выше, чем у контрольной группы. Кроме того, она показала, что размер гиппокампа тесно связан с тем, сколько времени человек работает таксистом: чем больше стаж, тем больше задняя часть указанной структуры мозга.

Мохеб Костанди в книге «Нейропластичность» (2017) резюмирует: «Будучи далеко не фиксированным, мозг представляет собой высоко-динамичную структуру, претерпевающую значительные изменения не только в ходе развития, но и в течение всего жизненного цикла» (Костанди, 2017, с.134).

Вспоминая о годах обучения Френсиса Гальтона в Кембриджском университете, можно сказать, что нейронные сети его мозга подвергались преобразованиям всякий раз, когда он нанимал репетитора и принимался усиленно изучать математику, чтобы сдать экзамен по этому предмету на отлично. А те его сокурсники, которые без репетиторов получали высокие баллы по математике и казались ему (Гальтону) прирожденными талантами, добивались успеха исключительно благодаря тому, что в результате целенаправленных занятий заставляли свой мозг работать так, чтобы можно было решить любую математическую задачу, предусмотренную университетской программой.

#### **1.10. Гены IGF2R, D4DR, COMT и их связь с уровнем интеллекта**

Сторонник концепции Гальтона, американский психолингвист Стивен Пинкер в книге «Чистый лист» (2018) не устает утверждать, что различия в умственных способностях могут происходить из-за различий в генах. Мотивируя свою точку зрения, он отмечает, что недавно генетики точно определили некоторые гены, которые могут стать причиной этой разницы. С. Пинкер называет некоторые из этих генов: «Один из вариантов гена IGF2R связан с очень высоким уровнем общего интеллекта и отвечает примерно за четыре пункта в тестах IQ и 2% вариаций в уровне интеллекта нормальных индивидуумов. Если вы – обладатель более длинной, чем обычная, версии гена дофаминового рецептора D4DR, вы с большой вероятностью станете любителем острых ощущений – тем, кто прыгает с парашютом, взбирается на заледеневшие водопады и занимается сексом с незнакомцами» (Пинкер, 2018, с.67-68).

Давайте проверим заявления Стивена Пинкера на достоверность. Исследованием гена IGF2R занимался американский генетик Роберт Пломин. Ученый воспользовался тем, что каждый год в летнем лагере штата Айова (США) собираются из всех школ Америки вундеркинды в возрасте 12-14 лет, показавшие лучшие результаты тестирования IQ в пределах 160. Р.Пломин предположил, что у этих детей идеальными должны быть все гены, которые так или иначе оказывают влияние на интеллект. У детей были взяты анализы крови, и группе Р.Пломина удалось найти на шестой хромосоме маленький участок ДНК – ген IGF2R, одна из вариаций которого встречалась в геноме детей-вундеркиндов намного чаще, чем у обычных детей. В 1997 г. Р.Пломин заявил, что открыл настоящий «ген интеллекта».

Однако дальнейшие исследования не подтвердили это предположение Р. Пломина. Описывая работу научной группы Р. Пломина и преждевременность его оптимистического заявления о выделении «гена интеллекта», Карл Циммер в статье «В поисках интеллекта» (журнал «В мире науки», 2009, № 1) повествует: «Пломин расширил свои исследования. Вместо того чтобы искать в заранее заданном наборе генов, он картировал тысячи генетических маркеров, разбросанных по хромосомам. Если бы маркер появлялся часто в

группе учеников с высокими или низкими баллами, то это говорило бы о том, что поблизости от него имеется ген, связанный с интеллектом. В какой-то момент Пломин решил, что обнаружил истинную связь между интеллектом и геном IGF2R, кодирующим рецептор к фактору роста, который активен в мозге. Однако, когда он попытался воспроизвести результат, то потерпел **неудачу**» (Циммер, 2009, с.59).

Эта неудача заставила Р. Пломину быть более осторожным в своих высказываниях относительно влияния конкретных генов на уровень интеллекта: «Я пока не могу заявить, что нами обнаружены гены интеллекта, ведь было слишком много ложноположительных результатов. Эффекты настолько слабые, что надо повторить исследование несколько раз, прежде чем говорить о чем-либо с уверенностью» (там же, с.59).

Также не подтвердилась информация о том, что ген D4DR является «геном поиска новизны» или, как его еще называют, «геном авантюризма». Еще в 1996 г. Джонатан Банджамин (Jonathan Benjamin), Чавис Паттерсон (Chavis Patterson) и их коллеги опубликовали в журнале «Nature Genetics» статью под названием «Популяционная и семейная связь между геном дофаминового рецептора D4 и показателями поиска новизны». В этой работе авторы сообщили, что им удалось выявить ассоциацию между одной из версий гена D4DR и чертами личности, связанными с поиском новизны. Средства массовой информации (СМИ) быстро ухватились за эту новость, назвав упомянутую версию «геном либерализма». Однако попытки ученых воспроизвести результаты Дж. Бенджамина и др. не увенчались успехом. А.Н. Клюгер (A.N. Kluger) и его коллеги в статье, представленной в журнале «Molecular Psychiatry» (2002), подчеркнули, что нет какой-либо связи между полиморфизмом D4RD и поиском новизны.

Стивен Хэйне в книге «ДНК – не приговор» (2019) пишет: «Рассмотрим так называемый ген поиска новизны, представляющий собой определенную вариацию гена D4DR. Это один из самых хорошо изученных генов в поведенческой генетике [22]. Он вызвал огромный интерес у СМИ, которые ему также присвоили несколько других названий, таких, как «ген либерализма» или «ген риска». В 2015 году Land Rover использовала этот ген в рекламной кампании своего автомобиля Discovery Sport. Его окрестили «геном авантюризма». Разработчики бренда недвусмысленно заявили, что «если вы являетесь носителем этого гена, то вы более склонны к приключениям и риску». Учитывая огромное количество исследований по этой теме и интерес СМИ к данному гену, казалось бы, очень важно знать, обладателем какой аллели являетесь вы. Но в какой степени этот хорошо изученный ген в действительности обуславливает тягу к новизне, приключениям и риску? Степень его влияния составляет приблизительно 0,1% [23]. И даже эта цифра, судя по всему, является преувеличенной [24]. Попытки установить чью-либо склонность к поиску новизны, опираясь лишь на сведения о наличии этого гена, подобны стремлению представить себе всю мозаику по одному только фрагменту из 1000» (Хэйне, 2019, с.212-213).

Здесь [23] – Kluger A.N., Siegfried Z., Ebstein R.P. A meta-analysis of the association between DRD4 polymorphism and novelty seeking // Molecular Psychiatry. – 2002. – Vol.7. – P.712-717.

Еще один «ген интеллекта», который не оправдал возлагавшихся на него надежд, - ген COMT. В 2001 г. Майкл Иган (Michael Egan) и его коллеги из Лаборатории нейрогенетики Национального института психического здоровья (Вашингтон) опубликовали в «PNAS» статью «Влияние гена COMT на функцию лобной доли и риск шизофрении». Ген COMT кодирует мозговой фермент, который контролирует содержание нейромедиатора дофамина. Один из вариантов гена COMT производит фермент, который работает медленнее, поэтому содержание дофамина в мозге может повыситься. После публикации М. Игана и его соавторов многие ученые стали подозревать, что различные версии COMT могут влиять на результаты тестов на интеллект, поскольку дофамин имеет большое значение для памяти, принятия решений и других мыслительных задач. В частности, предполагалось, что аллель (версия) COMT, кодирующая малоактивный вариант фермента,

способна увеличить содержание дофамина в мозге и тем самым улучшить выполнение теста.

Но в последующих исследованиях не обнаружилось никакого влияния «медленной» версии COMT. Кристофер Чабрис (Christopher Chabris) с сотрудниками проверили гипотезу «интеллектуальной» функции гена COMT и не нашли свидетельств в пользу этого предположения. Помимо этого, К.Чабрис проверил зависимость показателей интеллекта (результатов решения тестовых задач на IQ) от других генов, которые описывались в ряде работ как гены, связанные с общим интеллектом. Были проверены гены DTNBP1, CTSD, DRD2, ANKK1, CHRM2, SSADH, BDNF, CHRNA4, DISC1, APOE и SNAP25. Их предполагаемую ассоциацию с общим интеллектом также не удалось воспроизвести. Статья К. Чабриса и его коллег «Most reported genetic associations with general intelligence are probably false positives» («Большинство сообщаемых генетических ассоциаций с общим интеллектом, вероятно, являются ложноположительными») опубликована в журнале «Psychological Science» (2012).

Автор книги «ДНК – не приговор» (2019) раскрывает причины ошибочности многих заявлений об открытии «истинных генов интеллекта»: «Почему результаты генетических исследований так часто не выдерживают испытания временем? Есть два ответа на этот вопрос. Во-первых, в области генетики существует та же проблема, что и в других научных областях. Ученых вознаграждают за публикации. И это приводит ко многим «открытиям», которые освещаются в научных журналах и других СМИ еще до получения подтверждений того, что эти данные надежны. <...> Вторая причина, по которой результаты многих генетических исследований являются невозпроизводимыми, связана скорее со спецификой этой области. Дело в том, что, к счастью, большая часть фенотипов формируется под слабым влиянием отдельных генов. Поэтому подавляющее большинство генетических ассоциаций очень незначительны, и их практически невозможно достоверно наблюдать. Они подобны слабому шепоту среди громкого шума всех остальных факторов, оказывающих влияние на нашу жизнь. И когда ученые думают, что расслышали этот тихий голос, на самом деле зачастую они оказываются во власти иллюзий» (Хэйне, 2019, с.212).

### **1.11. Эксперимент по воспитанию выдающихся шахматистов**

Этот эксперимент поставил венгерский педагог Ласло Полгар (Laszlo Polgar). Он изучил биографии множества людей, добившихся успеха в разных областях деятельности, и пришел к заключению, что при правильном воспитании из любого ребенка можно вырастить гения. В его семье было три дочери – Сьюзан, София и Юдит. Посоветовавшись с женой, Л. Полгар решил, что каждую из них он будет обучать шахматному мастерству. Девочки занимались шахматами с ранних лет ежедневно по шесть часов. Отец разработал для них график занятий и нацеливал на то, чтобы они постоянно улучшали свои результаты. В итоге все дочери Ласло Полгара стали сильными шахматистами.

Свой первый чемпионат Сьюзан выиграла в четыре года: это был чемпионат Будапешта для девочек младше 11 лет, во время которого малышка выиграла 10 партий без поражений и ничьих. В 15 лет она была самой лучшей шахматисткой мира и в итоге получила звание гроссмейстера, выполнив для этого те же условия, какие ставились перед претендентами-мужчинами. Средняя дочка, София, также добилась впечатляющих успехов в шахматах. Ее пиком стал римский чемпионат 1989 года, когда она обыграла целую плеяду именитых и уважаемых мужчин-гроссмейстеров. Но настоящей звездой смелого эксперимента Ласло Полгара стала его младшая дочь Юдит. В пятнадцать с половиной лет она получила звание гроссмейстера – самой юной за всю историю шахмат. На протяжении 25 лет (до 2014 года) она возглавляла рейтинг лучших женщин-шахматистов мира. В течение короткого времени она занимала восьмую строчку в списке лучших шахматистов мира: и мужчин, и женщин. Именно Юдит весной 1993 г. в Монте-Карло (княжество

Монако) дважды обыграла Анатолия Карпова, двенадцатого чемпиона мира по шахматам, сохранившего свой титул в течение 1965-1985 гг.

Успешный проект Л. Полгара, показавший, что любой ребенок может достичь феноменальных результатов в той или иной сфере деятельности при определенных условиях воспитания, обсуждается во многих работах. Филип Росс в статье «Как воспитать гения?» (журнал «В мире науки», 2006, № 11) констатирует: «Венгерский педагог Ласло Полгар (Laszlo Polgar) провел любопытный эксперимент, продемонстрировавший возможность намеренного воспитания таланта. Он обучал дома трех своих дочерей игре в шахматы, ежедневно занимаясь с ними по шесть часов. В результате одна из них стала мастером международного уровня, а две других – гроссмейстерами. За всю историю шахмат в одной семье еще не рождалось столько шахматистов подобного уровня. Младшая из сестер Полгар, 30-летняя Юдит (Judit Polgar) сегодня занимает 14-ю строчку в мировом рейтинге. Эксперимент Полгара доказал две вещи: что гроссмейстеров можно воспитать, и что женщина способна стать гроссмейстером. Неслучайно после того, как Ласло Полгар опубликовал книгу об обучении игре в шахматы, число талантливых малолетних шахматистов возросло» (Росс, 2006, с.61).

Учитывая, что Ласло Полгар и его жена Клара Полгар не обладали каким-либо «шахматным талантом» и не могли передать своим детям «гены гроссмейстеров», Джефф Колвин в книге «Выдающиеся результаты» (2009) указывает: «История Полгар наглядно иллюстрирует принципы осознанной практики (целенаправленных тренировок – Н.Н.Б.), показывая, чего сестрам удалось добиться, а чего нет. В целом, разумеется, их невероятный успех явно подтверждает предположения их отца. Не было причин полагать, что Ласло или Клара передали дочерям врожденный талант к шахматам: Ласло был игроком посредственным, а Клара вовсе не демонстрировала склонности к игре. Успех их детей, как кажется, возник лишь благодаря годам усердного труда, а именно это и представляет собой осознанную практику в чистом виде» (Дж. Колвин, 2009).

## **1.12. Анализ развития музыкальных способностей Моцарта**

В 1986 г. американский психолог Роберт Вайсберг (Robert Weisberg) опубликовал книгу под названием «Creativity: Beyond the Myth of Genius» («Творчество: за гранью мифа о гениальности»). Спустя семь лет, то есть в 1993 г. она вновь появилась в печати по инициативе издательства «W.H. Freeman & Co.». В данной работе автор проанализировал развитие творческих способностей Вольфганга Моцарта, который традиционно воспринимается как уникальный природный талант. Общепринято мнение, что этот талант проявился в раннем детстве Моцарта: уже в пять лет он начал сочинять музыку, а в восемь – давал клавесинные и скрипичные концерты. Однако Р. Вайсберг показал, что это мнение ошибочно. Музыкальные способности Моцарта – результат не природного дара, а воспитания, систематических занятий музыкой под руководством его отца Леопольда Моцарта. Последний был авторитарным (требовательным) родителем и в три года начал активно учить сына сочинительству и исполнению. Леопольд применял весьма совершенные методики обучения. Достаточно сказать, что его книга об обучении игре на скрипке, опубликованная в год рождения Вольфганга, в течение длительного времени оставалась авторитетным руководством. Вопреки представлению о том, что Моцарт обладал волшебной (интуитивной) способностью создавать в голове целые произведения, установлено, что он часто применял в своем творчестве метод проб и ошибок. Сохранившиеся рукописи свидетельствуют, что он постоянно пересматривал, перерабатывал, вычеркивал и переписывал целые части произведений, набрасывал на бумаге фрагменты и откладывал их на месяцы или годы.

Если внимательно изучить ранние музыкальные сочинения Моцарта (от первых детских проб до клавесинного концерта № 9), то легко заметить медленный прогресс, укладывающийся в восемнадцать лет упорного труда. Как замечает Джефф Колвин в книге

«Выдающиеся результаты» (2009), первые четыре клавесинных концерта Вольфганга, сочиненные в возрасте одиннадцати лет, не содержат его собственной музыки. Он скомпилировал их из работ других композиторов. Следующие три таких произведения, сегодня не относимые к фортепианным концертам, он написал в шестнадцать лет; в них также нет оригинальной музыки, а лишь компиляции из Иоганна Кристиана Баха (1735-1782), с которым Вольфганг учился в Лондоне. Ранние симфонии Моцарта, короткие произведения, написанные в восемь лет, близки по стилю к композициям того же соученика Моцарта, Баха. Ни одно из этих произведений сегодня не считается великим. Их редко исполняют или записывают, разве что из интереса, вызванного последующей славой Моцарта. Кажется, что они созданы весьма заурядным кандидатом в композиторы - копирующим, имитирующим чужие произведения («полировкой» окончательного результата занимался опять-таки его отец). Первое произведение Моцарта, признанное шедевром, - клавесинный концерт № 9, сочиненный в двадцать один год. Однако следует учитывать, что к этому времени за плечами у Моцарта было восемнадцать лет упорного труда.

Таким образом, Леопольд Моцарт, сумевший с помощью различных педагогических методик сделать своего сына блестящим композитором, по сути дела, поставил такой же эксперимент, как Ласло Полгар, который целенаправленно, из года в год, мотивировал своих дочерей к достижению высшего уровня шахматного мастерства.

### **1.13. Изучение скрипачей Берлинской школы музыки (открытие Андерса Эрикссона)**

Шведский психолог Андерс Эрикссон (1947-2020) – ученый, посвятивший свою жизнь исследованию того, как человек приходит к выдающимся результатам в различных областях науки и искусства. В 1976 г. он получил степень доктора философии в Университете Стокгольма, а позже перебрался в США и стал работать с Гербертом Саймоном, лауреатом Нобелевской премии по экономике за 1978 г. В серии интересных экспериментов А. Эрикссон помогал Г. Саймону оформлять вербальные отчеты испытуемых, решающих сложные задачи, чтобы выявить ключевые эвристические стратегии, применяемые в проблемных ситуациях. Помимо этого, изучая память (совместно с Биллом Чейзом), А. Эрикссон установил, что с помощью специальных тренировок любой из нас может научиться запоминать гораздо больше информации, чем считалось ранее. В начале 1990-х годов шведский психолог провел исследование, которое, скорее всего, в будущем будет квалифицироваться как наиболее значимое его достижение в науке. А. Эрикссон решил изучить скрипачей - студентов скрипичного отделения Берлинского университета искусств. В книге «Максимум» (2016) он объяснил, почему принял такое решение: «Нашей целью было понять, что же отличает на самом деле выдающихся студентов от просто хороших скрипачей. До сих пор считалось, что всё дело в некоем врожденном даре, таланте. Главенствовало мнение, что сколько бы и как человек ни занимался, если у него нет таланта, ему ничего не добиться. Мы же хотели проверить, так ли это на самом деле» (А. Эрикссон, 2016).

Беседуя с преподавателями колледжа, в котором обучались скрипачи, А. Эрикссон выяснил, что всех студентов можно разделить на три группы. Первая группа – это превосходные музыканты, которых ожидала блестящая карьера международного уровня. Вторая группа – это хорошие студенты, но без претензий на то, чтобы стать звездами скрипичной сцены. Наконец, третью группу составили студенты, чей потенциал был существенно ниже представителей первой и второй групп: обычно они становились учителями музыки.

По многим параметрам все три группы скрипачей были примерно одинаковы. Все они начали заниматься скрипкой в возрасте около восьми лет и решили стать музыкантами примерно в пятнадцать – статистически значимых расхождений между группами не было.

На момент знакомства А. Эрикссона с их биографиями каждый испытуемый занимался скрипкой не менее десяти лет. Расхождения появились, когда всех испытуемых попросили оценить количество часов еженедельных занятий за каждый год игры на скрипке, что позволило подсчитать общее количество занятий за всю жизнь. Результаты удивили самого А. Эрикссона. Оказалось, что к восемнадцати годам скрипачи из первой группы набирали в среднем 7410 часов занятий, из второй – 5301, из третьей – 3420. Можно ли придумать более убедительное доказательство того, что интенсивность целенаправленных занятий (осознанной практики) способствует лучшим результатам?

Шведский психолог в той же книге «Максимум» (2016) на основании полученных данных формулирует следующий тезис: «...Выдающиеся личности развивают у себя выдающиеся навыки благодаря долгим годам тренировок, совершенствуясь шаг за шагом. Нет никаких обходных путей и возможностей срезать путь. Эффективными могут быть разные виды тренировок и занятий, но самый эффективный – это целенаправленная практика» (А. Эрикссон, 2016).

#### **1.14. В чем секрет творческого мышления выдающихся ученых?**

Традиционный взгляд говорит о том, что этот секрет заключается в интуиции (феномене внезапного озарения). Под интуицией обычно понимают способность ученого постигать истину путем «прямого усмотрения», без использования каких-либо принципов и правил логики. Интуиции часто приписывают такие признаки (атрибуты), как отсутствие предпосылок, приводящих к результату, отсутствие промежуточных звеньев в цепи рассуждений, а также невозможность обнаружить их с помощью интроспекции. В ряде случаев интуиция рассматривается как когнитивный (познавательный) механизм, не зависящий от предшествующих знаний, в том числе информации, которую мы приобретаем путем наблюдения и эксперимента. Можно ли согласиться с таким определением интуиции? И можно ли вообще признать факт существования интуиции?

Создается впечатление, что исследователи, использующие понятие интуиции в своих работах, пытаются мистифицировать реальный творческий процесс, «затуманить» его ничего не значащими терминами. По всей вероятности, кому-то выгодно сохранять в научном обиходе представление о внезапном озарении, о способности человека понимать и проникать в смысл событий и ситуаций посредством одномоментного бессознательного вывода – инсайта.

Во-первых, это выгодно некоторым философам, которые, обучаясь в аспирантуре перед защитой диссертации, прилежно изучали концепции таких авторитетных философов, как Рене Декарт, Георг Гегель, Иммануил Кант, Анри Бергсон и т.д. Каждый из этих авторитетов признавал существование интуиции и предлагал свою трактовку механизма инсайта. Трудно отречься от традиции, освещенной несколькими столетиями (подобный шаг можно было бы расценивать – что, конечно, неверно – как проявление неуважения к наследию упомянутых философов).

Во-вторых, это выгодно некоторым психологам, которые рассуждают по принципу: если удалить из теории творчества (базовой теории психологии) понятие интуиции, то что останется? Логика? Но тогда пострадает специфика и самостоятельность психологии как научной дисциплины – ей придется слишком часто оперировать логическими принципами при описании закономерностей творческой деятельности.

В-третьих, рассуждения о понятии инсайта выгодны некоторым генетикам, которые объясняют интуицию как пронизательность, обусловленную природным талантом, уникальными генетическими структурами. Для этих генетиков интуиция – отличный способ «протащить» в науку понятие, которое позволяет рассуждать о врожденных умственных способностях, о «генах экстраординарной сообразительности», которыми якобы обладают гениальные люди. Другими словами, понятие «генов интуиции» дает им возможность защищать теорию наследственного гения, созданную Френсисом Гальтоном.



Однако специалистами, изучающими научное творчество, то есть творческое мышление выдающихся ученых, давно установлено, что новые идеи возникают у них на основе информации, предоставляемой наблюдением и экспериментом. Еще Френсис Бэкон, автор знаменитого трактата «Новый органон» (1620), заметил, что удивительные открытия таких ученых, как Вильям Гильберт, Галилео Галилей, Иоганн Кеплер, определялись остроумными экспериментами и появлением новых технических (приборных) средств для проникновения в тайны природы. Нет экспериментов – нет новых научных открытий. Ф. Бэкон показал, что инструментом обобщения результатов эксперимента и наблюдения является индукция – восхождение от единичных исследованных фактов к общей идее (гипотезе). Автор «Нового органона» понимал, что индукции присущ определенный недостаток. Часто индуктивное умозаключение о том или ином множестве объектов основывается на рассмотрении не всех, а лишь части этих объектов, поэтому в ряде случаев общий вывод о множестве может быть не вполне верным (нуждаться в корректировке). Тем не менее, индукция – лучший метод обобщения экспериментальных данных, какой только возможен в природе.

В этом с Ф. Бэконом был солидарен Исаак Ньютон, автор закона всемирного тяготения, поставивший множество опытов для изучения механизмов распространения света (вспомним его исследования по разложению света с помощью призмы). В своей фундаментальной работе «Математические начала натуральной философии» (1721) Ньютон неоднократно подчеркивал мощь индуктивного мышления. С.И. Вавилов в книге «Исаак Ньютон» (1989) приводит одно из его высказываний: «...Хотя аргументация на основании опытов и наблюдений посредством индукции не есть доказательство общих заключений, однако это – лучший путь аргументации, допустимый природой вещей, и она может считаться тем более сильной, чем более обща индукция» (Вавилов, 1989, с.91). Или вот, например, еще одно высказывание автора закона тяготения: «В экспериментальной философии предложения, выведенные из явлений с помощью общей индукции, должны быть почитаемы за точные или приближенно верные, несмотря на возможность противных им гипотез, пока не обнаружатся такие явления, которыми они еще более уточнятся или же окажутся подверженными исключениям» (там же, с.123).

О важной роли индукции догадывался еще Аристотель, который воспитывался в Академии, основанной Платоном. Он покинул это заведение после того, как в ней стали доминировать мистические идеи, отрицающие ценность эмпирических наблюдений и индуктивного исследования. В.Н. Комаров в книге «По следам бесконечности» (1974) пишет: «Сын македонского лейб-медика Никомаха Аристотель в молодости переехал в Афины, где обучался в школе Платона. Отец Аристотеля был высокообразованным человеком и автором ряда естественно-научных сочинений. Согласно традиции, он с ранних лет обучал Аристотеля своему врачебному искусству. Из родительского дома Аристотель вынес интерес к эмпирическому естествознанию и понимание **индуктивного метода** исследования. И когда в Академии Платона при его преемниках стали преобладать мистические спекуляции, Аристотель порвал с нею» (Комаров, 1974, с.33).

### 1.15. Универсальность человеческой логики

Ученые часто используют индукцию в сочетании с аналогией и дедукцией (аналогия – важный компонент индуктивной логики). Дедукция – движение мысли от общего к частному, а аналогия – от частного к частному. Как установили историки, Ньютон открыл закон тяготения, опираясь не только на индуктивные рассуждения (обобщая характер притяжения Луны к Земле на все остальные небесные тела). Он также использовал аналогию. Ему был известен закон для силы света, согласно которому сила света обратно пропорциональна квадрату расстояния между источником света и освещаемой поверхностью. Решая проблему тяготения, он (по аналогии) предположил, что сила

тяготения между различными телами также обратно пропорциональна квадрату расстояния между двумя источниками масс.

Другой пример. Чарльз Дарвин, изучая флору и фауну Южной Америки во время своего путешествия на корабле «Бигль», пришел к выводу, что живой мир постоянно эволюционирует. Возникла задача определить конкретные механизмы (движущие силы) этой эволюции. Первый механизм он открыл, когда по аналогии перенес в мир животных и растений принцип борьбы за существование, заимствованный из книги Томаса Мальтуса «Опыт закона о народонаселении» (1798), где этот принцип применялся к человеческому обществу. Понять и описать второй механизм (принцип естественного отбора) Дарвин смог, когда по аналогии экстраполировал в живой мир принцип искусственного отбора, которым постоянно руководствуются селекционеры, выводя новые породы животных.

Похожий случай мы находим в творчестве Джеймса Максвелла, создателя электромагнитной теории света. Как Максвелл пришел к идее, что свет – это электромагнитные колебания? Любой философ или психолог, прилежно изучавший труды Декарта или Гегеля об интуиции, сказал бы, что эта идея была следствием его невероятной способности интуитивно постигать суть вещей. Однако такой ответ неверен. На самом деле секрет успеха Максвелла заключался в том, что он заметил сходство (аналогию) скоростей распространения света и электрических возмущений. Это и подтолкнуло его к разработке теории, объединяющей свет и электромагнитные колебания.

Насколько обычным людям (еще не сделавшим никаких открытий в науке) доступны операции индукции, аналогии и дедукции, которыми, как мы заметили, широко пользовались такие гении, как Ньютон, Дарвин и Максвелл? Чтобы ответить на этот вопрос, достаточно посетить какой-нибудь школьный класс и посмотреть, справятся ли дети с заданиями, в которых требуется реализовать то или иное рассуждение – дедуктивное, индуктивное или умозаключение по аналогии. Непосредственно перед проверкой следует разъяснить детям так называемую «алгоритмическую структуру» каждого из упомянутых типов рассуждений. Например, рассказать им об условиях, при соблюдении которых часто удается сформулировать справедливую догадку (гипотезу) на основе аналогии. Детям было бы интересно узнать, что при использовании процедуры (приема) аналогии необходимо: 1) стремиться к тому, чтобы было установлено как можно больше общих признаков сравниваемых предметов; 2) общие признаки сравниваемых предметов должны быть наиболее типичными для этих предметов; 3) установленные общие признаки сравниваемых предметов должны быть как можно более однотипными по сравнению с признаком, переносимым с одного предмета на другой.

Наконец, мы предлагаем школьникам задания, которые позволят проверить их логику (способность применять логические принципы). Кому-то досталась задача на дедукцию: все планеты имеют форму шара, Земля – планета, какой отсюда следует вывод? Кто-то получил задачу на индукцию: железо электропроводно, медь электропроводна, цинк электропроводен, олово электропроводно, алюминий электропроводен, платина электропроводна; железо, медь, цинк, олово, алюминий, платина – металлы. Какое умозаключение напрашивается в данном случае? Кому-то придется решать задачу на аналогию: электрическая искра (разряд конденсатора) характеризуется следующими признаками: дает свет, имеет ломаное направление, отличается быстротой движения, проводится металлами, создает треск или шум при взрыве, имеет серный запах, убивает животных, плавит металлы. Молния, возникающая при грозовых разрядах, имеет такие же признаки. Верно ли, что электрическая искра и молния – это одно и то же?

Проанализировав результаты тестирования, мы замечаем, что все школьники, ознакомившись с правилами логических умозаключений, успешно решают предложенные им задачи. О чем это свидетельствует? О том, что человеческая логика универсальна. Каждый человек, обладающий нормальным (здоровым) мозгом, способен пользоваться принципами этой логики, выводить одни утверждения из других, генерировать те или иные умозаключения (идеи, гипотезы) на основе анализа исходной информации.

Выше мы отмечали, что ни один из приверженцев наследственной парадигмы таланта (теории Гальтона) не обратил внимание на то обстоятельство, что базовый интеллект, необходимый для успешной деятельности в той или иной области, универсален, то есть присущ всем представителям человеческого рода. Теперь мы можем конкретизировать понятие базового интеллекта. Базовый интеллект – это человеческая логика. Ее универсальность – серьезный аргумент против концепции Гальтона. В самом деле, эта универсальность противоречит гипотезе о том, что гении науки – это исключительные, «избранные богом» люди, что простому смертному, не наделенному «генами таланта», не суждено делать научные открытия, обогащающие фонд человеческих знаний.

### **1.16. Опровержение антииндуктивистской позиции Карла Поппера**

Известный австрийский и британский философ Карл Поппер (1902-1994) утверждал, что индуктивный способ мышления – это выдумка исследователей, пытающихся внести какой-то порядок в необозримое множество приемов и процедур, использующихся в реальном научном поиске. В книге «Объективное знание» (2002) он отмечает: «Индукция – это безнадежная путаница, а поскольку проблему индукции можно решить хотя и в отрицательном смысле, но, тем не менее, достаточно недвусмысленно, мы можем считать, что индукция не играет никакой органической роли в эпистемологии или в методе науки и росте науки» (Поппер, 2002, с.88). В этом высказывании легко усмотреть попытку Поппера «эпатировать» (шокировать) публику и заявить претензию на то, что он разбирается в научных методах гораздо лучше, чем Френсис Бэкон или Исаак Ньютон. Но чтобы хорошо разбираться в этих методах, нужно самому заниматься эмпирическими (экспериментальными) исследованиями или, по крайней мере, глубоко изучать историю научных открытий. На самом деле Поппер не занимался ни тем, ни другим (ограничиваясь публикацией философских работ, в которых больше постулатов, чем доказательств).

Возьмем, например, историю открытия второго начала термодинамики (закона, согласно которому энтропия мира стремится к максимуму). Этот закон сформулировали в середине XIX столетия Рудольф Клаузиус и Вильям Томсон, лорд Кельвин. Первым индуктивным основанием для формулировки закона послужило утверждение Сади Карно о том, что тепло не может самопроизвольно переходить от холодного тела к горячему. Это утверждение легко обобщалось до принципа о том, что все термодинамические процессы, наблюдаемые на Земле, идут с уменьшением свободной энергии, способной совершать работу. А дальше Клаузиус и Томсон обобщили описанный принцип на всю Вселенную: все тепловые процессы во Вселенной идут так, что постоянно уменьшается свободная энергия, способная совершать работу. Отсюда возник вывод о тепловой смерти Вселенной. Почему здесь использовалась индукция? Потому что Клаузиус и Томсон не изучали тепловых процессов, происходящих в различных уголках Вселенной (ограничившись наблюдениями, проведенными на Земле). Переход от земных процессов к событиям, разворачивающимся во всей Вселенной, был возможен лишь при помощи смелой индукции, позволяющей осуществить экспансию за пределы того, что известно непосредственно из опыта.

Мы не случайно назвали индукцию Клаузиуса и Томсона (лорда Кельвина) «смелой». Она представляла собой значительный скачок от ограниченного числа фактов к общей идее, пытающейся описать события и явления, происходящие за миллиарды световых лет от нас. Другими словами, она распространяла на весь мир то, что мы наблюдали в наших земных условиях. При всей рискованности подобных экстраполяций именно они движут вперед науку.

Ценность таких обобщений всегда подчеркивал Ричард Фейнман - физик, разбиравшийся в науке гораздо лучше К. Поппера. Учитывая частое использование таких обобщений в атомной физике, Р. Фейнман в книге «Характер физических законов» (1987) писал: «Часто приходится слышать жалобы на то, что мы совершенно необоснованно

распространяем на сферу атомной физики наши представления о частицах, траекториях и т.п. Но ведь это совсем не так, в подобной экспансии нет ничего необоснованного. Мы просто обязаны, мы вынуждены распространять всё то, что мы уже знаем, на как можно более широкие области, выходить за пределы уже постигнутого. Опасно? Да. Ненадежно? Да. Но ведь это единственный путь прогресса. Хотя этот путь неясен, только на нем наука оказывается плодотворной» (Фейнман, 1987, с.150).

Карл Поппер считается автором принципа фальсификации, согласно которому ученый должен стремиться к поиску фактов и идей, опровергающих ту или иную теорию. Он также утверждал, что между верификацией и фальсификацией существует логическая асимметрия. По его мнению, миллиарды подтверждений не способны увековечить теорию, но достаточно одного негативного факта, чтобы логически подорвать ее. Как Поппер пришел к принципу фальсификации? Основываясь на том, что теория пространства, времени и тяготения, построенная Ньютоном, была заменена теорией относительности Эйнштейна, которая оказалась более точной. В истории науки существует множество примеров (фактов), когда одна теория приходит на смену другой, но Поппер сосредоточил свое внимание лишь на одном примере (факте) – замене теории Ньютона концепцией Эйнштейна. Отталкиваясь от этого факта, он пришел к общему утверждению о важной роли феномена фальсификации в науке. Единичный случай, от которого он отталкивался, играл роль исходной посылки (эмпирического основания) его индуктивного обобщения! Следовательно, сам Карл Поппер использовал в своих рассуждениях индукцию (причем неполную), но в то же время пытался убедить читателей в том, что индукции не существует! В этом смысле Карл Поппер напоминает персонажа французского писателя Мольера, который не знал, что всю жизнь говорит прозой.

### **1.17. Случайные открытия – еще один довод против наследственной трактовки таланта**

Чтобы формулировать новые идеи (гипотезы), нужно иметь материал, допускающий то или иное обобщение. Нужно иметь информацию, которая допускает обработку на основе правил индукции (а также дедукции и аналогии). Каков источник этой информации? Откуда берутся факты, на базе которых возникают новые гипотезы? Внимательное изучение истории научных открытий показывает, что источником этих фактов является метод проб и ошибок (метод последовательного перебора), который применяется всякий раз, когда мы проникаем за грань известного. Хорошей иллюстрацией сказанного может быть творчество немецкого иммунолога и бактериолога, лауреата Нобелевской премии Пауля Эрлиха (1854-1915), а именно изобретение им средства против сифилиса – препарата под названием «сальварсан».

Эрлих разработал данный препарат в результате длительного поиска, в ходе которого он синтезировал 605 химических соединений и забраковал их, так как они не обладали нужными свойствами. И лишь препарат под номером «606» (представлявший собой 606-ю попытку ученого получить желаемое вещество) оказался удачным. Т. Зими́на и В. Батраков в статье «Комбинаторная химия: новые задачи органического синтеза» (журнал «Химия и жизнь», 1999, № 9) пишут о методе последовательного перебора, который использовал Эрлих в своем исследовании: «В начале нынешнего века П. Эрлих синтезировал сальварсан – средство для лечения сифилиса. Это было первое вещество искусственного происхождения с заданными биологическими свойствами. Рабочее название этого препарата «606» указывало на то, что, прежде чем добиться успеха, Эрлих 605 раз терпел неудачу, работая практически вслепую, методом проб и ошибок» (Зими́на, Батраков, 1999, с.21).

Но метод проб и ошибок – не единственный источник исходных посылок для наших индуктивных обобщений. Другим таким источником является фактор случая в научном поиске или, проще выражаясь, случайные (незапланированные) открытия. Ученый всегда

работает в рамках какой-то вполне определенной научной программы, задачи и цели которой заранее известны. Можно назвать работу в рамках указанной программы «поиском А». Однако в процессе поиска, мотивированного конкретной целью, нередко удается обнаружить нечто, не предусмотренное ни программой исследований, ни целями, которые изначально ставились. Это и есть случайное (неожиданное) открытие, которое можно обозначить как «открытие Б». Подобные находки часто называют «серендипными», сделанными по принципу «серендипити»: искал одно, нашел другое. Вел «поиск А», а в итоге натолкнулся на «открытие Б». Историкам науки известно множество открытий, сделанным таким непреднамеренным образом. Ниже приводится таблица, в которой представлены некоторые открытия, сделанные благодаря счастливому случаю.

**Таблица 2. Научные открытия, в генезисе которых сыграл роль фактор случая**

<b>№</b>	<b>Автор открытия</b>	<b>Содержание открытия</b>
1.	Вильгельм Рентген (Нобелевская премия по физике за 1901 г.)	Открытие рентгеновских волн
2.	Анри Беккерель (Нобелевская премия по физике за 1903 г.)	Открытие явления радиоактивности
3.	Роберт Милликен (Нобелевская премия по физике за 1923 г.)	Определение величины заряда электрона
4.	Карл Андерсон (Нобелевская премия по физике за 1936 г.)	Открытие элементарной частицы – позитрона
5.	Клинтон Дэвиссон (Нобелевская премия по физике за 1937 г.)	Открытие дифракции электронов
6.	Ирвинг Ленгмюр (Нобелевская премия по химии за 1932 г.)	Открытие электронной эмиссии на поверхности вольфрамовой нити
7.	Павел Алексеевич Черенков (Нобелевская премия по физике за 1958 г.)	Открытие изучения Черенкова-Вавилова
8.	Энрико Ферми (Нобелевская премия по физике за 1938 г.)	Открытие эффекта замедления нейтронов, получение тепловых нейтронов
9.	Джон Бардин, Уолтер Браттейн (Нобелевская премия по физике за 1956 г.)	Открытие транзисторного эффекта
10.	Луис Альварес (Нобелевская премия по физике за 1968 г.)	Открытие мюонного катализа
11.	Энтони Хьюиш (Нобелевская премия по физике за 1974 г.)	Открытие радиопульсаров, т.е. нейтронных звезд
12.	Арно Пензиас, Роберт Уилсон (Нобелевская премия по физике за 1978 г.)	Открытие космического микроволнового реликтового излучения

Случайные открытия – еще один аспект научного поиска, опровергающий наследственную концепцию таланта, предложенную Ф.Гальтоном. Эти открытия, как правило, представляют собой находки, о которых ученый не думал, не догадывался и не мог догадываться; они – результат вторжения непредвиденных обстоятельств в ход эксперимента, в экспериментальную обстановку, которую нельзя «просчитать» во всех деталях. В молекуле ДНК исследователя, делающего случайное открытие, не записана информация об этих непредвиденных обстоятельствах. Думать иначе – значит, мистифицировать научное творчество.

В качестве примера рассмотрим открытие рентгеновских лучей, сделанное в 1895 г. немецким физиком Вильгельмом Конрадом Рентгеном (1845-1923), работавшим в Вюрцбургском университете. Как известно, рентгеновским лучам и их использованию посвящены горы книг и статей. Только за один год, последовавший за первым сообщением В. Рентгена об X-лучах, появилось более тысячи публикаций в научных журналах и прессе. Практическое применение X-лучей в медицине и технике прославило имя Вильгельма Рентгена. Вюрцбургский ученый открыл эти лучи следующим образом. В течение дня он изучал катодные лучи, для чего использовал катодную трубку (называемую также разрядной трубкой). Покидая лабораторию и выключив свет в помещении, 50-летний физик случайно заметил свечение фосфоресцирующего экрана, находившегося вблизи разрядной трубки. Это свечение наблюдалось несмотря на то, что разрядная трубка была закрыта непрозрачным черным картоном. Детали открытия, сделанного В. Рентгеном, описываются, например, в книге А.С. Майданова «Методология научного творчества» (2008).

Какой непредвиденный фактор вторгся в эксперимент В. Рентгена, изучавшего катодные лучи? Фосфоресцирующий экран, случайно оказавшийся вблизи разрядной трубки – источника катодных лучей. Помимо этого, важную роль сыграло еще одно непредвиденное обстоятельство: покидая лабораторию, ученый случайно заметил, что этот экран светится, хотя разрядная трубка была закрыта черным картоном. Это наводило на мысль, что разрядная трубка испускает лучи, способные проникать сквозь этот картон. Нужен ли был какой-либо природный талант, чтобы обнаружить свечение упомянутого экрана и заинтересоваться непонятным явлением? Нет. Были ли в молекуле ДНК В. Рентгена записаны сведения о непредвиденных обстоятельствах, позволивших сделать фундаментальное открытие? Нет. Тогда что дает нам право утверждать (как это делал Френсис Гальтон), что выдающиеся ученые имеют наследственный талант делать научные открытия?

### **1.18. Одновременные (повторные) научные открытия – решающий аргумент против наследственной парадигмы Гальтона**

Одновременные научные открытия – это одинаковые (идентичные) экспериментальные результаты, а также изобретения, гипотезы, идеи и теории, к которым разные ученые приходят независимо друг от друга и практически одновременно. Возможны также случаи, когда аспект одновременности отсутствует, но, тем не менее, исследователи приходят к одному и тому же результату независимо, не зная ничего друг о друге (по крайней мере, не зная о том, что удалось обнаружить и исследовать другим труженикам науки). В этом случае говорят, что один ученый (или научный коллектив) переоткрыл результаты другого. Специалисты давно пытаются понять, почему происходят одновременные открытия, почему разные люди время от времени формулируют одни и те же идеи. Многие из них (специалистов) вплотную подошли к правильному объяснению подобных открытий.

М.Г. Ярошевский в книге «История психологии» (1976) использовал термин «вектор движения познания»: «Гельмгольц, Майер и Джоуль почти одновременно открыли закон сохранения энергии, Белл и Мажанди – различие между функциями задних и передних корешков спинномозговых нервов и т.д. <...> Имеется объективный, независимый от творческих возможностей отдельных индивидов вектор движения познания. Мы часто пользуемся выражением «время созрело». Под этим, конечно, подразумевается не чисто календарное, но «событийное» время, т.е. концентрация в определенную эпоху событий, неотвратимо порождающих определенный эффект» (М.Г. Ярошевский, 1976).

Разъясняя свою мысль, М.Г. Ярошевский в книге «Уолтер Кеннон» (1976) отмечает: «Одновременное появление одних и тех же концепций, выдвигаемых независимо друг от

друга различными авторами, - важный показатель обусловленности динамики научных идей объективной ситуацией в развитии познания» (Ярошевский, 1976, с.120).

П.С. Кудрявцев считает, что одновременные открытия дают возможность сформулировать «закон созревания открытий». В книге «Курс истории физики» (1982) он, обсуждая открытие Майклом Фарадеем эффекта электромагнитной индукции, говорит: «После публикации Фарадея многие физики осознали, что они наблюдали в своих экспериментах по магнитному действию токов аналогичные явления. Открытие «носилось в воздухе». В истории науки действует закон созревания открытий: наступает время, когда открытие должно быть сделано, оно созрело. Так было с законом тяготения, с открытием математического анализа, так было и с законом индукции» (П.С. Кудрявцев, 1982).

Шведско-американский космолог и астрофизик Макс Тегмарк полагает, что, если «идея носится в воздухе», это означает, что в науке уже поставлены правильные вопросы и появились инструменты (средства) для решения этих вопросов. В книге «Наша математическая Вселенная» (2016) он пишет: «Изучая историю, я также пришел к пониманию того, что значительная часть всех прорывов в науке совершалась неоднократно: когда правильные вопросы носят в воздухе, а инструменты для работы с ними уже доступны, многие независимо друг от друга будут, естественным образом, находить одни и те же ответы» (М. Тегмарк, 2016).

Очень близко к верному истолкованию одновременных открытий подошли отечественные историки науки А.Т. Григорьян и А.Н. Вяльцев, которые в книге «Генрих Герц» (1968) констатируют: «Независимое отыскание одного и того же решения несколькими учеными служит лучшим показателем логической обусловленности научного развития» (Григорьян, Вяльцев, 1968, с.265).

Итак, почему же на определенном этапе развития науки возникает ситуация, которую мы часто характеризуем словами «идея носится в воздухе»? Почему в таких ситуациях ученые делают одинаковые (тождественные) открытия? Ответ весьма прост: потому что в науке появляются факты, которые допускают индуктивное обобщение (обработку на основе индукции и аналогии). Другими словами, наука достигает такого уровня развития, когда в ней появляется информация, на основе которой, используя процедуры индукции и аналогии, можно выдвинуть определенную гипотезу (идею). Конечно, такое объяснение звучит парадоксально. Разве можно объяснить все одновременные открытия столь простым способом? На самом деле анализ процесса возникновения новых идей свидетельствует о том, что именно так и следует объяснять независимые (повторные) открытия.

Теперь постараемся сделать как можно больше выводов, которые в качестве логических следствий вытекают из феномена одновременных научных открытий.

Первое следствие: независимые (повторные) открытия ставят под сомнение концепцию наследственного таланта, построенную Гальтоном. Как мы отмечали, желая доказать наследственную природу экстраординарных умственных способностей гениев, Гальтон анализировал экзаменационные оценки студентов, родословные выдающихся людей и интеллектуальное сходство близнецов (однойяцевых и других). Он утверждал, что если мы зафиксировали интеллектуальное сходство близнецов, то, поскольку они имеют одинаковую наследственность (идентичные гены), мы тем самым получаем в руки доказательство того, что интеллект – продукт наследственности. Иначе говоря, по мысли Гальтона, как только мы обнаружили психологическое сходство близнецов, должны исчезнуть все сомнения в биологической обусловленности этого сходства (ведь у них одинаковые гены).

Используя схему рассуждений Гальтона, мы должны задать вопрос: как следует интерпретировать ситуации, когда разные ученые (люди, имеющие разную наследственность), делают одни и те же научные открытия, то есть демонстрируют один и тот же уровень интеллекта, который необходим для подобных открытий? По сути дела, одновременные открытия – это пример сходства интеллекта разных людей, обладающих разными генами, но пришедших к идентичным научным результатам. Если теория Гальтона

верна, то одновременных открытий вообще не должно быть. Однако они случаются (причем достаточно часто), и это говорит о том, что концепция врожденного таланта ошибочна.

Следствие второе: независимые (повторные) открытия доказывают универсальность человеческой логики (базового интеллекта). В самом деле, Гальтон утверждал, что наследственность задает «потолок наших возможностей», пределы того, чего мы можем достичь, пользуясь своим интеллектом. Согласно кузену Дарвина, интеллектуальные достижения гениев, то есть те достижения, благодаря которым они получили «титул гения», недоступны обычным людям. Эта недоступность детерминируется (определяется) тем, что у обычных людей нет наследственности, которой обладают гениальные люди. Однако одновременные научные открытия опровергают эту схему аргументов Гальтона. Одновременность открытий говорит о том, что научный успех, достигнутый одним исследователем, может быть достигнут другим исследователем; научный результат, полученный одним физиком, химиком, биологом или математиком, может быть получен другим специалистом.

Возьмем, например, историю открытия волнового уравнения Клейна – Гордона, которое является релятивистской версией знаменитого уравнения Шредингера. Чтобы открыть уравнение Клейна – Гордона, нужно было (по аналогии) перенести его в релятивистскую область и соответствующим образом модифицировать. Иначе говоря, это уравнение нужно было обобщить так, чтобы силы, описываемые уравнением, зависели от скорости. Исходя из названия уравнения, можно прийти к выводу, что такое обобщение смогли получить два физика – шведский ученый Оскар Клейн (1894-1977) и немецкий физик Вальтер Гордон (1893-1939). Однако историкам науки известно, что независимо от О. Клейна и В. Гордона аналогичное обобщение получили многие другие физики. Среди них отечественные ученые Владимир Александрович Фок (1898-1974) и Яков Ильич Френкель (1894-1952), французский физик Луи де Бройль (1892-1987), австро-швейцарский физик Вольфганг Паули (1900-1958), сам Эрвин Шредингер (1887-1961), автор исходного уравнения, и еще несколько человек.

М.А. Ельяшевич в статье «От возникновения квантовых представлений до становления квантовой механики» (журнал «Успехи физических наук», 1977, том 122, № 4) пишет: «Естественно было искать релятивистское волновое уравнение для частицы в виде дифференциального уравнения второго порядка относительно координат и времени. Первым опубликовал такое уравнение (исходя из пятимерной формулировки теории относительности) Клейн в работе от 28 апреля 1926 г. [87] (он ссылаясь на работы Шредингера [71] и [73]). Это уравнение содержит, наряду со вторыми производными по координатам, вторую производную по времени  $d^2/dt^2$ . Оно затем было **независимо** получено в ряде работ - Фоком [95, 114], Шредингером (в четвертом сообщении [77]), Де Дондером и Ван-ден-Дунгеном [103], де Бройлем [111], Кударом [120], Гордоном [125] (в работе, посвященной теории эффекта Комптона). Это уравнение часто называют уравнением Клейна - Гордона; правильнее его называть уравнением Клейна – Фока. Получил его уже в апреле 1926 г. также и Паули, который привел его в письме к Иордану (смотрите подробнее в [320]), но не опубликовал, как и свои результаты по связи волновой механики с матричной» (Ельяшевич, 1977, с.699).

Приведенная цитата из статьи М.А. Ельяшевича свидетельствует о том, что он не знал о причастности Я.И. Френкеля к открытию уравнения Клейна – Гордона. Между тем Я.И. Френкель открыл его в 1926 г. вполне самостоятельно и доложил о своей находке на семинаре Гильберта, но не стал публиковать, так как узнал, что оно уже опубликовано Оскаром Клейном и Вальтером Гордоном. В.Я. Френкель в книге «Яков Ильич Френкель» (1966) отмечает: «В примечании к релятивистскому уравнению Шредингера Яков Ильич пишет: «Это уравнение было найдено мною и доложено на семинаре профессора Гильберта в Геттингене в мае 1926 г. Я отказался, однако, от его публикации, узнав, что оно было практически одновременно найдено Клейном» (Френкель, 1966, с.194).



Почему столь большое количество ученых смогли независимо вывести уравнение Клейна – Гордона? Потому что у них были одинаковые гены? Нет, причина кроется в другом. Ознакомившись с уравнением Шредингера, они увидели возможность его обобщения на релятивистскую область. Воспользовавшись аналогией (замечательным индуктивным приемом), они и осуществили это обобщение. Другими словами, каждый из физиков владел одной из процедур логики и использовал ее для решения проблемы. Можно ли найти более весомый пример универсальности человеческой логики?

Следствие третье: независимые (повторные) открытия доказывают правоту французского мыслителя Клода Адриана Гельвеция (1715-1771), который в своих трактатах «Об уме» и «О человеке» утверждал, что все люди с нормальной организацией (без каких-либо серьезных патологий) рождаются с одинаковыми способностями к умственному труду. В пользу этого взгляда Гельвеций приводил тот факт, что обычные люди прекрасно понимают истины, открытые теми, кого мы называем гениями. В трактате «О человеке» («Собрание сочинений», 1974) он пишет: «Если бы существовали идеи, до которых не могут подняться обыкновенные люди, то некоторые истины на протяжении веков были бы поняты на земле лишь двумя или тремя столь хорошо организованными людьми. Остальная часть жителей земли пребывала бы в этом отношении в неустранимом неведении. Открытие, что квадрат гипотенузы равен сумме квадратов двух других сторон треугольника, было бы доступно только какому-нибудь новому Пифагору; человеческий ум не был бы способен к совершенствованию; наконец, существовали бы истины, доступные лишь избранным людям. Между тем опыт показывает, что самое возвышенное открытие, если оно ясно изложено, понятно всем. Отсюда и то чувство удивления и стыда, всегда испытываемое нами, когда мы себе говорим: нет ничего проще этой истины; как это я никогда не замечал ее» (Гельвеций, 1974, с.152).

Но феномен одновременных открытий – более убедительный аргумент в пользу утверждения Гельвеция. Повторим, что, если бы существовали идеи, до которых могут подняться лишь отдельные «избранные» личности, этот феномен был бы невозможен. Позволим себе привести следующий пример. Общепринято считать, что первооткрывателем закона взаимодействия электрических зарядов является французский физик Шарль Кулон (1736-1806). Поэтому, обсуждая данное взаимодействие, говорят о «законе Кулона». С точки зрения концепции Гальтона, рождение гения – редкое явление, соответственно, открыть закон взаимодействия электрических зарядов мог лишь один какой-нибудь «избранник богов», наделенный уникальной наследственностью. Однако в действительности, кроме Шарля Кулона, этот закон независимо открывали британский ученый Джозеф Пристли (1733-1804), его соотечественник Генри Кавендиш (1731-1810) и германо-российский физик Франц Эпинус (1724-1802). Кавендиш и Кулон открыли упомянутый закон экспериментально, а Пристли и Эпинус – теоретически. Последним вновь помогла аналогия: они предположили, что сила взаимодействия электрических зарядов должна быть обратно пропорциональна квадрату расстояния между зарядами, руководствуясь аналогией с законом гравитации Ньютона (законом обратных квадратов).

Следствие четвертое: независимые (повторные) открытия бросают тень на концепцию внезапного озарения, то есть выбивают почву (фундамент) из идеи существования интуиции – спонтанного, ничем не обусловленного акта постижения истины. Действительно, если одновременные открытия совершаются тогда, когда в науке (на определенной стадии ее развития) появляются факты, допускающие индуктивное обобщение или обработку на основе аналогии, то какой смысл рассуждать об интуиции? Между прочим, об этом догадывался М.Г. Ярошевский – ученый, которого мы уже цитировали. В статье «А.А. Смирнов и история отечественной психологии (памяти ученого)» (журнал «Вопросы психологии», 1981, № 3), говоря о развитии науки, М.Г. Ярошевский замечает: «Это развитие действительно подчинено объективным закономерностям, подтверждением чего служит, в частности, феномен так называемых «одновременных открытий», т. е. открытий, производимых независимо друг от друга

различными учеными. Ничего не зная о поисках коллег, они приходят к тем же или сходным результатам. Таковы знаменитые одновременные открытия Белла и Мажанди, Дарвина и Уоллеса и многие другие. То, что психологу может представиться «спонтанным инсайтом» и т. п., является в действительности эффектом созревания в отдельном уме идей, подготовленных независимой от этого ума логикой разработки научного предмета в данной исследовательской ситуации» (Ярошевский, 1981, с.105).

Мы говорим, что он (Ярошевский) «догадывался» о связи между одновременными открытиями и вопросом о реальности «спонтанного инсайта». Почему всего лишь «догадывался»? Потому что Михаил Григорьевич не развил мысль об этой связи, не разработал систему аргументов, показывающих, что феномен независимых (повторных) открытий противоречит концепции внезапного озарения. Легко понять причину этого. М.Г. Ярошевский был психологом, учеником С.Л. Рубинштейна, а в психологии весьма сильны позиции сторонников теории инсайта. Во всех учебниках психологии описывается эксперимент немецкого исследователя Вольфганга Келера (1887-1967), который, работая в 1920-е годы на станции по изучению антропоидов (Канарский архипелаг), обнаружил, что шимпанзе способны решать задачи путем инсайта, то есть демонстрировать «интуитивное научение».

Ж. Годфруа в 1-ом томе книги «Что такое психология» (1992) описывает этот эксперимент Вольфганга Келера: «Одна из обезьян Келера в эксперименте с недостижимым для нее бананом сначала пыталась достать плод одной палкой, потом другой, но палки были слишком коротки. Тогда она прекратила свои попытки, стала разглядывать находившиеся около нее предметы и вдруг быстро проделала логичную последовательность действий: схватила обе палки, вставила их одну в другую, просунула между прутьев клетки и достала банан. В англоязычной литературе такое внутреннее связывание элементов, из которых складывается решение, получило название инсайт (insight – проникновение внутрь, постижение)» (Годфруа, 1992, с.321-322).

На самом деле обезьяна (по имени Султан), чьи действия В. Келер интерпретировал как «интуитивное научение», не демонстрировала никакого инсайта. Еще до упомянутого эксперимента Султан знал, что достать банан можно путем соединения двух палок. Это знание у шимпанзе сформировалось непреднамеренным образом, когда однажды во время игры Султан случайно вставил одну палку в другую. Таким образом, в эксперименте В.Келера обезьяна продемонстрировала не инсайт, а способность к аналогии, к переносу удачных форм поведения из одной ситуации в другую.

Джейн Моррис Гудолл в книге «Шимпанзе в природе: поведение» (1992) пишет: «...После того, как животные получали возможность свободно играть с палками, накопленный в игре опыт они могли уже применить и в специальном тесте. Султан, например, «догадался» соединить друг с другом две палки и таким образом удлинить орудие настолько, чтобы достать расположенную вне клетки пищу, только после того как однажды во время игры он **случайно** вставил одну палку в другую. До тех пор решение задачи Султану никак не давалось, хотя Келер даже сам продемонстрировал шимпанзе богатые возможности полой палки, засунув в один из ее концов палец животного» (Гудолл, 1992, с.36-37).

### 1.19. Детальный анализ процессуальных аспектов одновременных открытий

Чтобы доказать несовместимость феномена одновременных открытий и концепции врожденного дара творчества, необходимо проанализировать конкретные процессуальные аспекты мышления ученых, которые независимо друг от друга приходили к одинаковым (тождественным) научным результатам. Поэтому перейдем к данному анализу. Мы рассмотрим генезис ряда научных идей в области физики, химии и биологии.

**Формулировка идеи об электрической природе молнии.** Традиционно приоритет этой идеи отдается американскому ученому Бенджамину Франклину (1706-1790). Но были исследователи, которые независимо от него приходили к той же идее. Чешский ученый-экспериментатор Прокоп Дивиш (1698-1765) – один из тех, кто самостоятельно изучал природу молнии. Еще до экспериментов по запуску воздушного змея в грозовую погоду гипотеза об электрической природе молнии выдвигалась на основании аналогии между молнией и электрической искрой, возникающей при разряде лейденской банки (конденсатора). В.П. Карцев в книге «Приключения великих уравнений» (1986) приводит длинный список признаков, по которым молния и электрическая искра похожи друг на друга. Этот список был составлен в ноябре 1749 г. Б. Франклином. Мы использовали его, когда обсуждали решение логических задач (тестов на логику) в школьном классе. Приведем его еще раз. Молния и электрическая искра аналогичны в следующих признаках: дают свет, имеют ломаное направление, быстроту движения, проводятся металлами, создают треск или шум при взрыве, разрывают предметы, через которые проходят, убивают животных, плавят металлы, имеют серный запах. Таким образом, гипотеза об электрической природе молнии возникла на базе аналогии между молнией и электрической искрой. Для реализации этой аналогии не требовались «гены сверхординарного интеллекта».

**Открытие электромагнитной индукции.** Эффект электромагнитной индукции был независимо открыт двумя учеными – англичанином Майклом Фарадеем (1791-1867) и американцем Джозефом Генри (1797-1878). Мысль о возможности подобного эффекта возникла сразу после того, как Ханс Эрстед обнаружил влияние электрического тока на магнитную стрелку компаса. Ученые рассуждали: если электрический ток порождает магнитное поле, то, аналогично, магнитное поле должно порождать электричество. Мысль достаточно простая, но для того, чтобы обнаружить условия, при которых магнетизм генерирует электричество, Фарадею понадобилось 11 лет исследований. Как показывает его лабораторный журнал, за это время он поставил огромное количество экспериментов, и лишь один из них, наконец, позволил обнаружить эффект электромагнитной индукции. Фарадей не знал, что электрическое поле должно создаваться при движении магнита (или магнитного поля). Он пытался найти указанный эффект в опытах, в которых отсутствовало движение магнита. В этом состоит одна из причин его длительных поисков. Следовательно, открытие искомого эффекта стало результатом использования метода проб и ошибок (о котором мы писали, поясняя, откуда берется материал для наших обобщений). История открытия электромагнитной индукции освещается в книге Э. Маха «Познание и заблуждение» (2003), в работе Джеймса Трефила «200 законов мироздания» (2007) и т.д.

**Открытие закона сохранения энергии.** Авторами данного закона являются три исследователя: Роберт Майер (1814-1878), Герман Гельмгольц (1821-1884) и Джеймс Прескотт Джоуль (1818-1889). Р. Майер впервые пришел к идее о сохранении энергии (живой силы) по аналогии с законом сохранения массы вещества, сформулированным, как известно, французом Антуаном Лавуазье и нашим соотечественником Михаилом Ломоносовым. Позже Р. Майер вычислил механический эквивалент теплоты – количественное соотношение между механической и тепловой энергией. Г. Гельмгольц пришел к идее сохранения энергии по аналогии с принципом сохранения живых сил, который ранее формулировали Х. Гюйгенс, Г. Лейбниц, И. Бернулли и его сын Д. Бернулли. Путь Р. Майера к открытию закона сохранения энергии (первого начала термодинамики) обсуждается в книге А.И. Уемова «Аналогия в практике научного исследования» (1970), в очерке А.Азимова «Миры внутри миров» (2004), а также в монографии Гуго Глязера «Исследователи человеческого тела от Гиппократов до Павлова» (1956). Исходные посылки, на базе которых Г. Гельмгольц сделал аналогичное открытие, описываются в книге Я.М. Гельфера «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981). Что

касается Джеймса Джоуля, то он провел множество различных экспериментов, позволивших определить механический эквивалент теплоты. Эти эксперименты индуктивно привели его к закону сохранения энергии. Детали его опытов рассматриваются в книге У.И. Франкфурта «Закон сохранения и превращения энергии» (1978). Мы видим, что каждый из трех ученых шел к открытию своим путем, но все они использовали научные методы (эксперимент, наблюдение, индуктивное обобщение), являющиеся стандартными стратегиями поиска истины.

**Разработка планетарной модели атома.** Пальма первенства в формулировке планетарной модели атома отдается британскому физику, лауреату Нобелевской премии Эрнесту Резерфорду (1871-1937). Это связано с тем, что в 1909 г. его помощники Ханс Гейгер и Эрнст Марсден, бомбардируя атомы золотой фольги альфа-частицами, получили результаты, свидетельствующие о существовании атомного ядра, в котором сосредоточена основная масса атома. Это сразу наводило на мысль о том, что электроны вращаются вокруг ядра точно так же, как планеты вращаются вокруг Солнца. Однако исторические материалы говорят о том, что независимо от Резерфорда планетарную модель атома предложил француз Жан Батист Перрен (1870-1942), получивший в 1926 г. Нобелевскую премию по физике за экспериментальное доказательство теории броуновского движения, созданной А. Эйнштейном. Кроме того (опять же независимо), планетарную модель атома построил японский физик Хентаро Нагаока (1865-1950). Оба исследователя – Перрен и Нагаока – пришли к этой модели по аналогии с устройством Солнечной системы. Они предположили, что вращающиеся электроны притягиваются к атомному ядру за счет электростатических сил взаимодействия подобно тому, как планеты притягиваются к Солнцу силами гравитации. В.С. Степин в книге «Научное познание в социальном контексте» (2012) пишет об аналогии, которую использовал Нагаока: «Ее создатель, опираясь на высказанную Кельвином идею о возможности уподобить конфигурацию зарядов, из которых должен состоять атом, системам тяготеющих масс небесной механики, перенес отношения между стабильными конфигурациями таких масс (например, планет и Солнца в солнечной системе, планеты и ее спутников) на заряды, образующие атом» (Степин, 2012, с.105). «Нагаока пользовался вначале моделью единичных тел, вращающихся вокруг центрального тела, а затем, с целью найти аналог многоэлектронных орбит, использовал аналогию между ними и кольцами, вращающимися вокруг Сатурна» (там же, с.105).

**Формулировка идеи о том, что электроны в атоме движутся по эллиптическим орбитам.** В 1915 г. немецкий физик-теоретик и математик Арнольд Зоммерфельд (1868-1951) выдвинул гипотезу о том, что электроны в атоме движутся по эллиптическим орбитам. Одновременно он предложил математический аппарат для вычисления этих орбит. Гипотеза позволяла (с точки зрения Зоммерфельда) объяснить тонкую структуру спектральных линий атомов. Этот результат Зоммерфельда обсуждается практически во всех учебниках по квантовой физике и неизменно связывается с его именем. Однако независимо от него аналогичный результат опубликовали еще два исследователя: англичанин Вильям Вильсон (Уильям Уилсон, 1875-1965) и японец Джун Ишивара (1881-1947). Соответствующие сведения можно найти в 3-м томе книги П.С. Кудрявцева «История физики» (1971), в статье М.А. Ельяшевича «Развитие Нильсом Бором квантовой теории атома и принципа соответствия» (журнал «Успехи физических наук», 1985, том 147, № 2), а также в книге Г.А. Сарданашвили «Дмитрий Иваненко – суперзвезда советской физики» (2010). Отметим, что все трое – Зоммерфельд, Вильсон и Ишивара – пришли к идее об эллиптических орбитах электронов в атоме по аналогии с тем, что планеты, вращаясь вокруг Солнца, описывают эллипсы. Напомним, что эллиптические орбиты планет впервые установил Иоганн Кеплер (1751-1630).

**Теоретическое предсказание дифракции электрона.** В 1923 г. французский физик Луи де Бройль размышлял о том, как совместить волновую природу света, которая подтверждается такими эффектами, как дифракция и интерференция, с корпускулярной природой света, которая нашла свое выражение в гипотезе А. Эйнштейна о том, что свет – это кванты (фотоны). Эйнштейн предложил данную гипотезу в 1905 г., проанализировав фотоэлектрический эффект (фотоэффект) – явление выбивания электронов из вещества ультрафиолетовым светом. В результате размышлений Луи де Бройль пришел к выводу о корпускулярно-волновой природе света, о том, что световые лучи являются одновременно и волнами, и корпускулами. Но это был лишь первый шаг. В том же 1923 г. он заключил, что принцип корпускулярно-волнового дуализма должен относиться не только к свету, но и к веществу. В рамках такой точки зрения крупные объекты также должны демонстрировать корпускулярно-волновое поведение. Но чем массивнее объект, тем в меньшей степени проявляются его волновые свойства. Одна из важных идей, сформулированных Луи де Бройлем (1924), – идея о существовании дифракции электронов (которая впоследствии была подтверждена экспериментально). Это результат, благодаря которому он получил в 1929 г. Нобелевскую премию по физике. Но историки науки выяснили, что примерно в тот же период времени 1924-1925 гг. Эйнштейн независимо от де Бройля предсказал дифракцию электронов. Как же оба ученых пришли к этому предсказанию? По аналогии с эффектом дифракции света. Сейчас удивительно, почему другие ученые не догадались провести такую же аналогию (настолько она проста!). Эта аналогия освещается во многих работах, в том числе в книге А. Пайса «Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна» (1989).

**Открытие комбинационного рассеяния света.** Этот эффект открыли в 1928 г. отечественные ученые Леонид Исаакович Мандельштам (1879-1944) и Григорий Самуилович Ландсберг (1890-1957). Независимо от них данный физический эффект обнаружили индийские исследователи Венката Раман (1888-1970) и Сриниваза Кришнан. В 1930 г. Венката Раман удостоен Нобелевской премии по физике. Мандельштам и Ландсберг эту премию не получили, так как опоздали с публикацией своих результатов. Примечательно, что обе группы ученых пришли к открытию различными путями, однако их объединяло использование аналогий (которые, как мы уже отмечали, являются важным компонентом индуктивных рассуждений). В. Раман пришел к идее о существовании комбинационного рассеяния света по аналогии с эффектом Комптона – явлением увеличения длины волны рентгеновских лучей при их рассеянии на свободном или связанном электроны. Л.И. Мандельштам пришел к идее, которая (при постановке экспериментов) привела его к обнаружению комбинационного рассеяния света, по аналогии с радиофизическим эффектом модуляции и изменения длины радиоволн звуковыми колебаниями. Рассуждения В. Рамана, заставившие его провести эксперимент, описываются в статье В.Л. Гинзбурга и И.Л. Фабелинского «К истории открытия комбинационного рассеяния света» («Вестник РАН», 2003, том 73, № 3), а также в Нобелевской лекции В. Рамана (сборник «Лауреаты Нобелевской премии по физике. Биографии, лекции, выступления», 2005). Аналогия, которой руководствовался Л.И. Мандельштам, рассматривается в статье И.Л. Фабелинского «Предсказание и обнаружение тонкой структуры линии Рэлея» (журнал «Успехи физических наук», 2000, том 170, № 1), а также в статье С.М. Рытова «Л.И. Мандельштам и учение о модуляции» (сборник «Академик Л.И. Мандельштам», 1979).

**Создание микроскопической теории сверхпроводимости.** Авторами данной теории, являются Джон Бардин, Леон Купер и Роберт Шриффер, которые в 1972 г. награждены Нобелевской премией по физике. В основе их теории лежит представление о парных корреляциях электронов, то есть о том, что при очень низкой температуре электроны металла объединяются в пары, что и приводит к возникновению сверхпроводимости.

Впервые это представление изложил Леон Купер (род. 1930 г.). Традиционно теорию, разработанную Бардином, Купером и Шриффером, называют «теорией БКШ», но на самом деле эквивалентную концепцию сверхпроводимости создал отечественный физик Николай Николаевич Боголюбов (1909-1992). И вновь на помощь пришла аналогия. Еще в 1947 г. Н.Н. Боголюбов разработал теорию сверхтекучести жидкого гелия, в которой использовал каноническое преобразование («преобразование Боголюбова»), предназначенное для диагонализации квантовой части гамильтониана, с учетом парных корреляций бозонов в жидком гелии. Когда отечественный физик ознакомился с гипотезой Купера о парных корреляциях электронов (фермионов) в сверхпроводнике, он понял, в чем должен состоять следующий шаг. Усмотрев аналогию между сверхтекучестью и сверхпроводимостью, Боголюбов перенес в теорию сверхпроводимости свое каноническое преобразование, благодаря чему независимо от американских ученых получил результат, достойный Нобелевской премии. Сведения об этом переносе (анalogии) Боголюбова можно найти в статье Д.В. Ширкова «Воспоминания о Николае Николаевиче» (сборник «Воспоминания об академике Н.Н. Боголюбове», 2009), где автор пишет: «Запускающим импульсом для подключения Николая Николаевича к разработке теории сверхпроводимости явилось появление краткой заметки Купера, содержащей представление о парных корреляциях электронов. НН сразу увидел **анalogию** с феноменом парных корреляций бозонов в его теории сверхтекучести» (Ширков, 2009, с.165).

**Изобретение мазеров – квантовых генераторов когерентных радиоволн.** Квантовые генераторы когерентного радиоволнового излучения (мазеры) были созданы в 1950-х годах американским физиком Чарльзом Таунсом (1915-2015) и независимо – отечественными учеными Александром Михайловичем Прохоровым (1916-2002) и Николаем Геннадиевичем Басовым (1922-2001). В 1964 г. все перечисленные ученые получили Нобелевскую премию по физике. К началу работ Таунса, Прохорова и Басова над проблемой создания мазера (над проблемой усиления излучения в радиоволновом диапазоне) были получены важные результаты в разработке радиоспектрометров. С помощью этих приборов ученые изучают тонкую и сверхтонкую структуру спектров молекул. Проводя эксперименты в области радиоспектроскопии, Прохоров и Басов поняли, что чувствительность радиоспектрометров можно повысить путем искусственного изменения населенности уровней (при таком изменении число атомов, находящихся на высоком энергетическом уровне, превосходит число низкоэнергетических атомов). А дальше ученые провели смелую аналогю, выдвинув идею о возможности переноса достижений радиоспектроскопии в область создания квантовых генераторов когерентных радиоволн (в область получения индуцированной эмиссии – вынужденного излучения когерентных радиоволн). Эта аналогия и позволила создать мазеры (Чарльз Таунс также продвигался от техники радиоспектроскопии к технике мазерного излучения). В.В. Осико в статье «Ученый - энциклопедист» (сборник «Александр Михайлович Прохоров: воспоминания, статьи, интервью, документы», 2006) пишет: «Понятия о генерировании монохроматического, когерентного и узконаправленного излучения, что, собственно, и характеризует лазер, в оптике не возникало и не могло в то время возникнуть. Эти идеи и понятия пришли из радиофизики и радиоспектроскопии вместе с понятиями о монохроматическом излучении, инверсной населенности, резонаторах, усилении и генерации радиоизлучений в середине 50-х годов XX века» (Осико, 2006, с.21). Об этом же пишет Г.А. Прохорова в очерке «Луч надежды» (тот же сборник, 2006): «Следует отметить, что физики уже имели опыт работы с атомарным и молекулярным пучками. Более того, с помощью электрических или магнитных полей можно было получать атомы и молекулы в каком-либо определенном состоянии, в частности, в возбужденном. Закономерно, что к идее молекулярного генератора, а затем и лазера, пришли радиофизики, а не оптики, хотя для создания последнего имелся весь необходимый экспериментальный и теоретический задел в 30-е годы и некоторые ученые подходили к задаче весьма близко» (Прохорова, 2006,

с.54). Аналогичные сведения содержатся в книге И.М. Дунской «Возникновение квантовой электроники» (1974).

**Формулировка идеи о нарушении четности в слабых взаимодействиях.** Авторами идеи о нарушении четности (симметрии) в слабых взаимодействиях являются американские ученые Т. Ли и Ч. Янг, которые сформулировали и опубликовали ее в 1956 г. Они же предложили ряд экспериментов для тестирования (проверки) своей гипотезы. Как только эти эксперименты дали положительный результат, то есть подтвердили теоретические рассуждения Т. Ли и Ч. Янга, Нобелевский комитет принял решение о присуждении им премии (это произошло в 1957 г.). Независимо от Т. Ли и Ч. Янга аналогичную гипотезу о несохранении четности выдвигали американец Мартин Мозес Блок (1925-2016) и наш соотечественник Иосиф Соломонович Шапиро (1918-1999). К сожалению, они не опубликовали свои предположения. Как же впервые возникла гипотеза о нарушении четности в слабых взаимодействиях? Чисто индуктивно! В начале 1950-х годов было установлено несохранение четности в распадах К-мезонов (каонов): носитель слабого взаимодействия тау-мезон распадался на два, а другой носитель того же взаимодействия тета-мезон – на три пиона. Это означало, что четность обеих частиц различна. Индуктивно обобщая этот факт, Т. Ли и Ч. Янг предположили, что несохранение четности должно иметь место и в других слабых взаимодействиях, а именно в бета-распаде атомных ядер. Ганс Бете в статье «Физика высоких энергий» (журнал «Успехи физических наук», 1965, том 86, № 4) пишет: «Часто изучение физики частиц приводило к неожиданным результатам в более старых отраслях физики. Например, исследование распадов К-мезонов позволило установить, что в этих процессах четность не сохраняется. Отсюда Ли и Янг пришли к предположению, что то же самое справедливо и в других, слабых взаимодействиях, в частности, в  $\beta$ -распаде ядер. Хотя  $\beta$ -распад изучался до этого не менее 25 лет, нарушение четности в этом процессе было экспериментально найдено только после гипотезы Ли и Янга» (Бете, 1965, с.600). Исходные посылки идеи Т. Ли и Ч. Янга рассматриваются также в книге К.Нишиджимы «Фундаментальные частицы» (1965).

**Классификация элементарных частиц, участвующих в сильных взаимодействиях.** Честь разработки классификации (систематизации) элементарных частиц принадлежит американскому ученому Мюррею Гелл-Манну (1929-2019). Этот результат принес ему в 1969 г. Нобелевскую премию по физике. Система, предложенная Гелл-Манном, получила название «восьмеричного пути», так как в первоначальной версии его модели элементарные частицы разбивались на семейства, состоящие из восьми частиц. Совершенно независимо к аналогичной классификации пришел израильский физик Ювал Нееман (1925-2006), который, к сожалению, не получил Нобелевской премии. Каким же образом Гелл-Манн и Нееман изобрели указанную классификацию частиц? Благодаря использованию аналогии (операции переноса идей из одной области в другую). Упомянутые ученые смело перенесли в физику элементарных частиц математическую теорию групп, разработанную, как известно, французским математиком Эваристом Галуа (1811-1832) и развитую норвежцем Софусом Ли (1842-1899). В руках С.Ли эта теория стала называться «теорией групп преобразований». Особенно ценной оказалась подгруппа трехмерной унитарной группы – группа SU(3). Эта группа Ли также называется «группой трехмерных унитарных унимодулярных матриц». Группа SU(3) впервые привлекла внимание японских физиков М. Икеды, С. Огавы и др. (1958), но они применяли эту группу в модели строения адронов, предложенной С. Сакатой, которая оказалась ошибочной. Аналогия (перенос), которую использовали М. Гелл-Манн и Ю. Нееман для систематизации частиц, описывается в статье Ю. Неемана «Счастливым случаем, наука и общество: эволюционный подход» (международный журнал «Путь», 1993, № 4). Также эти сведения можно найти в книге Джима Бэгготта «Бозон Хиггса. От научной идеи до открытия «частицы Бога» (2014).

**Открытие космического микроволнового (реликтового) излучения.** В 1964 г. американские радиоинженеры Арно Пензиас и Роберт Вильсон (Уилсон) открыли реликтовое излучение – электромагнитные волны низкой температуры, поступающие на Землю со всех областей космического пространства (т.е. изотропно). Никто из них не знал, какова природа данного излучения, поэтому не мог предложить правильную интерпретацию зарегистрированных волн. Тем не менее, в 1978 г. А. Пензиас и Р. Вильсон удостоены Нобелевской премии по физике. Ключевым обстоятельством открытия была его случайность: радиоинженеры натолкнулись на упомянутое излучение, преследуя совсем другую цель – они хотели измерить фоновые помехи в своем микроволновом приемнике, чтобы обеспечить чистую, лишенную шума связь в определенном диапазоне частот. Будучи сотрудниками фирмы «Телефонные лаборатории Белла», они всего лишь планировали открыть для этой фирмы новый диапазон частот. Как ни странно, независимо от них (и гораздо раньше) следы реликтового излучения открывали другие исследователи – канадский астроном Эндрю Мак-Келлар в 1941 г. и советский ученый Тигран Шмаонов в 1955-1956 гг. Они сталкивались с реликтовым излучением также случайно и не могли предложить какую-либо убедительную интерпретацию своих наблюдений. Изложенные обстоятельства свидетельствуют о том, что независимые (повторные) открытия можно делать не только с помощью индукции, аналогии и метода проб и ошибок, но и совершенно случайно (с помощью фактора случая).

Интересно, что правильное объяснение этих наблюдений (результатов Пензиаса и Вильсона) предложили американские физики Роберт Дикке и Джим Пиблс (последний за это объяснение награжден в 2019 г. Нобелевской премией). Их трактовка основывалась на аналогии и началась с вопроса: на что похоже излучение Пензиаса – Вильсона, что оно напоминает? По таким признакам, как низкая температура и изотропность, оно напоминало реликтовое излучение, предсказанное в 1940-х гг. Георгием Гамовым в рамках модели горячей Вселенной (в этой модели реликтовое излучение – результат Большого взрыва, породившего нашу Вселенную). После того, как была замечена аналогия между излучением, зарегистрированным Пензиасом и Вильсоном, и реликтовыми волнами, предсказанными Г. Гамовым, удалось найти верную интерпретацию находки, сделанной в 1964 г.

Случайность открытия реликтового излучения освещается во множестве источников. Вот некоторые из них: Новиков И.Д. Черные дыры и Вселенная. – М.: «Молодая гвардия», 1985; Смут Д.Ф. Анизотропия реликтового излучения: открытие и научное значение // Успехи физических наук. – 2007. – Том 177. - № 12; Чернин А.Д. Гамов в Америке: 1934-1968 // Успехи физических наук. – 1994. – Том 164. - № 8.

О том, что Э. Мак-Келлар и Т. Шмаонов независимо обнаруживали реликтовое излучение, сообщается в работах: Скулачев Д. Они были первыми // Наука и жизнь. - 2009. - № 6; Казютинский В.В. Теория и факт в космологии // сборник «Современная космология: философские горизонты». – М.: «Канон плюс», 2011; Насельский Н.Д., Новиков Д.И., Новиков И.Д. Реликтовое излучение Вселенной. – М.: «Наука», 2003.

**Создание теории «механизма Хиггса».** Эта теория является важной частью современной стандартной модели в физике элементарных частиц, поскольку она (теория) объясняет, как частицы – переносчики слабого взаимодействия (W- и Z-бозоны) - приобретают массу. Механизм появления масс у этих частиц получил название «механизма Хиггса» в честь британского физика Питера Хиггса, который в 1964 г. описал его в одной из своих статей. В этой же статье, как известно, содержалось предсказание бозона Хиггса – той самой частицы, которая в 2011-2012 гг. была открыта на Большом адронном коллайдере. В 2013 г. заслуги Питера Хиггса отмечены Нобелевской премией. Он получил ее совместно с бельгийским физиком-теоретиком Франсуа Энглером, который самостоятельно открыл «механизм Хиггса» - механизм генерации масс субатомных частиц. Однако следует отметить, что Питер Хиггс и Франсуа Энглер – не единственные авторы теории,



описывающей указанный механизм. Помимо них «механизм Хиггса» открывали Роберт Браут (совместно с Ф. Энглером) из Брюссельского свободного университета, а также Джеральд Гуральник, Карл Хаген и Томас Киббл из Имперского колледжа. Очень близко к предсказанию «механизма Хиггса» подошел Филип Андерсон (1923-2020), который в 1977 г. удостоен Нобелевской премии за «исследование электронной структуры магнитных и неупорядоченных систем». Стартовой точкой следует считать момент, когда японский ученый Еитиро Намбу (1961) ввел в физику элементарных частиц принцип спонтанного нарушения симметрии, заимствованный из теории сверхпроводимости. Этот принцип работает как в теории БКШ, так и в феноменологической теории сверхпроводимости, созданной Л.Д. Ландау и В.Л. Гинзбургом в 1950 г. Одновременно с Намбу указанный принцип нарушения симметрии исследовали в физике субатомных частиц отечественные ученые Анатолий Иванович Ларкин (1932-2005) и Валентин Григорьевич Вакс (род. 1932 г.). Однако Намбу (а также Ларкин и Вакс) применили принцип спонтанного нарушения симметрии не в той области, где его следовало применять. Они предположили, что с помощью этого принципа можно объяснить появление большой массы у протона (что неверно). Правильное решение – использование указанного принципа для объяснения генерации массы W- и Z-бозонов (переносчиков слабого взаимодействия). Таким образом, Хиггс, Энглер, Браут, Гуральник, Хаген и Киббл открыли «механизм Хиггса» благодаря тому, что по аналогии перенесли принцип спонтанного нарушения симметрии (сформулированный в теории сверхпроводимости) в теорию генерации масс калибровочных бозонов. Открытие «механизма Хиггса» - замечательный пример того, как множество ученых независимо друг от друга догадались использовать одну и ту же аналогию!

Источники, освещающие данную историю: Киржниц Д.А. Сверхпроводимость и элементарные частицы // Успехи физических наук. – 1978. – Том 125. - № 1; Каховский Л. Нарушенные симметрии // Химия и жизнь. – 2008. - № 12; Намбу Е. Кварки. На переднем крае физики элементарных частиц. – М.: «Мир», 1984; Хиггс П. Как удалось обойти теорему Голдстоуна // Успехи физических наук. – 2015. – Том 185. - № 10; Краусс Л. Почему мы существуем? – М.: «Альпина нон-фикшн», 2019.

**Открытие периодического закона химических элементов.** Честь открытия данного закона и построения периодической системы (таблицы) химических элементов принадлежит Дмитрию Ивановичу Менделееву (1834-1907). В начале 1860-х гг. он работал над новым учебником химии и нуждался в четком описании свойств химических элементов и их атомных весов. Чтобы навести какой-то порядок в сведениях об элементах (к тому времени их уже насчитывалось около 60-ти), Менделеев решил записать эти сведения на карточках так, чтобы каждому элементу соответствовала отдельная карточка. Располагая эти элементы в порядке возрастания атомных весов, отечественный химик с удивлением заметил, что их химические свойства повторяются через каждые семь элементов. Это наблюдение и стало решающим фактором, позволившим построить периодическую систему химических элементов, обессмертившую имя отечественного ученого. Другими словами, заметив сходство (аналогию) свойств разных элементов, повторяющихся через каждые семь элементов, Менделеев понял, что эта аналогия не может быть случайной. Независимо от Менделеева это сходство (аналогию) заметил также английский химик Джон Александр Ньюлендс (1837-1898). Он назвал данный факт «законом октав», так как в музыкальной гамме восьмая нота повторяет первую. К сожалению, Ньюлендс не смог развить свое независимое открытие - коллеги, которым он рассказал о своем наблюдении, подвергли его насмешкам. К открытию периодической системы химических элементов также близко подошел немецкий химик Юлиус Лотар Мейер (1830-1895). Об этом, в частности, пишут Н.А. Фигуровский в книге «Дмитрий Иванович Менделеев» (1983), М. Джуга в монографии «История химии» (1966) и т.д.

**Создание стереохимической теории, объяснившей оптическую изомерию.** В 1874 г. нидерландский химик Якоб Вант-Гофф опубликовал статью, в которой высказал гипотезу, что причиной оптической изомерии органических соединений является строение атома углерода, имеющего четыре валентности. Согласно Вант-Гоффу, если один изомер определенного органического соединения вращает плоскость поляризации света вправо, а второй его изомер – влево, то это означает, что четыре валентности атома углерода могут образовать два различных тетраэдра, которые будут представлять собой зеркальное отражение один другого. Вант-Гофф постулировал, что любое оптически активное органическое соединение содержит асимметричный атом углерода, который и определяет различную оптическую активность изомеров одного и того же соединения. Как Вант-Гофф пришел к этой гипотезе? По аналогии с результатами Иоганна Вислиценуса (1835-1902), который установил, что существуют две молочные кислоты одного и того же состава  $C_3H_6O_3$ . При этом одна молочная кислота вращала плоскость поляризации света вправо, а другая – влево. В 1873 г. И. Вислиценус опубликовал статью «О строении молочных кислот», в которой содержалась такая фраза: «Факты вынуждают нас объяснить различие изомерных молекул с одинаковой структурной формулой различным положением их атомов в пространстве». Эта фраза и явилась той ключевой подсказкой, которая натолкнула Вант-Гоффа на мысль о существовании асимметричного атома углерода, определяющего различную оптическую активность одинаковых соединений. В 1901 г. нидерландский химик удостоен Нобелевской премии. Независимо от Вант-Гоффа эквивалентную стереохимическую теорию предложил Жозеф Ашиль Ле Бель (1847-1930). Он также использовал аналогию, только источником этой аналогии были работы не И. Вислиценуса, а Луи Пастера, знаменитого изобретателя вакцин (прививок). В 1848 г. Луи Пастер обнаружил асимметричную грань в кристаллах винной кислоты, определяющую их способность вращать плоскость поляризации света вправо или влево. Тип асимметрии, который был найден Пастером в кристаллах винной кислоты, Ле Бель по аналогии перенес на молекулы этой и других оптически активных кислот.

История открытия Вант-Гоффа и Ле Беля рассматривается в следующих источниках: Соловьев Ю.И. Эволюция основных теоретических проблем химии. – М.: «Наука», 1971; Быков Г.В. История органической химии. – М.: «Химия», 1976; Добротин Р.Б., Соловьев Ю.И. Вант-Гофф. – М.: «Наука», 1977.

**Построение теории разветвленных цепных химических реакций.** В 1905 г. Альберт Эйнштейн перенес в фотохимию (в область исследования фотохимических реакций) свою теорию квантов света. В результате в фотохимии возникло представление о том, что фотохимические реакции идут тогда, когда атомы и молекулы поглощают кванты света определенной частоты (энергии). Предполагалось, что реагируют (вступают в реакции) именно те молекулы, которые поглотили квант света. В этом случае – в соответствии с теорией Эйнштейна – число прореагировавших молекул будет равно числу поглощенных квантов света. Изучая различные фотохимические реакции, ученые ввели понятие квантового выхода реакции – число прореагировавших молекул, приходящихся на один поглощенный квант света. В 1913 г. немецкий физик Макс Боденштейн (1871-1942) высказал идею о существовании цепных химических реакций. Эта идея явилась результатом индуктивного обобщения явлений, обнаруженных М. Боденштейном при исследовании некоторых фотохимических реакций. В частности, изучая реакцию водорода с хлором с образованием хлороводорода и реакцию оксида углерода с хлором с образованием фосгена, немецкий химик заметил, что в этом случае поглощение одного кванта света (фотона) приводит к взаимодействию сотен тысяч молекул исходных веществ. Иначе говоря, квантовый выход в данной ситуации необычайно велик (достигая сотен тысяч молекул на квант). М. Боденштейн сделал вывод, что кванты света запускают фотохимическую реакцию, но дальше она протекает под воздействием активных частиц без участия квантов света. Это и есть цепная химическая реакция. А как возникла теория

разветвленных цепных химических реакций, построенная в 1928-1930 гг. отечественным ученым Николаем Николаевичем Семеновым (1896-1986) и независимо от него британским химиком Сирилом Хиншелвудом? Она возникла индуктивно на базе экспериментов, показавших существование реакций, идущих гораздо быстрее (взрывообразно) по сравнению с обычными цепными реакциями Боденштейна. Н.Н. Семенов пришел к идее разветвленных процессов, изучая реакцию окисления паров фосфора (взаимодействия кислорода с фосфором), которая при определенном давлении протекает с экспоненциальным ускорением и воспламенением. С. Хиншелвуд пришел к той же идее разветвленных процессов, исследуя реакцию водорода с кислородом. Он также – как и Н.Н. Семенов - обнаружил диапазон давлений, при которых реакция протекает со взрывом. Отметим, что мысль Н.Н. Семенова о разветвлении цепи химической реакции была подсказана ему аналогией с фактом разветвления цепи поколений размножающихся бактерий (он сам говорит об этом в одной из публикаций). В 1956 г. Н.Н. Семенов и С. Хиншелвуд удостоены Нобелевской премии по химии. История открытия разветвленных цепных процессов хорошо описана в следующем источнике: Семенов Н.Н. Избранные труды. Том 1. Книга 2. «Цепные реакции». – М.: «Наука», 2004.

**Разработка теории биологической эволюции.** За время своего пятилетнего плавания на корабле «Бигль» Чарльз Дарвин (1809-1882) внимательно изучал флору и фауну Южной Америки, а также островов, расположенных в океане. Поскольку он взял с собой на корабль книгу Чарльза Лайеля «Основные начала геологии» (1830), в которой обосновывалась идея о медленной эволюции геологических ландшафтов, ему, молодому натуралисту, было несложно прийти к мысли, ставшей истоком его открытий. Дарвин рассуждал: если постепенно (на протяжении миллионов лет) изменяется геологический облик нашей планеты, а вместе с ним и экологические условия обитания живых существ, то, следовательно, изменяться должны также и сами организмы. Так под влиянием Ч. Лайеля возникла идея эволюции. Но оставались неизвестными движущие силы этой эволюции, природные механизмы, инициирующие ее. Как отмечалось выше, первый механизм был открыт, когда Дарвин по аналогии перенес в мир живой природы принцип борьбы за существование, сформулированный священником Томасом Мальтусом в сочинении «О народонаселении». Мальтус аргументировал этот принцип тем, что численность населения растет в геометрической прогрессии, а прирост средств к существованию – в арифметической, следовательно, должна возникать конкуренция за эти средства (ресурсы). Дарвин понял, что в дикой природе борьба за ресурсы должна способствовать выживанию наиболее приспособленных организмов. Второй эволюционный механизм был сформулирован Дарвином, когда он обнаружил аналогию между искусственным отбором, осуществляемым человеком при выведении новых пород животных, и тем, что происходит в той же дикой природе. Постоянный отсев качеств животных, снижающих степень адаптации, и сохранение качеств, повышающих эту степень, он назвал «естественным отбором». Однако независимо от Дарвина к таким же идеям пришел его соотечественник Альфред Рассел Уоллес (1823-1913). Как ни странно, идея о борьбе за существование возникла у А.Р. Уоллеса также под влиянием книги Томаса Мальтуса «О народонаселении». Подобно Дарвину, А.Р. Уоллес понял, что принцип этой борьбы (конкуренции) можно перенести в область биологической эволюции. И, кроме того, независимо от Дарвина он пришел к выводу, что постоянная селекция (выбраковка наименее приспособленных) будет способствовать совершенствованию видов. Таким образом, случилось так, что А.Р. Уоллес владел знаниями (идеи Мальтуса, результаты изучения дикой природы), осмысление которых привело его к тем же открытиям, что и Дарвина.

Перечислим источники, отмечающие тот факт, что А.Р. Уоллес самостоятельно осмыслил работу Мальтуса и, кроме того, независимо пришел к идее естественного отбора: Резник С. Раскрывшаяся тайна бытия. – М.: «Знание», 1976; Перкинс Д. Как стать гением, или Искусство взрывного мышления. – М.: «АСТ», 2003; Голубовский М.Д. Дарвин и

Уоллес: парадоксы соавторства и несогласия // Природа. – 2009. - № 3; Опп А. Естественный отбор: проверка фактами // В мире науки. – 2009. - № 4; Чертанов М. Дарвин. – М.: «Молодая гвардия», 2013.

**Открытие условных рефлексов.** До конца XIX века физиологам были известны лишь безусловные рефлексы – наследственно передаваемые (врожденные) реакции организма, присущие всему виду. Примером безусловного (защитного) рефлекса является рефлекторное отдергивание руки от горячего объекта. Благодаря работам Ивана Петровича Павлова (1849-1936) в науку вошло представление об условных рефлексах, которые возникают в ходе индивидуального развития и накопления новых навыков. Под воздействием условий внешней среды центральная нервная система (ЦНС) способна вырабатывать новые временные связи между нейронами. Многочисленные исследования показали, что условные рефлексы формируются на базе безусловных при участии высших отделов мозга. Как же И.П. Павлов пришел к идее о существовании условных рефлексов? Многие важные идеи рождаются на базе экспериментов, при индуктивном обобщении результатов этих экспериментов. Причем иногда в ходе опытов удается обнаружить нечто, что не было частью исследовательского плана (подобные ситуации составляют основу непреднамеренных, случайных открытий). Идея И.П. Павлова полностью укладывается в эту схему (правило). В одном из экспериментов отечественный физиолог намеревался исследовать работу пищеварительных желез собаки. И.П. Павлов был уверен, что собака выделяет слюну лишь тогда, когда пища попадает в рот. Но в этом эксперименте он заметил, что иногда слюна выделяется раньше – когда собака видела пищу или человека, который регулярно кормил ее. Именно это неожиданное наблюдение индуктивно навело его на мысль о существовании условных рефлексов. В дальнейших исследованиях он показал, что новый стимул (раздражитель) запускает условно-рефлекторную реакцию всякий раз, когда в течение некоторого времени он предъядвляется вместе с безусловным стимулом (раздражителем).

Открытие и исследование условных рефлексов – выдающееся достижение И.П. Павлова, но следует отметить, что независимо от него эти же рефлексы открывал его современник Владимир Михайлович Бехтерев (1857-1927), который называл их не «условными», а «сочетательными». Разумеется, В.М. Бехтерев пришел к мысли о существовании этих формирующихся при жизни рефлексов тоже индуктивно, обобщая свои нейрофизиологические наблюдения. Наталья Петровна Бехтерева в книге «Магия мозга и лабиринты жизни» (2007) пишет: «Каковы же основные представления, сформулированные в течение последних ста лет при исследовании мозга, и в том числе – в периоды первого и второго прорывов в проблеме нейрофизиологии высших функций? Одним из наиболее общих принципов работы мозга, по-видимому, следует признать сформулированный в начале XX века условно-рефлекторный (по Павлову), или сочетательно-рефлекторный (по Бехтереву), во всех его возможных вариациях. Спор о приоритете – сложный. Свой приоритет, несмотря на признание более ранних западных работ, Павлов очень активно отстаивал. Однако, по существу, формированием условных рефлексов у животных («дрессировка») Бехтерев занимался уже в 1880-х годах. До сочетательных рефлексов Бехтерев говорит о психорефлексах, о сложных рефлексах, а сам термин «сочетательные» (рефлексы) несет две смысловые нагрузки (сочетание раздражителей и сочетательные волокна в мозге). Именно с этих позиций Бехтерев уже в самом начале XX века (1904) рассматривает психические процессы человека» (Бехтерева, 2007, с.114).

Примечательно, что американский нейрофизиолог австрийского происхождения, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине за 2000 год, Эрик Кандель (1962) разработал схему экспериментов для исследования механизмов обучения аплии – морского брюхоногого моллюска с гигантскими нейронами, - по аналогии с экспериментами И.П. Павлова, с помощью которых он изучал образование условных

рефлексов у собак. Подобно тому, как И.П. Павлов исследовал у подопытных собак привыкание, сенсбилизацию, классическое обусловливание и другие формы обучения, так и Э. Кандель изучал эти формы у морской аплии. Э. Кандель в книге «В поисках памяти» (2012) сам описывает свою аналогию: «Я решил попытаться стимулировать нейроны аплии, имитируя такие же сочетания сенсорных раздражителей, как те, что использовал **Павлов** в своих экспериментах с обучением. Даже если эти сочетания будут вызваны искусственно, полученный характер активности может выявить некоторые долговременные пластические изменения, на которые способны синапсы» (Э.Кандель, 2012). «Я использовал, - продолжает автор, - стимуляцию трех типов, основанную на опытах **Павлова** с собаками, для выработки аналогов форм обучения – привыкания, сенсбилизации и классического условного рефлекса. При выработке последнего животное обучается реагировать на нейтральный раздражитель так же, как оно реагировало бы, например, на определенный угрожающий или отрицательный раздражитель. Таким образом, у животного возникает ассоциация между нейтральным и отрицательным раздражителями» (Э. Кандель, 2012).

Итак, рассмотрев 18 научных открытий, относящихся к категории одновременных (независимых), мы убедились, что каждое из них являлось результатом эмпирических наблюдений, использования индуктивных приемов обработки информации. В ряде случаев открытие делалось методом проб и ошибок (именно так Майкл Фарадей обнаружил эффект электромагнитной индукции) или стимулировалось случайной находкой, которая выходила за рамки изначальных целей исследования (как в случае обнаружения реликтового излучения Пензиасом и Вильсоном). Проанализированные способы производства открытий (в том числе логические процедуры осмысления эмпирических данных) не содержали каких-либо мистических компонентов. Накануне открытия ученый нуждался в конкретной информации (определенных идеях), а не в «генах экстраординарного интеллекта». Франклин нуждался в том, чтобы обладать исчерпывающим списком свойств электрической искры (разряда конденсатора) и молнии, что позволяло сравнить эти явления. Фарадей нуждался в проведении большой серии экспериментов, которые должны были показать, способно ли магнитное поле порождать электрический ток. Роберту Майеру, Герману Гельмгольцу и Джеймсу Джоулю требовалось найти аргументы, свидетельствующие о том, что во всех физических процессах энергия сохраняется так же, как «живая сила» (ее сохранение в механических процессах было установлено задолго до названных исследователей).

Истоки (предпосылки) открытий легко выявляются, когда мы рассматриваем ситуации «упущенных возможностей». История науки демонстрирует множество случаев, когда ученый близко подходил к открытию, но не делал последний шаг, так как ему не хватало какой-то информации (идеи). Например, отечественный физик Аркадий Бенедиктович Мигдал (1911-1991) владел математическим аппаратом и фактами, позволяющими построить теорию сверхпроводимости, которая сегодня называется «концепцией БКШ» (концепцией Бардина – Купера - Шриффера). Единственное, чего ему не доставало, - это представление об образовании пар электронов в сверхпроводящем теле, сформулированное Леоном Купером. Нужно было поверить в справедливость этого представления и использовать его при построении теории сверхпроводимости. Однако А.Б. Мигдал не поверил, - возможно, из-за того, что оно было совершенно новым и не имело экспериментального обоснования. С.Т. Беляев в статье «Вспоминая АБ» (сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале», 2003) пишет об уровне развития научных знаний накануне появления теории БКШ: «Созрело убеждение, что решение возможно только в рамках фундаментальной теории твердого тела. Триумф квантовой электродинамики подсказывал путь, и к 1957 году был создан основной аппарат квантовой теории многих тел и электронного газа в металлах, в частности. Но на финише удача сопутствовала другим. Помню, на семинаре в институте Физпроблем, где обсуждалась новая теория сверхпроводимости БКШ, в перерыве Ландау упрекнул меня и Галицкого:

«Знаю, что АБ за журнальными публикациями не следит, но почему вы не указали ему на заметку Купера? Ведь после этого для АБ ничего не стоило сделать всё остальное. У него всё было готово». Ландау мы ничего не возразили, но потом Галицкий мне сказал: «Говорил я АБ об этой работе, он ее не воспринял» (Беляев, 2003, с.15-16).

Отсюда видно, что при построении той или иной научной теории ученый нуждается в сведениях, позволяющих правильно описать природное явление, а не в «генах таланта». Какие бы «гены таланта» вы не дали специалисту, который (как в случае А.Б. Мигдала) работает над теорией сверхпроводимости, он не построит эту теорию, если у него нет нужной идеи (например, идеи о появлении электронных пар в металле при низкой температуре).

Когда физиолог желает выяснить функцию (предназначение) какого-то органа, он удаляет этот орган и начинает наблюдать за тем, какие последствия возникнут после проведенной операции. Например, И.П. Павлов, желая выяснить роль коры головного мозга в образовании условных рефлексов, удалял эту кору у животных и изучал последствия своих действий. Обнаружив исчезновение условных рефлексов после операции, он пришел к выводу, что существует причинно-следственная связь между деятельностью коры мозга и возникновением этих рефлексов.

Ситуации «упущенных возможностей», когда ученый вплотную подходит к открытию, но не делает его по причине отсутствия какой-то важной идеи, которую он не успел освоить, - это «эксперименты, поставленные природой». Она (природа) как бы сигнализирует: «Я дала исследователю все факты и идеи, необходимые для открытия, за исключением одной-единственной, но очень важной. Посмотрите, что из этого вышло». Когда мы видим, что без определенной идеи (информации) ученый не в состоянии построить теорию, неизбежно напрашивается вывод о существовании причинно-следственной связи между открытием (которое он упустил) и этой информацией. Другими словами, ключевой источник открытий – информация, приобретаемая прижизненно, а не врожденный талант. Френсис Гальтон не учитывал этот аспект научного творчества, так как никогда не изучал историю научных открытий. А она (как мы видим) может рассказать о многих вещах, противоречащих концепции наследственной гениальности.

### **1.20. Почему идеи Клода Гельвеция подверглись суровой критике?**

Уже упоминавшийся нами американский психолог Д.К. Саймонтон в книге «Чек-лист гения» (2020) называет Френсиса Гальтона ученым, «который самым первым начал изучать гениальность». Это неверное утверждение. Задолго до Гальтона исследованием проблемы гениальности занимался французский мыслитель Клод Адриан Гельвеций (1715-1771). В 1758 г. он опубликовал сочинение «Об уме», в котором сформулировал идею о средовой природе гениальности, о том, что талант в той или иной сфере человеческой деятельности – продукт воспитания. Наблюдаемые различия между людьми по уровню интеллекта он объяснял различием условий, в которых они формируются как личности. В 1772 г. был опубликован его трактат «О человеке», развивавший его представления о природе творческих успехов выдающихся людей.

Историки указывают, что обе работы Гельвеция были восприняты его современниками негативно. Даже Дени Дидро (1713-1784), совместно с Гельвецием публиковавший статьи в знаменитой «Энциклопедии», не согласился с его представлениями о роли наследственности («биологической организации») и условий воспитания в формировании гения. Что касается французских властей и слоев населения, не имеющих какого-либо отношения к науке и философии, то они восприняли идеи Гельвеция с негодованием.

Х.Н. Момджян в предисловии к 1-му тому «Сочинений» Гельвеция (1973) отмечает: «Можно смело утверждать, что ни одна из идей Гельвеция не породила такого взрыва негодования и таких саркастических выпадов реакционеров, как идея об умственном

равенстве людей. Двор, парижский парламент, Сорбонна, папа римский, феодальная знать, высшее духовенство, версальские куртизанки не могли не быть оскорблены в своих лучших чувствах. Представители господствующих сословий не могли не ощутить чего-то в высшей степени мятежного и святотатственного в утверждении, что простолудин может иметь столько же добродетелей, ума, дарований, сколько и представители «голубой крови», и не хуже их управлять государством» (Момджян, 1973, с.53).

В чем причина такого отношения к идеям Гельвеция, который утверждал, что все люди с нормальной организацией рождаются с одинаковыми способностями к умственному труду? Конечно, одной из причин была мысль Гельвеция о необходимости установить в обществе такую форму правления (способ организации власти), при которой каждый человек имел бы возможность для всестороннего интеллектуального развития. Правящая элита могла расценить эту мысль как призыв к государственному перевороту. Но главная причина заключается все-таки в другом – в том, что общество времен Гельвеция еще не достигло такого уровня экономического развития, когда значительная часть людей могла бы заниматься интеллектуальным (а не физическим) трудом.

Можно сказать, что Гельвеций жил в эпоху «малой науки» (по терминологии известного науковеда Дерека Прайса). Малая наука – занятие одиночек. Хотя Лондонское королевское общество основано в 1660 г., а Парижская академия наук – в 1666 г., число людей, занятых в сфере науки в то время, было минимальным. Научная деятельность представляла собой увлечение отдельных любителей. Лишь постепенно, от столетия к столетию, наука превращалась в профессиональное занятие и, в конце концов, стала социальным институтом (возникло осознание ее практической значимости).

Как известно, одним из показателей развития науки является число журналов (каналов, по которым передается информация) или число публикаций (носителей информации). Науковеды отмечают, что в 1750 г. во всем мире издавалось всего 10 научных журналов. Между тем в начале 2000-х годов имелось 7000 журналов лишь в области биомедицинских наук. В 1965 г. по одной только химии публиковалось 13400 статей в месяц. Во многих науковедческих работах минувшего столетия констатируется, что 90 процентов всех когда-либо живших на Земле ученых являются нашими современниками, и это действительно так. Данное явление достаточно прозрачно объяснил Джон Бернал в книге «Наука в истории общества» (1956): «...Именно в XX веке наука впервые заняла подобающее ей место. За последние 50 лет была проведена значительно большая научная работа, чем за весь предшествующий период истории. И это не просто количественный рост; одновременно с таким ростом научной работы наблюдался и более серьезный прогресс в познании основной природы материи, живой и неживой, чем в какой-либо сравнимый период в прошлом» (Бернал, 1956, с.383).

Согласно последним данным, расходы различных стран на НИОКР (научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки), которые осуществляются сегодня, совершенно несравнимы с расходами на науку, которые делались в XVIII или XIX столетиях. В 2022 г. в США эти затраты составили 660 миллиардов долларов, Китае – 556, Японии – 194, Германии – 148, Южной Корее – 105, Франции – 68,3, Индии – 65, Великобритании – 54,2, Тайване – 46,1, Бразилии – 43,6, России – 37,6, Италии – 36,2, Канаде – 28,4. Здесь (для сравнения) достаточно вспомнить, что Ньютон, завершив в 1687 г. работу над «Математическими началами натуральной философии», не имел средств на их публикацию. Этим средств не имело и Лондонское королевское общество, ввиду чего основную часть расходов по изданию книги взял на себя Эдмунд Галлей (1656-1742) – ученый, в честь которого названа комета Галлея.

Отсюда можно сделать вывод, что, если бы Гельвеций опубликовал свои трактаты в наше время, они получили бы иную оценку (безусловно, положительную). Изменился уровень экономического развития различных стран, возрос объем государственных и иных ассигнований на научные исследования, профессия ученого приобрела иной статус (остались в прошлом малочисленные группы «просвещенных умов»).

Крупные центры экономического анализа прогнозируют, что в ближайшие десятилетия технологии искусственного интеллекта вытеснят из сферы производства от 150 до 300 миллионов людей. Возникнет необходимость в реализации программ их переобучения, чтобы каждый из них мог освоить новую профессию. Вне всяких сомнений, общество оказалось бы в выигрыше, если бы значительная часть его представителей, чьи прежние производственные функции подверглись автоматизации, освоили профессию ученого.

Конечно, количество независимых (повторных) открытий при этом не уменьшится, а, напротив, увеличится. Чем больше научных лабораторий изучают ту или иную область реальности, тем выше вероятность появления одновременных (дублирующих друг друга) открытий. С другой стороны, возрастет число научных прорывов в решении проблем, которые остаются нерешенными до настоящего времени. Следует учитывать, что одновременные (повторные) открытия имеют и положительное значение – когда разные ученые приходят к одной и той же идее, приходится меньше сил и времени тратить на ее верификацию. Изложение теории эволюции в трудах Альфреда Рассела Уоллеса (1858) облегчило восприятие аналогичных идей Чарльза Дарвина. В конце концов, одновременные открытия – доказательство справедливости представлений о природе гениальности, сформулированных Гельвецием в 1750-х гг. Даже споры о приоритете, возникающие между тружениками науки, независимо решившими одну и ту же проблему (часто эти споры возникают именно в ситуации независимости исследований), – являются доказательством средней обусловленности интеллектуальных достижений гениев.

Ниже мы показываем независимые (повторные) открытия, сделанные в таких областях науки, как физика, астрономия, химия, биология, математика и т.д. Читатель может лично убедиться в том, насколько часто происходят подобные открытия, насколько распространены ситуации, когда ученые, не зная друг о друге, формулируют похожие идеи, законы, принципы, теории. Гальтон создавал свою концепцию наследственного таланта, не догадываясь о существовании этих многочисленных параллельных научных достижений. По крайней мере, он не догадался сопоставить их со своей гипотезой о том, что интеллект выдающихся ученых – уникальное биологическое явление, поэтому обычные люди (с его точки зрения) не могут делать выдающихся открытий.

В настоящее время уже многие специалисты начинают понимать ошибочность представлений Гальтона (причем понимать именно при сопоставлении этих представлений с феноменом одновременных изобретений). Так, профессор Колумбийского университета Тим Ву в книге «Главный рубильник» (2012) пишет: «...Даже самые удивительные открытия обычно совершают одновременно двое людей – или даже больше. Если это так, то насколько мы можем говорить об уникальности гения-изобретателя? Лучшим примером здесь опять послужит история телефона. В тот самый день, когда Александр Белл зарегистрировал свое изобретение, в патентном бюро находился другой человек, Элиша Грей, который подал заявку на то же самое технологическое новшество. Это совпадение несколько приглушает блеск озарения Белла» (Ву, 2012, с.26). «Пожалуй, будет справедливо сказать, – продолжает автор, – что у телефона нет единственного изобретателя. Фактически то, что мы называем изобретением, разумеется, дело непростое, однако оно происходит, когда технологическое развитие достигает определенного уровня и следующая ступень становится доступна сразу многим людям. К тому времени, когда жил Белл, кто-то другой уже изобрел провода и телеграф, открыл электричество и базовые принципы акустики. Беллу осталось соединить кусочки вместе – бесспорно, здесь требовалась смекалка, но отнюдь не сверхъестественная. В этом смысле все изобретатели больше похожи на искусных мастеров, чем на волшебников» (там же, с.27).



## Глава 2

### Одновременные (повторные) открытия в области физики

**1. Открытие закона сухого трения.** Первооткрывателем закона сухого трения является Леонардо да Винчи (1452-1519). Спустя почти 200 лет французский физик Гильом Амантон (1663-1705) независимо переоткрыл данный закон. Кроме того, его вполне самостоятельно формулировали Леонард Эйлер (1707-1783) и Шарль Кулон (1736-1806). Последний изложил его следующим образом: сила сопротивления, приложенная к телу со стороны плоской поверхности, по которой оно скользит, пропорциональна силе, прижимающей тело к плоскости, не зависит ни от площади контакта, ни от скорости скольжения.

В.Ф. Журавлев в статье «500 лет истории закона сухого трения» («Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана», 2014, № 2) отмечает: «Иногда в литературе закон сухого трения Кулона называют законом Амантона – Кулона. Французский механик Гильом Амантон (1663-1705) под влиянием потребностей зарождающейся во Франции промышленности и опираясь на только что открытую механику Ньютона, почти через 200 лет после Леонардо да Винчи **повторяет** его результаты [2]. Доказательство того, что трение не зависит от площади контакта трущихся поверхностей, он проводит более тщательно, чем Леонардо да Винчи, а вот указанное им значение коэффициента трения  $1/3$  несколько дальше от истинного, чем у последнего» (Журавлев, 2014, с.22-23).

Автор продолжает: «Однако более всего достоин фигурировать в названии закона сухого трения Леонард Эйлер (1701-1783)» (там же, с.23). Далее автор говорит о публикации Эйлера 1748 года: «Эйлер сразу же привел примеры использования сформулированного им закона сухого трения, в частности, записал выражение для определения коэффициента сухого трения через время скольжения тела по наклонной плоскости до остановки и пройденный при этом путь. Полученная формула позволяла экспериментально находить коэффициент трения» (там же, с.23).

Здесь [2] – работа Г. Амантона (1699).

Об этом же сообщает А.А. Первозванский в статье «Трение – сила знакомая, но таинственная» (Соросовский образовательный журнал, 1998, № 2). Автор пишет о Леонардо да Винчи: «Как ученый он обогнал свою эпоху на века. Среди бесчисленных научных достижений и первая формулировка законов трения. Леонардо (1519) утверждал, что сила трения, возникающая при контакте тела с поверхностью другого тела, пропорциональна нагрузке (силе прижатия), направлена против направления движения и не зависит от площади контакта. Модель Леонардо была **переоткрыта** через 180 лет Г.Амантоном и получила окончательную формулировку в работах Ш.О. Кулона (1781)» (Первозванский, 1998, с.129).

**2. Введение в науку переменной величины.** Понятие переменной величины ввели в науку независимо друг от друга Галилео Галилей (1564-1642) и Рене Декарт (1596-1650). П.С. Кудрявцев в книге «Курс истории физики» (1982) пишет: «Как применить математику к движению? И здесь Декарту принадлежит решающее открытие: он ввел в математику переменные величины, установил соответствие между геометрическими образами и алгебраическими уравнениями; Декарт положил начало аналитической геометрии» (П.С. Кудрявцев, 1982). Автор продолжает: «Когда идея или открытие назревает, она возникает **почти одновременно** в нескольких головах. Так было и с идеей переменной величины. Галилей в своих механических исследованиях хорошо понимал необходимость оперирования переменными величинами. Идея мгновенной скорости, меняющейся от момента к моменту, была им освоена во всей полноте» (П.С. Кудрявцев, 1982).

**3. Открытие закона ускорения свободного падения тел.** Галилео Галилей – общепризнанный автор закона ускорения свободного падения. Но независимо от него этот

закон открывал голландский механик, математик и натурфилософ Исаак Бекман (1588-1637).

В.И. Яковлев в книге «Предыстория аналитической механики» (2001) указывает: «Исаак Бекман (Weesckman) – голландский математик и механик, **независимо от Галилея** открывший законы скоростей падающих тел и проходимых ими расстояний, предвосхитивший некоторые принципы философии Декарта» (Яковлев, 2001, с.57).

Об этом же сообщает А.Н. Боголюбов в книге «Математики и механики: биографический справочник» (1983). Автор говорит об Исааке Бекмане: «Исследования посвящены механике. **Независимо** от Г. Галилея открыл закон скоростей и закон расстояний для случая падения тел. С помощью опытов определил изохронность звуковых колебаний и установил обратную пропорциональность частоты колебаний и длины струны. При жизни не публиковался. Некоторые его результаты получили известность благодаря Р. Декарту и М. Мерсенну. В 1939-1953 гг. в Гааге был издан его дневник [144-402]» (Боголюбов, 1983, с.35).

**4. Открытие закона равновесия тел на наклонной плоскости.** Фламандский математик, механик и инженер Симон Стевин (1548-1620) - человек, открывший закон равновесия тел на наклонной плоскости. Но независимо от него этот закон сформулировал Галилео Галилей.

П.С. Кудрявцев в книге «Курс истории физики» (1982) пишет: «Почти одновременно со Стевином и **независимо от него** вопросы статики и гидростатики решал Галилей. Он также нашел закон равновесия тел на наклонной плоскости, которую вообще изучил очень подробно» (П.С. Кудрявцев, 1982).

Заслуги С. Стевина отмечает В.П. Лишевский в статье «Математик, механик, инженер: к 450-летию со дня рождения Симона Стевина» («Вестник РАН», 1999, том 69, № 1): «В работе «Начала статики» (1586) Стевин рассматривает условия равновесия твердых и жидких тел. Он дает доказательство закона равновесия сил на наклонной плоскости, основанное на невозможности вечного движения, и формулирует правило равновесия трех сил, образующих замкнутый треугольник» (Лишевский, 1999, с.49).

**5. Разработка идеи эксперимента для определения скорости света.** Размышляя о природе света, Галилео Галилей предложил остроумный опыт для определения скорости распространения световых волн. В этом опыте предполагалось использовать зеркало. Аналогичный опыт (причем независимо) описал в качестве возможного средства определения скорости света Исаак Бекман.

С.Р. Филонович в книге «Самая большая скорость» (1983) повествует: «Около 1634 г. Декарт обсуждал вопрос о скорости света в переписке со своим другом, голландским ученым И. Бекманом. Последний **независимо от Галилея** предложил опыт для определения скорости света. Человек, стоящий перед удаленным зеркалом, держит в руках зажженный факел. Периодически перемещая факел, он наблюдает за движением изображения факела в зеркале. Смысл опыта состоит в том, что если наблюдатель заметит запаздывание смещения изображения по отношению к движению факела, то это будет доказательством конечности скорости света. Как видно, опыт аналогичен опыту Галилея и, хотя и имеет по сравнению с ним одно преимущество – участие единственного наблюдателя уменьшает возможные погрешности наблюдений – также практически неосуществим. Декарт считал этот опыт принципиальным» (Филонович, 1983, с.18).

**6. Изобретение термоскопа.** Автором первого термоскопа считается Галилео Галилей, но независимо от него этот прибор изобрел нидерландский инженер и ученый Корнелиус Дреббель (1572-1633), описавший термоскоп в сочинении «Краткий трактат о природе элементов» (1604).

Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981) пишет: «Таким образом, Галилея можно считать первым ученым, не только

высказавшим мысль о том, что изменение температуры тела тесно связано с изменением его физических свойств (в данном случае объема), но и практически реализовавшим ее в форме прибора – термоскопа. Значительно позже эта мысль Галилея, осознанная во всей своей широте, оказала огромное влияние на развитие не только термометрии, но и других разделов учения о теплоте. Термоскоп Галилея был впервые описан английским философом Ф. Бэконом в 1620 г. <...> Что касается изобретения Дреббеля, то, по свидетельству некоторых авторов, писавших об истории термометрии, свой прибор он сконструировал **независимо от Галилея** в 1604 г. и описал его в труде «Краткий трактат о природе элементов» [51, с.27-30]» (Гельфер, 1981, с.9).

**7. Открытие закона преломления света.** В 1621 г. нидерландский математик и физик Снеллиус (настоящее имя – Виллеброрд Снелл ван Ройен, 1580-1626) сформулировал закон преломления света. Позже данный закон был независимо открыт и опубликован Рене Декартом в трактате «Рассуждение о методе» (1637). Приоритет Снеллиуса установил Христиан Гюйгенс в 1703 г., спустя 77 лет после смерти Снеллиуса.

Л.В. Тарасов и А.Н. Тарасова в книге «Беседы о преломлении света» (1982) пишут: «Некоторые из современников обвиняли Декарта в том, что он воспользовался неопубликованной работой Снеллиуса по преломлению света. Независимо от того, видел или не видел Декарт работу Снеллиуса, такое обвинение следует признать несостоятельным. Дело в том, что Декарт пришел к формулировке закона преломления, исходя из собственных представлений о свойствах световых лучей. Он вывел закон преломления теоретически – на основе предположения о различии скорости света в разных средах» (Тарасов, Тарасова, 1982, с.9).

**8. Открытие интерференции света.** Интерференция света – это перераспределение интенсивности света в результате наложения (суперпозиции) нескольких световых волн. Это явление обычно характеризуется чередующимися в пространстве максимумами и минимумами интенсивности световых волн. Интерференцию света в виде разноцветной окраски тонких пленок открыли независимо друг от друга Роберт Бойль (1627-1691) и Роберт Гук (1635-1703).

Г.Н. Виноградова и В.В. Захаров в книге «Основы микроскопии» (2020) отмечают: «Впервые явление интерференции, а именно возникновение разноцветной окраски тонких пленок (в настоящее время такая картина называется «кольцами Ньютона»), было **независимо обнаружено** Робертом Бойлем и Робертом Гуком. Гук установил также наличие света в области геометрической тени, т.е. «дифракцию» света. Он впервые высказал мысль, что свет «состоит» из быстрых колебаний, распространяющихся мгновенно или с очень большой скоростью на любые расстояния, а каждое колебание в однородной среде порождает сферу, радиус которой постепенно растет со временем» (Виноградова, Захаров, 2020, с.385).

**9. Открытие дифракции света.** Дифракцией света принято называть явление огибания световыми волнами препятствий, то есть проникновение волны в область геометрической тени. Первооткрывателем дифракции света является итальянский физик и астроном Франческо Гримальди (1618-1663). Независимо от него это физическое явление обнаружил чешский ученый, работавший в Пражском университете, Ян Марек Марци (1595-1667).

Г.К. Цзерава в книге «Прокоп Дивиш» (1965) пишет об исследованиях Яна Марци: «В 1639 г. он публикует результаты своих исследований удара тел, в которых сформулирован ряд правильных положений об ударе упругих тел [23]. Однако увековечил свое имя Марек замечательными работами в области физической оптики, благодаря которым его теперь по праву считают первооткрывателем дифракции света. О своих наблюдениях этого явления Марек сообщил в «Книге о радуге и о сущности, характере и причинах мнимых цветов», изданной в 1648 г. – **на семнадцать лет ранее** выхода в свет трактата по оптике итальянца

Франческо Гримальди, которому до последнего времени приписывалась честь открытия дифракции [24]» (Цверава, 1965, с.17).

**10. Формулировка идеи о конечности скорости света.** Датский астроном Олаф Ремер (1644-1710), наблюдая за спутниками Юпитера, пришел к выводу о конечности скорости света. Независимо от него к такому же выводу пришел голландский математик и физик Христиан Гюйгенс (1629-1695). Гюйгенс исходил из аналогии между звуковыми и световыми волнами. Зная, что скорость распространения звуковых волн конечна, он постулировал, что скорость света также конечна.

К.А. Томилин в книге «Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах» (2006) пишет: «...Гюйгенс рассматривает доказательство конечности скорости света (результаты Олафа Ремера – Н.Н.Б.) как важный эмпирический аргумент в пользу оптико-акустической **аналогии**, на основе которой он строит теорию света. По **аналогии** с конечной скоростью звука следовало ожидать, что и скорость света конечна. Очевидно, это стало основным фактором признания Гюйгенсом гипотезы конечной скорости света, как правдоподобной гипотезы. Из текста трактата («Трактата о свете», написанного ученым в 1678 году – Н.Н.Б.) ясно, что Гюйгенс пришел к гипотезе конечности скорости света **независимо** и еще до работы Ремера, которую он описывает как подтверждение его собственных воззрений на свет: «Мысль, которой я пользовался когда-то как гипотезой, получила недавно благодаря остроумному доказательству Ремера, по всей видимости, значение прочной истины» (Гюйгенс, 1678/90, с.17)» (Томилин, 2006, с.44).

**11. Открытие закона деформации Гука.** Закон деформации Гука – это утверждение, согласно которому деформация, возникающая в упругом теле (пружине, стержне, консоли, балке и т.д.), прямо пропорциональна силе упругости, возникающей в этом теле. Роберт Гук открыл этот закон в 1660 году экспериментально (индуктивно). В своем опыте он использовал струну, измеряя, насколько она удлиняется под воздействием различных сил, приложенных к одному ее концу, в то время как другой конец жестко закреплен. Он установил, что до определенного предела струна растягивается строго пропорционально величине приложенной силы. Независимо от Гука закон деформации открыл французский физик Эдм Мариотт (1620-1684).

А.А. Ларин в монографии «История теории механических колебаний» (2019) пишет: «...Важнейшей вехой в исследованиях деформаций было установление в 1660 г. Р. Гуком их пропорциональности при растяжении – сжатии действующей силе. В 1680 г. французский физик и механик, основатель Французской АН Эдм Мариотт (1620-1684) **независимо от Гука** открыл этот закон и распространил его на случай изгиба» (Ларин, 2019, с.52).

Об этом же сообщает П.А. Жилин в книге «Рациональная механика сплошных сред» (2012): «В 1660 г. Роберт Гук (1635-1703) открыл (опубликовал в 1676 г.) свой закон упругости. В 1680 г. этот закон был **независимо установлен** Э. Мариоттом (1620-1684), который применил его к исследованию задачи Г. Галилея об изгибе призмы» (Жилин, 2012, с.27).

**12. Обнаружение связи между цветом светового луча и углом преломления.** Эту связь обнаружили независимо друг от друга Исаак Ньютон (1642-1727) и Ян Марек Марци (о котором мы упоминали выше). Открытие сделано при экспериментальном исследовании разложения света с помощью стеклянной призмы.

Л.В. Тарасов и А.Н. Тарасова в книге «Беседы о преломлении света» (1982) сообщают: «Уже в I веке до нашей эры было известно, что большие монокристаллы (шестиугольные призмы, изготовленные самой природой) обладают свойством разлагать свет на цвета. Первые исследования дисперсии света в опытах со стеклянной треугольной призмой выполнил англичанин Хариот (1560-1621). **Независимо от него** аналогичные опыты

проделал известный чешский естествоиспытатель Марци (1595-1667), который установил, что каждому цвету соответствует свой угол преломления. Однако до Ньютона подобные наблюдения не подвергались достаточно серьезному анализу, а делавшиеся на их основе выводы не перепроверялись дополнительными экспериментами» (Тарасов, Тарасова, 1982, с.55-56).

**13. Открытие закона всемирного тяготения.** Роберт Гук открыл этот закон независимо от И. Ньютона, который в своем трактате «Математические начала натуральной философии» (1681) вынужден был сделать ссылку на исследования Р. Гука, упомянув также Эдмунда Галлея (1656-1742) и Кристофера Рена (1632-1723). Но Гук, конечно, не владел математикой так, как Ньютон, и не мог вывести закон тяготения (закон обратных квадратов) из третьего закона движения планет, установленного Иоганном Кеплером. Кроме того, Гук не имел возможности вывести закон тяготения из параметров движения Луны вокруг Земли, как это сделал автор «Математических начал».

А.Н. Боголюбов в книге «Роберт Гук» (1984) излагает содержание указанного трактата Ньютона: «Ньютон установил абсолютность пространства и времени, сформулировал три закона движения и дал математическую формулировку закона всемирного тяготения. И здесь опять произошел конфликт с Гуком, доказывавшим (и не без основания), что он первым сформулировал закон всемирного тяготения. Ньютону приходится уступить. К четвертому предложению первой книги «Принципы» он делает примечание: «Обратный закон тяготения имеет место во всех небесных движениях, и он также **независимо** был открыт моими соотечественниками Реном, Гуком и Галлеем». Выделить Гука он не хочет» (Боголюбов, 1984, с.14). Далее автор пишет о Уоллере, который издавал «Посмертные труды» Роберта Гука: «...Уоллер имел в руках некоторые бумаги Гука, доказывающие его право на закон всемирного тяготения, но не опубликовал их, ибо был в это время секретарем Общества, президентом которого стал Ньютон» (там же, с.142).

Об этом же сообщает У.И. Франкфурт в монографии «Специальная и общая теория относительности. Исторические очерки» (1968): «...Закон обратных квадратов был известен и Гуку, но нет сомнения, что Ньютон – творец классической теории тяготения. Им завершено новое направление в учении о тяготении, связанное с именами Коперника, Кеплера, Галилея, Гюйгенса, Роберваля и многих других» (Франкфурт, 1968, с.138-139).

Этот же вопрос рассматривает И.А. Климишин в книге «Открытие Вселенной» (1987). Автор говорит о событиях конца XVII столетия: «В те годы идея тяготения уже «носилась в воздухе». Так, в 1684 г. Роберт Гук, лондонский архитектор Кристофер Рен и бывший в то время помощником королевского астронома Эдмонд Галлей (1656-1742) пришли к выводу, что сила тяготения изменяется обратно пропорционально квадрату расстояния от центрального тела. Необходимо было доказать, что под действием такой силы планета будет описывать эллиптическую орбиту» (Климишин, 1987, с.183).

**14. Открытие закона центростремительного ускорения.** Автором закона центростремительного ускорения является Христиан Гюйгенс, но Исаак Ньютон открыл этот закон независимо, о чем сообщил Гюйгенсу в одном из писем, ознакомившись с его трактатом «Маятниковые часы».

У.И. Франкфурт в монографии «Специальная и общая теория относительности. Исторические очерки» (1968) указывает: «В 1659 году Гюйгенс открыл закон центростремительного ускорения. В 1673 г. этот закон был опубликован в приложении к «Маятниковым часам». Экземпляр книги был получен Ньютоном в том же году. В своем ответном письме Ньютон намекнул на то, что он **давно уже знает** всё относящееся к центростремительной силе. Анализируя имеющиеся материалы, и, в частности, расшифрованный Херивелем отрывок бумаги, где Ньютон делал числовые расчеты, Л. Розенфельд пишет: «Мы видим здесь, как Ньютон применяет свое недавно приобретенное знание закона центростремительных сил для того, чтобы вычислить эту силу на поверхности Земли и сравнить ее

с силой тяжести. Этот драгоценный документ дает окончательный ответ на вопрос, какое значение для радиуса Земли Ньютон принимал в его знаменитом «Размышлении под яблоней» (Франкфурт, 1968, с.138).

**15. Изобретение часов со спиральной пружиной.** Это изобретение стало возможным в результате исследований, проведенных Христианом Гюйгенсом и Робертом Гуком независимо друг от друга. Одновременность изобретения послужила причиной спора о приоритете, возникшего между учеными.

И.Н. Веселовский в книге «Христиан Гюйгенс» (1959) пишет: «В особенности жестокий спор разгорелся у Гюйгенса с Гуком после того, как в 1675 году Гюйгенс сделал еще одно важное изобретение, а именно сконструировал часы со спиральной пружиной и балансиrom, которые являются прототипом всех современных карманных часов, а также точных хронометров, вполне пригодных для определения долгот на море. Спор с Гуком **из-за приоритета** достиг такой остроты, что, когда в 1678 году Гук был избран на пост ученого секретаря Королевского общества, Гюйгенс фактически прекратил переписку с Обществом» (Веселовский, 1959, с.96).

Об этом же сообщает В.С. Кессельман в книге «На кого упало яблоко» (2014), рассказывая о попытке Гюйгенса получить в Англии патент на свои часы: «Попытка получить патент в Англии вызвала резкий протест Роберта Гука: оказывается, он десять лет назад говорил на лекции, что спиральная пружина может сыграть в часах роль силы тяжести, действующей на маятник. Изобретение это было сделано им в 1656-1658 годах. По указанию Гука часовой мастер Томпсон сделал для Карла II первые часы с регулирующей пружиной» (В.С. Кессельман, 2014).

**16. Математическая формулировка принципа наименьшего действия.** Хотя первенство открытия принципа наименьшего действия часто отдается французскому математику и механику Пьеру Мопертюи (1698-1759), великий Леонард Эйлер сформулировал данный принцип независимо от своего французского коллеги. Эйлер изложил его в приложении к сочинению «Метод нахождения кривых линий...» (1744).

Л.С. Полак в книге «Уильям Гамильтон» (1993) пишет: «...Эйлеру принадлежит первая отчетливая идея математического содержания, которое вкладывается наукой в принцип наименьшего действия. Именно Эйлер в 1744 г. в указанном выше приложении показал, что для траекторий, описываемых под действием центральных сил, интеграл  $\int v ds$ , где  $v$  – скорость, всегда равен минимуму или максимуму. Эйлер не дал этому выражению какого-либо специального наименования» (Полак, 1993, с.102). Автор продолжает: «Несмотря на то, что выражение  $\delta \int v ds$ , являющееся математически осмысленной формой принципа наименьшего действия, дано Эйлером **независимо и одновременно** с работами Мопертюи, Эйлер всегда подчеркивал приоритет Мопертюи. Возможно, это объясняется тем, что при склонности к метафизическим спекуляциям он отдавал предпочтение априорной и кажущейся универсальной метафизической аргументации Мопертюи по сравнению со своими результатами...» (там же, с.103).

О том, что Эйлер открыл принцип наименьшего действия независимо от Мопертюи, сообщает также Б.И. Спасский в 1-ом томе книги «История физики» (1977): «Эйлер **независимо от Мопертюи** установил принцип наименьшего действия для простых случаев движения материальной точки, причем в правильной математической формулировке. В 1744 г. в сочинении, посвященном началам вариационного исчисления, он показал, что задачу движения материальной точки в поле центральных сил можно свести к нахождению экстремума интеграла  $\int v ds$ , где  $v$  – скорость точки, а интеграл берется по всей траектории ее движения. Эйлер, как и Мопертюи, видел в применяемом принципе, так сказать, «экономическое усмотрение творца» (Спасский, 1977, с.200).

**17. Открытие закона сохранения массы вещества.** Этот закон открыли независимо друг от друга французский химик Антуан Лоран Лавуазье (1743-1794) и отечественный ученый Михаил Васильевич Ломоносов (1711-1765).

А.В. Мануйлов и В.И. Родионов в книге «Основы химии» (2014) констатируют: «Новые вещества не получаются из ничего и не могут обратиться в ничто. Масса (вес) реагентов всегда в точности равна массе (весу) продуктов химической реакции. Этот фундаментальный закон впервые открыл русский ученый М.В. Ломоносов. Немного позже французский химик А. Лавуазье пришел к тем же выводам и **независимо от Ломоносова** сформулировал тот же закон» (Мануйлов, Родионов, 2014, с.186-187).

Об этом же сообщает А.Н. Петров в книге «Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор» (2013): «...С развитием экспериментальной физики была сформулирована в виде закона сохранения массы идея о неуничтожимости материи. Его **независимо установили** основоположник российской естественнонаучной школы Михаил Ломоносов (1711-1765) и французский химик Антуан Лавуазье (1743-1794), систематически применявший в химических исследованиях количественные методы» (Петров, 2013, с.247).

**18. Открытие закона сохранения момента количества движения.** Данный закон формулируется следующим образом: если общий момент сил, действующих на вращающееся тело, равен нулю, то равно нулю и изменение момента количества движения, т.е. момент количества движения остается постоянным (неизменным). Описанный закон открыли независимо друг от друга Леонард Эйлер и Даниил Бернулли (1700-1782).

Б.И. Спасский в 1-ом томе книги «История физики» (Москва, «Высшая школа», 1977, с.320) указывает: «Третий закон сохранения – закон сохранения момента количества движения – был установлен в 1746 г. **почти одновременно** Эйлером и Д. Бернулли при разработке теории вращательного движения. Согласно их формулировке, как указывает Лагранж, «при движении нескольких тел вокруг неподвижного центра сумма произведений массы каждого тела на его скорость вращения вокруг центра и на расстояние его от того же центра является всегда независимой от взаимного действия, которое тела могут производить друг на друга, и должна всегда оставаться неизменной, если не имеется какого-либо внешнего действия или препятствия» [2]» (Спасский, 1977, с.190).

Здесь [2] – Лагранж Ж. Аналитическая механика. Том 1. – Москва-Ленинград: «Гостехиздат», 1950.

**19. Получение дифференциальной формы гидродинамического уравнения неразрывности.** Это уравнение выражает собой закон сохранения массы в элементарном объеме, то есть связь пространственного изменения потока массы жидкости или газа и скорости изменения плотности со временем. Леонард Эйлер и Жан Лерон Даламбер (1717-1783) независимо друг от друга впервые записали его в дифференциальной форме, то есть на языке дифференциального исчисления, в 1752 году.

В.И. Яковлев и Е.Н. Остапенко в книге «История и методология механики. Развитие механики в XVIII – XIX веках» (2019) пишут о временах Эйлера и Даламбера: «...Уравнения неразрывности записывались не так, как это делали Ньютон, Д. Бернулли, Клеро (в виде конечных формул), а в виде дифференциального уравнения. Впервые они были получены Даламбером и Эйлером **независимо друг от друга**, у каждого в своем виде, почти одновременно и опубликованы в 1752 г.» (Яковлев, Остапенко, 2019, с.193).

**20. Открытие закона постоянства углов в кристаллах.** Данный закон впервые сформулировал датский ученый Николай Стенон (Нильс Стенсен, 1638-1686), но наш соотечественник Михаил Васильевич Ломоносов не знал об этом, поэтому независимо открыл указанный закон при изучении структуры различных кристаллов. Также этот закон независимо открывал французский минералог Жан Батист Луи Роме-де-Лиль (1736-1790).

И.И. Шафрановский в статье «История и пути развития математической кристаллографии» («Записки горного института им. Г.В. Плеханова», 1966, том 50, № 2) пишет: «Попытка И. Кеплера подвести единый геометрический базис под кристаллографию оказалась слишком ранней и недостаточно подкрепленной фактическим материалом. Последующие исследователи кристаллов длительное время вынуждены были придерживаться традиций словесно-описательной школы. Некоторую математичность в качественные описания вносил лишь закон постоянства углов, открытый в 1669 г. Н. Стеноном (1638-1686), а затем **заново установленный** М.В. Ломоносовым (1749) и Ж.Б. Ромэ Делилем (1736-1790)» (Шафрановский, 1966, с.8).

**21. Изобретение отражающего (зеркального) квадранта.** Зеркальный квадрант (октант) изобрели независимо друг от друга английский математик Джон Хэдли (1682-1744) и инженер, математик-самоучка и астроном, живший в Пенсильвании, Томас Годфри (1704-1749).

Ричард Коэн в книге «В погоне за Солнцем» (2013) повествует: «...Во время Третьей англо-голландской войны (1672–1674) череда неудачных выступлений английского флота объяснялась недостатком астрономических данных, который не позволил морским командирам перемещаться и маневрировать более эффективно. В 1731 году член Королевского общества Джон Хэдли и стекольщик из Филадельфии Томас Годфри **независимо друг от друга** одновременно изобрели отражающий квадрант (он же октант), у которого сорока-пятиградусная дуга делилась на девяносто частей, а ее края соединялись двумя рычагами. В 1757 году Джон Кэмпбелл сделал этот инструмент менее громоздким, увеличив его до 1/6 круга (его назвали секстантом) и повысив его точность добавлением фильтров и небольшого телескопа» (Р. Коэн, 2013).

Об этом же сообщают Томас Дерри и Тревор Уильямс в книге «Краткая история технологий» (2021). Авторы пишут об изобретении Джона Хэдли, сделанном в 1731 году: «Метод предполагал использование октанта, на котором изображение Солнца или звезды отражалось зеркалом на второе зеркало, уже наведенное на горизонт; угловое наблюдение высоты над уровнем моря велось в телескоп, движущийся по градуированной шкале. Основное преимущество октанта в том, что он не реагировал на качку. Результаты адмиралтейских испытаний 1732 года показали, что погрешность прибора Хэдли составляет максимум 2 градуса. **Одновременно и независимо** от Хэдли Томас Годфри из Филадельфии разработал аналогичный прибор...» (Т. Дерри, Т. Уильямс, 2021).

Аналогичные сведения можно найти в работах:

- Ланге П.В. Горизонты Южного моря: история морских открытий в Океании. – М.: «Прогресс», 1987. – 286 с.

- Хауз Д. Гринвичское время и открытие долготы. – М.: «Мир», 1983. – 240 с.

**22. Изобретение лейденской банки (конденсатора).** Это изобретение является заслугой двух людей – голландского физика Питера ван Мушенбрука (1692-1761) и немецкого священника Юргена фон Клейста (1700-1748). Создание лейденской банки стимулировало изучение электричества, в частности, электропроводящих свойств различных материалов. Лейденская банка позволила впервые получить искусственным путем электрическую искру.

Б.И. Спасский в 1-ом томе книги «История физики» (1977) подчеркивает: «...Важным шагом в изучении электрических явлений было изобретение лейденской банки, которое было сделано **почти одновременно** немецкими учеными Клейстом и Мушенбруком. Название связано с городом Лейденом, где Мушенбрук проделал первые опыты с лейденской банкой. Важность этого изобретения заключалась в том, что теперь физики могли получать значительные электрические заряды и экспериментировать с ними. Естественно, что это изобретение привело к усилению интереса среди ученых к изучению



электрических явлений. Этому способствовала также мысль о возможности практического применения электричества» (Спаский, 1977, с.171).

Об этом же сообщает Фрэнсис Эшкрофт в книге «Искра жизни: электричество в теле человека» (2016): «Способа сохранять электростатический заряд не существовало до появления в октябре 1745 г. лейденской банки, которую изобрел немецкий священнослужитель Эвальд Юрген фон Клейст. Всего несколько месяцев спустя нидерландский ученый Питер ван Мушенбрук доложил Парижской академии наук об аналогичном **независимом изобретении**. Его письмо было переведено Жаном-Антуаном Нолле, аббатом картезианского монастыря в Париже, который и назвал устройство лейденской банкой в честь города Лейден в Нидерландах, где работал Мушенбрук» (Эшкрофт, 2016, с.23).

Приведем еще один источник. Энн Руни в книге «История физики. От натурфилософии к загадкам темной материи» (2017) пишет: «Генераторы статического электричества стали популярным развлечением во время публичных научных лекций. Примерно в 1744 г. двое ученых **независимо друг от друга** изобрели лейденскую банку. Это были голландский учитель математики Питер ван Мушенбрук (1692-1761) и немецкий священник Эвальд Георг фон Клейст (1700-1748). Изобретение представляло собой банку, частично заполненную водой. Сквозь пробку в нее был введен металлический стержень или проволока. Это было простейшее устройство для накопления электричества. Для большей эффективности банку снаружи оборачивали металлической фольгой» (Руни, 2017, с.97).

**23. Формулировка идеи о тождестве (эквивалентности) электрической искры и молнии.** Авторство данной идеи традиционно приписывается американскому ученому Бенджамину Франклину (1706-1790), описавшему результаты своих исследований в книге «Опыты и наблюдения над электричеством» (1751). Но независимо от Франклина эта идея высказывалась многими другими учеными, которые обращали внимание на аналогию свойств электрической искры и молнии.

Г.К. Цверава в книге «Прокоп Дивиш» (1965) пишет: «...Немецкий физик Винклер в 1746 г. косвенным путем выводит умозаключение о тождестве электрической искры и молнии. Луи де Моннье, автор статей «Магнит» и «Электричество» во французской «Энциклопедии», на основе своих наблюдений, проведенных в течение 1747-1751 гг. в Сен-Жермен-ан-Лэ, доказывает присутствие электричества в атмосфере в ясную негрозовую погоду. Другой, менее известный французский естествоиспытатель Дени Барбере в мемуаре, изданном в 1750 г., писал: «Если электрические явления суть менее огромны, чем грозные, то только потому, что уменьше наше обладает меньшими возможностями, чем природа. Грозная материя, заключенная в туче, та же, что электрическая материя» [10]. Де Рома в провинциальном городке Нераке в Южной Франции в июне 1753 г. осуществляет классический опыт запуска воздушного змея размерами 2,3 на 0,91 метров на высоту 170 метров [11]. Де Рома **не мог знать** об аналогичном эксперименте, произведенном в июне 1752 г. за океаном, по той простой причине, что с письмом Франклина в Лондон от 19 октября 1752 г., в котором упоминалось о применении воздушного змея [12], французские читатели смогли ознакомиться не ранее 1754 г., когда вышло второе, расширенное новыми сообщениями парижское издание «Опытов и наблюдений над электричеством» (Цверава, 1965, с.47-48).

Об этом же сообщает Я.Г. Дорфман в статье «Вениамин Франклин – выдающийся физик XVIII века» (журнал «Природа», 1956, № 2): «Вопрос об электрическом происхождении молнии возник среди физиков задолго до Франклина. Так, еще в 1708 г. английский физик Уолл, рассказывая об искрах и сопровождающем их треске при сильной электризации больших кусков янтаря, писал, что эти явления «в какой-то степени, кажется, отображают гром и молнию». В таком же духе высказался об этом явлении Ньютон в письме, адресованном доктору Лоу в 1716 г.: «Это явление напоминает мне линейную

молнию в малом – правда, очень малом - масштабе» (Дорфман, 1956, с.78). Автор продолжает: «В том же 1746 г. немецкий физик Винклер отметил многочисленные черты сходства между молнией и электричеством и высказал твердое убеждение, что молния есть электрический разряд. Но важнейшей заслугой Франклина является то, что он впервые предложил постановку эксперимента, который должен был решить вопрос, правильно ли предположение об электрической природе молнии» (там же, с.78).

**24. Изобретение молниеотвода.** Практически во всех учебниках отмечается, что создателем первого молниеотвода является Бенджамин Франклин. Следует, однако, учитывать, что независимо от него аналогичное устройство для защиты от молний изобрел чешский священник, доктор теологии, ученый-экспериментатор Прокоп Дивиш (1698-1765).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) говорит о Прокопе Дивише: «Исследовал электрические явления с помощью усовершенствованной им электростатической машины и атмосферное электричество. **Независимо** от Б. Франклина первый в Европе изобрел (1754) молниеотвод и предложил широко использовать его» (Храмов, 1983, с.104).

Об этом же сообщает Г.К. Цвєрава в книге «Прокоп Дивиш» (1965). Описывая опыты, проведенные П. Дивишем, автор упоминает также те наблюдения, которые привели чешского ученого к изобретению молниеотвода: «В перечне его опытов можно встретить: воспламенение спирта искрой, преобразование электрического потенциала в механическую работу (электрические фонтан, колокольчик, молоток с наковальней и др.), тлеющий разряд в разреженной трубке с ртутью, умерщвление птиц и насекомых электрическим ударом. В эти же годы (1742-1750 годы – Н.Н.Б.) Дивиш путем собственных наблюдений над истечением электричества с заостренных предметов пришел к важным выводам, которые впоследствии навели его на мысль об устройстве молниезащитной установки» (Цвєрава, 1965, с.34-35). Автор добавляет: «Не подлежит сомнению, что Дивиш, манипулируя с машиной трения и лейденской банкой, достаточно часто наблюдал действие электрического пробоя, чтобы соотнести это явление с разрушительными последствиями молнии» (там же, с.48). «Приоритет Дивиша как первооткрывателя и строителя заземленного молниеотвода **замалчивался** или, в лучшем случае, оспаривался некоторыми видными исследователями, ссылавшимися на предваряющие работы Франклина и его последователей» (там же, с.56).

Об этом же пишет Иржи Недела в заметке «Изобретатель громоотвода» (журнал «Техника - молодежи», 1955, № 10): «Как известно, в литературе по истории техники до настоящего времени существует точка зрения, что приоритет в открытии громоотвода принадлежит американскому ученому Бенджамину Франклину. Между тем выдающийся американский ученый, заслуги которого отнюдь не следует преуменьшать, так как он не знал о работах Дивиша, создал громоотвод только в 1760 году (Дивиш это сделал в 1754 – Н.Н.Б.). Большую заслугу в том, что сохранилась память об изобретении Прокопа Дивиша, имеет чешский историк Ф.М. Пелцл, который в 1777 году опубликовал биографии ряда чешских и моравских ученых. Среди них почетное место он отвел и Прокопу Дивишу – «природоиспытателю и изобретателю громоотвода», как он о нем писал» (Недела, 1955, с.26).

Прочитируем еще одну работу. А. Васильев в статье «Прокоп Дивиш и Янош Сегнер» (журнал «Квант», 2007, № 5) отмечает: «Во всем мире изобретателем громоотвода считается американский ученый Бенджамин Франклин. И это действительно так. Однако изобретателей громоотвода было, как минимум, двое. **Независимо от Франклина** в 1754 году чешский священник Прокоп Дивиш сконструировал и установил громоотвод в монастыре Лука близ селения Приметице» (Васильев, 2007, с.18).

**25. Формулировка идеи о том, что притяжение электрических зарядов подчиняется закону обратных квадратов.** Иногда высказывается точка зрения, что ученый, планирующий эксперимент, заранее знает, какой результат будет получен (следовательно, нет смысла говорить об индукции как источнике открытий). Но при этом не учитывается, что до эксперимента существовали знания, наводившие на определенную идею в рамках аналогии (аналогия – важный компонент индуктивных рассуждений). Иллюстрацией сказанного может служить следующий пример. Еще до каких-либо экспериментов британский физик Генри Кавендиш (1731-1810) сформулировал гипотезу о том, что сила притяжения электрических зарядов подчиняется закону обратных квадратов. Как он пришел к этой гипотезе? По аналогии с тем, что сила гравитационного притяжения обратно пропорциональна квадрату расстояния между телами (закон Ньютона). Независимо от Кавендиша эту же аналогию провел немецкий ученый Франц Ульрих Теодор Эпинус (1724-1802).

В.М. Родионов в монографии «Зарождение радиотехники» (1985) отмечает: «В 1759 г. петербургский физик Ф. Эпинус развил теорию Франклина [142], высказав мысль, что величины электростатических и магнитостатических взаимодействий «изменяются обратно пропорционально квадратам расстояний». Эпинус впервые высказал весьма плодотворную догадку о колебательном разряде лейденской банки и ввел понятие электрического потенциала и электрической емкости. В 1773 г. **независимо** от Эпинуса существование обратной квадратичной зависимости предположил также и английский физик Г. Кавендиш [186]» (Родионов, 1985, с.30).

Аналогия, которой руководствовался Ф. Эпинус, рассматривается в следующих работах: Пойа Д. Математика и правдоподобные рассуждения. – М.: «Наука», 1975; Самин Д.К. 100 великих научных открытий. – М.: «Вече», 2006.

**26. Разработка эксперимента для установления закона притяжения зарядов (закона Кулона).** Выше мы отмечали, что Исаак Бекман разработал схему эксперимента для определения скорости света независимо от Галилео Галилея. В исследованиях, преследовавших цель определить зависимость между силой притяжения электрических зарядов и расстоянием, произошла похожая ситуация. Схему эксперимента для установления данной зависимости разработали независимо друг от друга француз Шарль Огюстен Кулон (1736-1806) и британец Джон Робайсон (1739-1805).

С.Р. Филонович в книге «Кавендиш, Кулон и электростатика» (1988) пишет: «Решение проблемы установления «закона электрической силы» состояло в том, чтобы найти экспериментальную ситуацию, в которой пондеромоторные силы совпадали бы с силами, действующими между элементарными зарядами. Правильный подход к этой проблеме был найден **независимо от Кулона** и, вероятно, раньше него английским естествоиспытателем Дж. Робайсоном. Экспериментальный метод, использованный Робайсоном, основывался на идее о том, что взаимодействующие заряды можно считать точечными, если размеры сфер, на которых они локализованы, много меньше расстояния между центрами сфер. Установка, с помощью которой Робайсон проводил измерения, подробно описана в его фундаментальном труде «Система механической философии», изданном уже после его смерти, в 1822 г., известным шотландским физиком Д. Брюстером» (Филонович, 1988, с.13).

**27. Экспериментальное открытие закона притяжения электрических зарядов.** Честь экспериментального открытия закона притяжения электрических зарядов принадлежит Шарлю Кулону и Генри Кавендишу, которые независимо друг от друга показали, что сила этого притяжения обратно пропорциональна квадрату расстояния (как и предполагалось теоретически). Ниже мы приводим источники, в которых, помимо Кулона и Кавендиша, упоминаются другие ученые, которые не ставили экспериментов, но генерировали правильные догадки относительно «закона Кулона».

А.Т. Филиппов в книге «Многоликий солитон» (Москва, «Наука», 1990, с.288) пишет: «Основные законы трения качения и скольжения твердых тел были установлены на опыте почти через сто лет после выхода в свет «Начал» работами Шарля Огюстена Кулона (1736-1806), наиболее известным открытием закона притяжения электрических зарядов, сделанного **независимо от Кавендиша**, по обыкновению не опубликовавшего свои результаты» (Филиппов, 1990, с.112).

Б.Г. Кузнецов в книге «Развитие физических идей от Галилея до Эйнштейна в свете современной науки» (2010) констатирует: «Началом математической разработки электростатики был закон взаимодействия электрических зарядов. Он был найден Пристли и **независимо от него** Кавендишем в 60-70-е годы XVIII в. Но закон носит имя Кулона, который подтвердил его непосредственным измерением» (Кузнецов, 2010, с.287).

Р.Н. Щербаков в статье «Основатель количественного эксперимента. К 275-летию со дня рождения Ш.О. Кулона» («Вестник РАН», 2011, том 81, № 7) пишет об измерениях, проведенных Кулоном и другими учеными с целью установления закона притяжения электрических зарядов: «До Кулона аналогичными измерениями занимались его английские современники Дж. Пристли (1767), Дж. Робайсон (1769) и Г. Кавендиш (1773). **Независимо друг от друга** они пришли к выводу, предсказанному до того Ф.У.Т. Эпинусом, что сила взаимодействия электрически заряженных тел убывает обратно пропорционально квадрату расстояния между ними. Этот же факт Кулон обнаружил в опытах на базе созданных им высокочувствительных крутильных весов, названных «электрическими весами» (Р.Н. Щербаков, 2011).

**28. Создание метода вариации произвольных постоянных.** Как известно, этот метод лег в основу теории возмущений и нашел применение в небесной механике. Метод разработан французским математиком и механиком Жозефом Луи Лагранжем (1736-1813) и независимо его соотечественником Пьером Симоном Лапласом (1749-1827). Лагранж опубликовал свой метод в 1783 г., Лаплас – в 1799.

И.Б. Погребысский в книге «От Лагранжа к Эйнштейну» (1966) указывает: «...Лагранж получает выражения для вариаций элементов орбиты через производные от пертурбационной функции не по координатам, а по элементам. Точнее, Лагранж находит сначала производные пертурбационной функции по элементам в виде выражений, линейных относительно производных от элементов по времени, а затем обращает эти зависимости. Любопытно отметить, что одновременно аналогичные формулы получил и опубликовал Лаплас **вполне независимо от Лагранжа**» (Погребысский, 1966, с.177).

Если углубиться в историю метода вариации произвольных постоянных, то можно заметить, что первые шаги в разработке данного способа решения дифференциальных уравнений сделали Даниил Бернулли и Леонард Эйлер. Причем они сделали эти шаги опять же независимо друг от друга во время работы над теорией морских приливов и отливов. А.Т. Григорьян, А.П. Юшкевич и Б.Д. Ковалев в статье «Даниил Бернулли. У истоков математического естествознания» (журнал «Природа», 1982, № 3) пишут: «...Бернулли существенно обогатил математику многими открытиями и постановкой важных вопросов. К уже сказанному добавим, что в исследовании по теории приливов Бернулли параллельно с Эйлером и **независимо от него** разработал основы метода, который теперь известен как метод вариации произвольных постоянных решения дифференциальных уравнений второго порядка и обычно связывается с именем Лагранжа. Данное исследование было опубликовано в 1740 г. и премировано на конкурсе Парижской академии наук вместе с работами Эйлера и некоторых других ученых» (Григорьян и др., 1982, с.84).

Об этом же сообщает Н.В. Александрова в книге «Математические термины» (1978): «Метод вариации произвольных постоянных (решения дифференциальных уравнений) детально разработан Лагранжем (публикации 1762, 1765, 1775 г.). Вообще говоря, метод был известен раньше Эйлеру, применившему его к дифференциальному уравнению второго порядка в сочинении о приливах и отливах. Этот же прием **независимо открыл** Д.

Бернулли (1740). Однако Эйлер варьировал не все величины; кроме того, он допустил некоторые ошибки в вычислениях; получившиеся результаты настолько огорчили его, что он перестал заниматься дальнейшим развитием метода» (Александрова, 1978, с.76).

**29. Вклад в разработку гамильтонова формализма при решении задач классической механики и оптики.** После того, как ирландский математик и астроном Уильям Гамильтон (1805-1865) создал новый математический аппарат классической механики, отличающийся от аппарата Жозефа Лагранжа, многие математики стали интенсивно развивать идеи и методы Гамильтона. Существенный вклад в это развитие внесли немецкий математик Карл Якоби (1804-1851) и наш соотечественник Михаил Васильевич Остроградский (1801-1861), которые независимо друг от друга получили похожие результаты.

И.Б. Погребысский в книге «От Лагранжа к Эйнштейну» (1966) говорит о Михаиле Васильевиче Остроградском: «...Благодаря его трудам и трудам Якоби теория, основы которой заложил Гамильтон, превратилась в достаточно общее и законченное учение. Работы Остроградского и Якоби во многих пунктах **перекрываются**; некоторые их общие достижения были раньше опубликованы Остроградским, другие появились раньше в статьях Якоби, взаимная **независимость** обоих выдающихся ученых, высоко ценивших друг друга, не подлежит сомнению» (Погребысский, 1966, с.214).

Автор продолжает: «Мемуар о дифференциальных уравнениях, относящихся к изопериметрической задаче» - самое обширное и вместе с тем одно из наиболее редко цитируемых произведений Остроградского. Последнее объясняется, вероятно, тем, что многие результаты этой работы были найдены, **независимо от Остроградского**, К. Якоби. При жизни Якоби его исследования, относящиеся к этому предмету, оставались в рукописях, но Якоби имел ряд учеников и последователей, которые позаботились после ранней смерти своего учителя о публикации и популяризации его трудов» (там же, с.226). «Так или иначе, но хотя приоритет Остроградского, опубликовавшего свою работу задолго до появления в печати исследований Якоби, бесспорен, многое из того, что содержит «Мемуар об изопериметрах», связывают только с именами Якоби и некоторых других ученых» (там же, с.226-227).

Об этом же сообщает А.Т. Григорьян в книге «Механика от античности до наших дней» (1974). Автор говорит о теории канонических уравнений механики, в том числе об открытии уравнения Гамильтона - Якоби: «В разработку всей этой теории существенный вклад внес М.В. Остроградский. В исследованиях по уравнениям динамики он дал каноническую форму уравнений динамики и установил теоремы о характеристической функции, принимая связи системы зависящими от времени. В работах этого цикла **независимо от Гамильтона** и Якоби он развивает также и теорию того уравнения в частных производных, которое обычно называется уравнением Гамильтона – Якоби. **Независимо от Гамильтона** и Якоби Остроградский доказал, что задача определения интегралов канонических уравнений эквивалентна нахождению полного интеграла некоторого дифференциального уравнения в частных производных» (Григорьян, 1974, с.265).

Приведем еще один источник. Б.В. Гнеденко и И.Б. Погребысский в книге «Михаил Васильевич Остроградский. Жизнь и работа. Научное и педагогическое наследие» (1963) отмечают: «Следует оговорить, что значительная часть результатов Остроградского, изложенных в «Мемуаре о дифференциальных уравнениях, относящихся к изопериметрической задаче», была **независимо от него** получена и Якоби (теория возмущений для канонических систем и приведение к каноническому виду уравнений изопериметрической задачи, когда под знаком интеграла входят производные первого порядка неизвестных функций). Но то, что сделал Якоби, появилось в печати много позднее, когда были изданы его «Лекции по динамике» (1866)» (Гнеденко, Погребысский, 1963, с.170).

**30. Повторное открытие результатов Гамильтона в трудах Генриха Брунса.** Немецкий математик и астроном Генрих Брунс (1849-1919) совершенно самостоятельно (независимо) получил ряд математических результатов, которые были опубликованы Уильямом Гамильтоном при решении оптических проблем.

Макс Джеммер в книге «Эволюция понятий квантовой механики» (1985) пишет об открытиях У. Гамильтона: «Эти результаты, которые Гамильтон [133] опубликовал между 1828 и 1837 гг., на протяжении ста лет почти не привлекали внимания. Механику Гамильтона, отделенную от его оптики, как мы знаем, развил и углубил Якоби [134]. Оптика Гамильтона, отделенная от его механики, возродилась в теории эйконала, развитой Брунсом [135]» (Джеммер, 1985, с.233).

В примечаниях М. Джеммер поясняет: «Работа Брунса, сделанная, по-видимому, **независимо** от теории Гамильтона и не содержащая явных ссылок на нее, тем не менее, тесно связана с ней. Основное уравнение Брунса, уравнение эйконала, по существу, является дифференциальным уравнением Гамильтона для его характеристической функции. Связь между теорией Гамильтона и работой Брунса, равно как и важность последней для теоретической физики вообще, а не только для конструирования оптических инструментов, что было ее первоначальной целью, были превосходно освещены в статье: Sommerfeld A., Runge J. Anwendung der Vektorrechnung auf die Grundlagen der geometrischen Optik. - Annalen der Physik, 1911, Bd35, S.277-298» (Джеммер, 1985, с.233).

Об этом же сообщает И.Б. Погребысский в книге «От Лагранжа к Эйнштейну. Классическая механика XIX века» (1966): «Историческим фактом является то, что в оптике блестящие результаты Гамильтона не были сразу использованы. <...> Только в конце века А. Брунс (и другие) **переоткрыл** некоторые результаты Гамильтона, и тогда началось их «внедрение». В свою очередь, это усилило интерес к оптико-механической аналогии, к генезису идей Гамильтона в механике и наложило свой отпечаток на развитие физики в первые десятилетия XX в.» (Погребысский, 1966, с.191).

Вот еще одно свидетельство. Л.С. Полак в книге «Уильям Гамильтон» (1993) указывает: «Брунс предпочел положить в основу своего метода абстрактную теорию контактного преобразования, развитую Софусом Ли в 70-х годах XIX в., но и это не порывает его связи с идеями и методом Гамильтона, так как исходный источник контактных преобразований находится в гамильтоновом оптическом методе и был перенесен Гамильтоном в динамику и развит далее Якоби и в теоретико-групповом аспекте Софусом Ли» (Полак, 1993, с.75). Автор добавляет: «Как справедливо показал Дж. Синг, Брунс **вновь открыл** метод Гамильтона в форме, менее общей, но достаточной для практических приложений. На самом деле как метод Гамильтона, так и метод Брунса одинаково приложимы к частным практическим задачам, так как они в существенном одинаковы» (там же, с.76).

**31. Обнаружение скрытой теплоты плавления льда.** Это открытие независимо друг от друга сделали шотландский физик Джозеф Блэк (1728-1799) и шведский ученый Иоганн Карл Вильке (1732-1796). Данному открытию способствовала формула для определения температуры смеси однородных жидкостей, выведенная Г.В. Рихманом в 1744 г.

Н.Д. Григорьев в статье «Георг Вильгельм Рихман (к 300-летию со дня рождения)» (журнал «Электричество», 2011, № 8) описывает события, произошедшие после того, как Г.В. Рихман получил указанную формулу: «Используя формулу Рихмана, шотландский физик Д. Блэк и **независимо от него** шведский физик И. Вильке в XVIII в. открыли скрытую теплоту плавления льда» (Григорьев, 2011, с.2-3).

Об этом же сообщает П.С. Кудрявцев в книге «Курс истории физики» (1982): «Дело Рихмана продолжили шведский академик Иоганн Вильке (1732-1796) и шотландский химик Джозеф Блэк (1728-1799). И тот, и другой ученый, опираясь на формулу Рихмана, нашли необходимым ввести в науку новые понятия. Вильке, исследуя в 1772 г. теплоту смеси воды и снега, обнаружил, что часть теплоты «исчезает». Отсюда он пришел к понятию скрытой

теплоты таяния снега и к необходимости введения нового понятия, получившего в дальнейшем название «теплоемкость». К этому же выводу пришел и Блэк, не опубликовавший своих результатов. Его исследования были напечатаны только в 1803 г., и тогда стало известным, что Блэк первым четко разграничил понятия количества теплоты и температуры, первым ввел термин «теплоемкость» (П.С. Кудрявцев, 1982).

Генри Кавендиш – еще один исследователь, независимо обнаруживший скрытую теплоту плавления и парообразования. С.Р. Филонович в книге «Кавендиш, Кулон и электростатика» (1988) пишет: «Своими калориметрическими опытами Кавендиш доказал, что в одинаковых условиях каждое вещество по-своему ведет себя по отношению к нагреванию. Этим выводом Кавендиш, по существу, **предвосхитил** введение такого понятия, как удельная теплоемкость вещества. С помощью тонких и точных экспериментов Кавендишу удалось продемонстрировать существование скрытой теплоты плавления и парообразования. <...> Результаты своих исследований он опубликовал в ряде работ в журнале ЛКО «Философские записки». Уже при публикации работ по теплоте Кавендиш столкнулся с приоритетными проблемами. Значительные результаты в этой области, во многом перекрывавшиеся с результатами Кавендиша, получил Дж. Блэк. Однако, как уже отмечалось, Блэк не публиковал свои результаты, а сообщал о них на лекциях, которые читал сначала в университете Глазго, а затем в Эдинбургском университете. <...> Вероятнее всего, большинство экспериментов по теплоте Кавендиш **провел независимо от Блэка**» (Филонович, 1988, с.20-21).

**32. Открытие ультрафиолетовых лучей.** Ультрафиолетовые лучи открыты, по меньшей мере, двумя исследователями. Один из них – английский ученый, открывший химические элементы палладий и родий, Уильям Волластон (1766-1828). Второй - Иоганн Вильгельм Риттер (1776-1810). Волластон и Риттер обнаружили ультрафиолетовые лучи независимо друг от друга.

И.В. Измайлов и Б.Н. Пойзнер в книге «О науке, событиях в истории изучения света, колебаний, волн, об их исследователях» (2015) пишут: «Начало XIX в. отмечено также первыми шагами спектроскопии и развитием физической оптики. В 1801 г. английский ученый У.Х. Волластон (1766-1828) – **независимо** от И.В. Риттера (1776-1810), немецкого электрохимика и физика [255, с.400], - открыл ультрафиолетовые лучи» (Измайлов, Пойзнер, 2015, с.237).

Здесь [255] – Дубнищева Т.Н. Концепции современного естествознания. Основной курс в вопросах и ответах. – Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2003. – 407 с.

**33. Открытие поляризации тепловых, то есть инфракрасных лучей.** Авторами данного открытия являются шотландский физик Джеймс Дэвид Форбс (1809-1868) и итальянский ученый Мачедонио Меллони (1798-1854), которые не знали о результатах друг друга.

И.В. Измайлов и Б.Н. Пойзнер в книге «О науке, событиях в истории изучения света, колебаний, волн, об их исследователях» (2015) повествуют: «В 1833 г. итальянский физик и физиолог К. Маттеуччи (1811-1868) выяснил, что тепловые лучи интерферируют. А в 1834 г. шотландский физик Дж. Д. Форбс (1809-1868) открыл их поляризацию и подтвердил их интерференцию, используя «бизеркало» Френеля. **Независимо от Форбса** поляризацию тепловых лучей обнаружил (1836) итальянский физик-экспериментатор М.Меллони (1798-1854). Тщательно изучив отражение, поглощение и преломление инфракрасного излучения (1834), Меллони сделал (1835, 1842) концептуальный вывод: тепловые, световые и ультрафиолетовые лучи имеют единую природу» (Измайлов, Пойзнер, 2015, с.239).

**34. Формулировка идеи о поперечном характере колебаний световых волн.** Христиан Гюйгенс считал световые волны продольными (подобно звуковым колебаниям). Однако в XIX веке были поставлены эксперименты, наводившие на мысль о поперечном характере

световых волн. Впервые эту мысль высказали независимо друг от друга англичанин Томас Юнг (1773-1829) и француз Огюстен Френель (1788-1827).

Э. Уиттекер в 1-ом томе книги «История теории эфира и электричества» (2001) пишет о Томасе Юнге: «В 1816 г. его посетил Араго и рассказал ему о новом экспериментальном результате, который недавно он получил вместе с Френелем, - а именно, что два сходящихся пучка света, поляризованных в плоскостях под прямым углом, не интерферируют друг с другом при тех условиях, когда обыкновенный свет демонстрирует явления интерференции, но при их повторном объединении всегда дают одну и ту же интенсивность света, независимо от разности их хода. Вскоре после того, как Араго уехал от Френеля, Юнг, который размышлял о новом опыте, нашел разгадку этой тайны, которую так долго искали; она состояла в том самом альтернативном варианте, который Бернулли отверг 80 лет назад: колебания света происходят перпендикулярно направлению его распространения» (Уиттекер, 2001, с.143).

Об этом же сообщает Б.И. Спасский в 1-ом томе книги «История физики» (1977): «...Волновая теория света не объясняла явления поляризации и двойного лучепреломления. В связи с этим перед Френелем встал вопрос о том, как же можно построить теорию этих явлений, исходя из волновых представлений о природе света? Выход был один: высказать гипотезу о поперечности световых волн. Эта идея была для того времени очень смелой. Она возникла, вероятно, одновременно и **независимо друг от друга** у Юнга и Френеля. Возникновение идеи о поперечности световых волн связано с открытием, сделанным Араго совместно с Френелем в 1816 г. Исследуя интерференцию поляризованных лучей, они обнаружили, что лучи, поляризованные в одной и той же плоскости, интерферируют обычным образом, тогда как лучи, поляризованные во взаимно перпендикулярных плоскостях, не дают картины интерференции. Этот результат никак нельзя было объяснить, исходя из представлений о световых волнах как продольных волнах; он **наталкивал на мысль** о том, что эти волны должны быть поперечными» (Спасский, 1977, с.255-256).

Этот же исторический эпизод (эпизод независимости исследований двух разных ученых) рассматривает Д.В. Сивухин в 4-ом томе книги «Общий курс физики» (2005) указывает: «Юнг (1817) высказал также мысль о поперечности световых волн. К такому же заключению **независимо от него** пришел Френель (1821) и обосновал это заключение путем исследования поляризации света и интерференции поляризованных лучей. Все эти факты и в особенности явления интерференции и дифракции света находили непринужденное объяснение в рамках волновой теории света» (Сивухин, 2005, с.29).

М.В. Терентьев в книге «История эфира» (1999) резюмирует: «Юнг и Френель шли в науке, как два корабля параллельным курсом; обычно Юнг бывал чуть впереди, но Френель, двигаясь **независимо**, оставлял за собой территорию, изученную значительно глубже» (Терентьев, 1999, с.94).

**35. Создание теории двойного лучепреломления кристаллов.** Теорию двойного лучепреломления кристаллов разработали два исследователя – французский математик Огюстен Луи Коши (1789-1857) и немецкий физик Франц Нейман (1798-1895), которые работали совершенно независимо.

А.С. Сонин в книге «Франц Нейман» (1986) указывает: «Разработанная Нейманом теория не только описывала распространение лучей света при двойном лучепреломлении, но и позволяла проанализировать характер их поляризации. При прохождении через двухлучепреломляющую пластинку кристалла естественный свет поляризуется. Один луч, проходя пластинку без преломления, поляризован в плоскости, содержащей оба луча, а второй луч, отклоняющийся от первоначального пути, поляризован в перпендикулярном направлении. Теория Неймана легко объяснила это явление при условии, что колебания частиц совершаются в плоскости поляризации луча. Это положение противоречило утверждению Френеля, который считал, что колебания частиц эфира совершаются перпендикулярно плоскости поляризации. Расхождение было принципиальным. <...> Спор



решила электромагнитная теория света Максвелла, которая установила, что плоскость поляризации совпадает с плоскостью колебаний электрического вектора волны. Закончив свою первую теоретическую работу, Нейман намеревался послать ее в известный физический журнал «Поггендорф Аннален», где уже были опубликованы несколько его статей. Но тут почта принесла из Франции очередной, десятый том «Мемуаров Парижской академии наук». Открыв его, Нейман обнаружил статью Огюстена Коши. С удивлением он увидел, что Коши решил **ту же самую задачу** о двойном лучепреломлении кристаллов и получил те же результаты, что и он» (Сонин, 1986, с.124-125).

Далее автор пишет о решении, принятом Францем Нейманом: «В такой ситуации перед Нейманом встал вопрос: стоит ли посылать в печать свою работу, если ее основные результаты уже опубликованы, причем получены они более строгими математическими методами? Однако, обдумав всё, Нейман решил опубликовать свою статью. Он считал, что, поскольку его результаты получены простыми методами, то их физический смысл виден значительно яснее, чем смысл результатов математически сложной статьи Коши. Тем более, что подавляющее большинство физиков того времени не имели глубокой математической подготовки» (там же, с.125).

**36. Открытие эффекта Доплера.** Как известно, эффект Доплера состоит в изменении воспринимаемой наблюдателем частоты колебаний при движении источника этих колебаний относительно наблюдателя. По свидетельству специалистов, этот эффект независимо открыли австрийский математик и физик Кристиан Доплер (1803-1953) и французский ученый Арман Ипполит Луи Физо (1819-1896).

С.Р. Филонович в книге «Самая большая скорость» (1983) отмечает: «Еще до проведения первых опытов по измерению скорости света Физо опубликовал работу, в которой рассмотрел распространение света от движущихся источников. Он **независимо** от австрийского физика К. Доплера пришел к выводу о зависимости частоты света, регистрируемого наблюдателем, от скорости движения источника света. В некоторых деталях работа Физо превосходила работу Доплера, и, хотя она была опубликована на шесть лет позже (в 1848 г.), эффект изменения частоты света и звука вследствие движения источника или наблюдателя теперь часто называют эффектом Доплера - Физо» (Филонович, 1983, с.68).

Еще один исследователь, независимо открывший эффект Доплера, - британский инженер-кораблестроитель Джон Скотт Рассел (1808-1882), наиболее известный открытием уединенной волны, получившей название «солитон». Роджер Додд, Дж. Крис Эйлбек, Джон Гиббон и Хедли Моррис в книге «Солитоны и нелинейные волновые уравнения» (1988) пишут о Скотте Расселе, первооткрывателе уединенной волны: «...Хотелось бы воздать ему должное за его оригинальные исследования в области уединенных волн. Обширный список научных трудов Скотта Рассела показывает, что его интересы в науке и инженерных задачах были весьма широки и простирались на многие предметы. В частности, он **независимо открыл** эффект Доплера» (Додд и др., 1988, с.14).

**37. Открытие темных линий солнечного спектра.** Темные линии солнечного спектра – это линии поглощения, видимые на фоне непрерывного спектра звезд. Часто они именуется «фраунгоферовы линии». Спектр указанных линий позволяет судить о химическом составе звездных атмосфер. «Фраунгоферовы линии» открыли независимо друг от друга Уильям Волластон (тот, что обнаружил ультрафиолетовые лучи) и немецкий физик и изобретатель Йозеф Фраунгофер (1787-1826). К сожалению, Волластон не понял значения своей находки.

Т.Н. Горнштейн в статье «Густав Роберт Кирхгоф и его исследования по тепловому излучению» (сборник «Труды института истории естествознания и техники», том 34, 1960) указывает: «...Английский химик и врач Волластон впервые наблюдал темные линии солнечного спектра» (Горнштейн, 1960, с.127). «Волластон принял темные линии

солнечного спектра за естественные границы цветов этого спектра. Считая, однако, темные линии непостоянными, изменяющимися в зависимости от рода призмы и источника света, он закончил свою статью следующими словами: «Впрочем, бесцельно подробнее описывать явления, которые изменяются в зависимости от яркости света, и объяснение которых я не могу взять на себя» [32]. Так Волластон не понял значения своего открытия и остановился в самом начале пути» (там же, с.128).

Автор продолжает: «В 1814 г. немецкий оптик Фраунгофер, не знавший ничего о работе Волластона, вторично открыл темные линии солнечного спектра во время своих опытов по отделению цветов спектра. Сделав еще более узкую щель и применив более совершенную призму из очень чистого стекла, Фраунгофер открыл в солнечном спектре множество темных линий, из которых 576 он измерил, зарисовал и главнейшие из них обозначил буквами. Установив постоянство расположения этих линий в спектре Солнца, Фраунгофер использовал их как ориентиры и смог точно измерять показатели преломления» (там же, с.128).

**38. Открытие характера распределения заряда на поверхности проводника.** В ходе экспериментов Шарль Кулон и Генри Кавендиш независимо друг от друга выяснили, что статический заряд всегда локализуется на внешней поверхности проводника. В.М. Дуков в книге «Электродинамика (история и методология макроскопической электродинамики)» (1975) пишет: «Кулон независимо от Кавендиша установил, что статический заряд располагается на внешней поверхности проводника, причем плотность заряда зависит от кривизны поверхности; при соприкосновении двух шариков одинакового радиуса заряды на них распределяются поровну; сила всегда нормальна к поверхности проводника» (Дуков, 1975, с.28-29).

**39. Открытие гальванической поляризации электродов.** С гальванической поляризацией электродов впервые столкнулись французский ученый Никола Готро (1753-1803) и уже упоминавшийся нами немецкий химик Иоганн Вильгельм Риттер независимо друг от друга.

А.В. Лебединский, У.И. Франкфурт и А.М. Френк в книге «Гельмгольц» (1966) пишут: «Уже в начале века было замечено, что если пропускать электрический ток от постоянной батареи через сосуд с двумя одинаковыми электродами, содержащий подкисленную воду, то ток не остается постоянным, он начинает убывать – сначала быстро, а затем медленнее, пока не достигнет постоянной величины. Если отключить концы вольтметра от батарей и соединить их между собой, то во вновь образованной цепи появится ток, по направлению обратный предыдущему. Этот ток весьма быстро убывает. Полагают, что это явление, названное гальванической поляризацией электродов, впервые заметил Готро в 1802 г. В 1803 г. независимо от Готро его наблюдал Риттер» (Лебединский и др., 1966, с.213-214).

**40. Открытие электрической дуги.** Это открытие сделал в 1802 г. российский ученый, профессор Медико-хирургической академии Василий Владимирович Петров (1761-1834). Не зная о его результатах, английский химик Гемфри Дэви (1778-1829) заново обнаружил в 1810 г. эффект возникновения электрической дуги при соприкосновении угольных электродов, соединенных с мощной гальванической батареей.

А.Н. Томилин в книге «Мир электричества» (2004) пишет о том, почему открытие В.В. Петрова оказалось забытым: «Открытие Петрова не привлекло большого внимания. А описание опыта, изложенное в «Известиях Академии» на русском языке, скорее всего, осталось неизвестным большинству европейских ученых. Совсем иная судьба у повторившегося открытия той же дуги в Англии. Несколько лет спустя очень удачливый и, безусловно, талантливый ученый Гемфри Дэви, чьим учеником потом станет Майкл Фарадей, независимо от Василия Петрова обнаружил то же явление и продемонстрировал

его коллегам по Лондонскому королевскому обществу. Вот тут недостатка во внимании и восхищении не было» (Томилин, 2004, с.131-132).

О том, что В.В. Петров наблюдал электрическую дугу раньше Дэви и независимо от него, пишет также Валентин Азерников в книге «Неслучайные случайности» (1972): «...Петербургский профессор В.В. Петров в том же 1803 году, когда Дэви только начал приходить в себя после светских эскапад, производил электролиз окислов и солей различных металлов, исследовал разложение воды электрическим током при низких температурах, а в один из темных вечеров, соединив с батареей Вольты два куска древесного угля и сблизив их, увидел, как он пишет, «весьма яркий, белого цвета свет или пламя, от которого темный покой довольно ясно освещен быть может», получив тем самым впервые знаменитую вольтову дугу, открытую Дэви только в 1810 году» (Азерников, 1972, с.67).

Приведем еще один источник. В.М. Родионов в монографии «Зарождение радиотехники» (1985) указывает: «Опыты с гальваническими элементами позволили обнаружить, кроме химических, и другие новые свойства тока, в том числе его тепловое и магнитное действие. В 1802 г. русский физик – профессор медико-хирургической академии В.В. Петров и, **независимо**, английский химик Г. Дэви (1810 г.) открыли тепловое и световое действия тока в виде электрической дуги, возникающей при соприкосновении и последующем разведении угольных электродов, соединенных с гальванической батареей больших размеров (большого потенциала) [91]. Так, в батарее Петрова количество медных и цинковых кружков доходило до 4200» (Родионов, 1985, с.31).

**41. Выяснение условий, при которых электрический ток вызывает отклонение магнитной стрелки.** Эти условия выяснили и описали независимо друг от друга немецкий физик Томас Иоганн Зеебек (1770-1831) и его соотечественник Теодор Гротгус (1785-1822). Как отмечают специалисты, находка Зеебека и Гротгуса помогла выявить сходство электричества, проходящего через металлические проводники и растворы.

Я.П. Страдынь в книге «Теодор Гротгус» (1966) пишет: «Из самых последних работ Гротгуса следует указать на исследования, предпринятые после открытия Эрстедом явления электромагнетизма. Одновременно с Зеебеком и **независимо от него** Гротгус установил [58], что магнитная стрелка отклоняется не только при протекании тока через близлежащий металлический проводник, но и при протекании тока через проводник II рода, а именно через льняную нить, намоченную соевым раствором (1820). Это наблюдение имело принципиальное значение – оно помогло уяснить сходство электричества, передвигающегося через металлические проводники, и электричества, проходящего через растворы» (Страдынь, 1966, с.39).

**42. Открытие эффекта намагничивания металлов электрическим током.** После того, как датский физик Ханс Христиан Эрстед (1820) обнаружил влияние электрического тока на поведение магнитной стрелки компаса, то есть способность электрического тока создавать магнитное поле, многие ученые стали повторять эксперимент Эрстеда, модифицируя те или иные его детали. На этом пути Франсуа Араго (1786-1853), Жозеф Гей-Люссак (1778-1850) и уже упоминавшийся нами Томас Зеебек независимо друг от друга открыли свойство проводника с током притягивать железные опилки. Другими словами, они обнаружили эффект намагничивания тел с помощью электрического тока.

В.М. Дуков в книге «Электродинамика» (1975) пишет: «Сообщение Эрстеда вызвало сенсацию. Везде повторялся его опыт, и новые открытия стали следовать одно за другим. **Независимо друг от друга** Араго, Гей-Люссак и Зеебек открывают возможность намагничивания электрическим током. Араго показывает, что проводники с током подобно магнитам притягивают железные опилки» (Дуков, 1975, с.53).

**43. Открытие электромагнитной индукции.** Электромагнитная индукция (о которой мы упоминали в первой главе) – это явление возникновения электрического тока, электрического поля или электрической поляризации при изменении магнитного поля во времени или при движении материальной среды в магнитном поле. Первооткрывателем электромагнитной индукции считается английский физик-экспериментатор Майкл Фарадей (1791-1867), но независимо от него этот же эффект обнаружил американский ученый Джозеф Генри (1797-1878).

Генри Липсон в книге «Великие эксперименты в физике» (1972) пишет: «...Сегодня никто не сомневается в том, что честь открытия электромагнитной индукции принадлежит Фарадею. Если кто другой и может претендовать на это открытие, так это американец Генри (1797-1878). Он открыл электромагнитную индукцию **независимо**, но к тому времени, когда стало известно об открытии Фарадея, еще не опубликовал своих результатов. Генри открыл также явление самоиндукции, сущность которого состоит в том, что при появлении и прекращении тока, текущего через катушку, в самой катушке наводится электродвижущая сила» (Липсон, 1972, с.131).

Об этом же говорит Роберт Кан в монографии «Становление материаловедения» (2011): «Век электричества наступил благодаря открытию в начале 1830-х годов явления электромагнитной индукции, которое было сделано **независимо друг от друга** Джозефом Генри (1797-1878) в Америке и Майклом Фарадеем (1791-1867) в Англии и привело к изобретению динамо-машины для генерации электричества при вращении ротора с помощью пара» (Кан, 2011, с.377).

Процитируем еще одну работу. В.М. Родионов в монографии «Зарождение радиотехники» (Москва, «Наука», 1985) отмечает: «**Независимо** от Фарадея явление электромагнитной индукции обнаружил примерно в то же время (1831 г.) американский исследователь Джозеф Генри, преподаватель гимназии в Олбани. Генри делал опыты с электромагнитами, в конструировании которых он достиг больших успехов, и построил весьма мощные образцы, способные удерживать массу до 350 кг. Однако работы американского ученого были известны лишь узкому кругу, в то время как опыты Фарадея регулярно освещались в научной печати» (Родионов, 1985, с.57).

**44. Открытие явления самоиндукции.** Самоиндукция – это эффект возникновения электродвижущей силы (ЭДС) в проводящем контуре, то есть электрической цепи, при изменении тока, протекающего через контур. При изменении тока в контуре пропорционально меняется и магнитный поток через поверхность, ограниченную этим контуром. Изменение этого магнитного потока приводит к тому, что в контуре возбуждается индуктивная ЭДС. Этот эффект и называется самоиндукцией. Описанное явление открыли независимо друг от друга Джозеф Генри (США) и Уильям Дженкинс (Англия).

Г.К. Цварава в статье «К 150-летию открытия электромагнитной индукции» (журнал «Природа», 1981, № 5) пишет: «В те же июньские дни 1832 г. Генри открыл никем до него не наблюдавшееся явление самоиндукции и экстратоки и установил факторы, влияющие на величину индуктивности цепи. **Повторно** явление самоиндукции было обнаружено осенью 1834 г. В. Дженкинсом в Англии, исследовано Фарадеем и описано им в девятой серии «Экспериментальных исследований». В данном случае Генри опередил британского коллегу. В 1893 г. единица индуктивности в честь первооткрывателя была названа «генри» (Цварава, 1981, с.53).

**45. Открытие магнитной анизотропии кристаллов.** Магнитная анизотропия – это зависимость магнитных свойств кристалла от направления намагниченности по отношению к структурным осям данного кристалла. После появления теории относительности и квантовой механики стало ясно, что эта зависимость обусловлена слабыми релятивистскими взаимодействиями между атомами (например, спин-орбитальным и спин-

спиновым взаимодействием). Магнитную анизотропию кристаллов обнаружили независимо друг от друга немецкий физик Юлиус Плюккер (1801-1868) и Майкл Фарадей.

Я.Фолта и Л.Новы в книге «История естествознания в датах» (1987) пишут о событиях 1847 года: «Немецкий математик и физик Юлиус Плюккер открыл магнитную анизотропию кристаллов. (В 1848 г. и **независимо от него** это явление открыл М. Фарадей)» (Фолта, Новы, 1987, с.181).

**46. Открытие хроматической поляризации света.** Хроматическая поляризация – вид поляризации света, при котором происходит окрашивание интерференционной картины в различные цвета после прохождения лучей белого света сквозь среду, неоднородно преломляющую этот свет. Это физическое явление открыли независимо друг от друга француз Франсуа Араго, его соотечественник Жан-Батист Био (1774-1862) и шотландский физик, президент Эдинбургского королевского общества Дэвид Брюстер (1781-1868).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) повествует о Франсуа Араго: «Автор многих открытий в области оптики и электромагнетизма. В 1811 открыл хроматическую поляризацию света (**независимо** от Ж. Био и Д. Брюстера) и впервые наблюдал вращение плоскости поляризации света в кварце» (Храмов, 1983, с.18).

**47. Открытие закона Ома.** Закон Ома описывает зависимость между силой тока на участке цепи и электрическим напряжением (а также электрическим сопротивлением) на этом участке. Немецкий физик Георг Ом (1789-1854) – ученый, ясно сформулировавший закон, согласно которому сила тока пропорциональна электрическому напряжению и обратно пропорциональна электрическому сопротивлению. Он доказывал этот закон с помощью экспериментов (то есть индуктивно), а также ссылаясь на аналогию с теорией теплоты и гидродинамикой. В гидродинамике количество жидкости, проходящей в единицу времени через трубку, пропорционально гидравлическому напору и обратно пропорционально гидравлическому сопротивлению. Независимо от Георга Ома к формулировке закона, названного его именем, близко подходили другие ученые: Антуан Сезар Беккерель и Питер Барлоу. Не зная об исследованиях Георга Ома, французский ученый Клод Пуйе (1790-1868) самостоятельно открыл «закон Ома».

М.О. Горяев в книге «История физики от Архимеда до Эйнштейна» (2002) отмечает: «**Одновременно** с опытами Ома проводили исследования во Франции Антуан Сезар Беккерель (1788-1878), который определил зависимость сопротивления от длины и сечения проводника, и в Англии – Питер Барлоу (1776-1862), подтвердивший постоянство тока во всей цепи» (Горяев, 2002, с.66).

О заслугах Клода Пуйе повествует А. Леонович в статье «А так ли хорошо знаком вам закон Ома?» (журнал «Квант», 2012, № 1): «Не будучи знаком с законом Ома, французский физик Пуйе, экспериментируя, пришел к подобным же выводам в 1837 году. Узнав, что закон открыт десятилетие назад, Пуйе занялся тщательной его проверкой. Закон был подтвержден с высокой точностью, а «побочным результатом» стало изучение закона Ома французскими школьниками вплоть до XX века под именем закона Пуйе» (А. Леонович, 2012).

Об этом же сообщает В.С. Кессельман в книге «На кого упало яблоко» (2014): «Работы Ома долгое время оставались неизвестными, особенно в Англии и Франции. Через десять лет после них французский физик Пуйе пришел к таким же выводам и стал претендовать на приоритет в открытии этого закона. Пуйе было указано, что установленный им закон еще в 1827 году открыл Ом. Но французы с этим не согласились, и, что любопытно, французские школьники и поныне изучают закон Ома под именем закона Пуйе» (В.С. Кессельман, 2014).

**48. Открытие частного случая закона Ома.** Частный случай данного закона был открыт (совершенно самостоятельно) итальянским физиком Стефано Марианини (1790-1866).

Марио Льюцци в книге «История физики» (1970) пишет: «Среди тех немногих ученых, которые первыми стали заниматься вопросом проводимости проводников после изобретения гальванометра, был Стефано Марианини (1790-1866). К своему открытию он пришел **случайно**, изучая напряжение батарей. Он заметил, что с увеличением числа элементов вольтова столба электромагнитное воздействие на стрелку не увеличивается заметным образом. Это заставило Марианини сразу же подумать, что каждый вольтов элемент представляет собой препятствие для прохождения тока. Он делал опыты с парами «активными» и «неактивными» (т.е. состоящими из двух медных пластинок, разделенных влажной прокладкой) и опытным путем нашел отношение, в котором современный читатель узнает частный случай закона Ома, когда сопротивление внешней цепи не принимается во внимание, как это и было в опыте Марианини» (Льюцци, 1970, с.258).

**49. Вывод уравнения, описывающего показатель преломления вещества для колебаний любой частоты.** Это уравнение вывел в 1869 г. шотландский физик Джеймс Клерк Максвелл (1831-1879). Независимо от него аналогичный результат, то есть формулу, связывающую показатель преломления и длину волны для конкретной прозрачной среды, получил немецкий физик Вольфганг Зельмайер (Wolfgang Sellmeier) в 1872 г.

Э. Уиттекер в 1-ом томе книги «История теории эфира и электричества» (2001) описывает модель, на которой основывался Джеймс Максвелл: «Модель диспергирующей среды можно составить, включая системы, представляющие атомы весомой материи, в среду, которая представляет эфир. Мы можем изобразить каждый атом как состоящий из отдельной крупной частицы, которую симметрично поддерживают пружины с внутренней стороны невесомой сферической оболочки. Если эта оболочка неподвижна, то частица сможет совершать колебания вокруг центра сферы, причем действие пружин будет эквивалентно силе, действующей на частицу пропорционально ее расстоянию от центра. Можно допустить, что составленные таким образом атомы занимают небольшие сферические полости в эфире, причем наружная оболочка каждого атома контактирует с эфиром по всем точкам и участвует в его движении. Предполагается, что в каждом единичном объеме диспергирующей среды существует огромное количество атомов, так что в целом среда является мелкозернистой» (Уиттекер, 2001, с.312).

Далее автор пишет об уравнении Максвелла, выведенном на базе этой модели: «Эту же формулу из подобных соображений через три года **независимо получил В. Зельмайер**» (Уиттекер, 2001, с.314).

**50. Предсказание электромагнитных волн.** Электромагнитные волны теоретически предсказаны Джеймсом Максвеллом, но независимо от него их предсказал Майкл Фарадей. Он сделал это в 1832 г., через год после открытия электромагнитной индукции. Фарадей был уверен, что электромагнитные силы распространяются в пространстве так же, как гидродинамические волны, то есть ученый проводил аналогию между распространением электромагнитной индукции и колебаниями водной поверхности.

А.Т. Григорьян и А.Н. Вяльцев в книге «Генрих Герц» (1968) пишут: «...Интересно обратить внимание на следующее архивное открытие. До сих пор мы говорили, что вывод об электромагнитных волнах как естественном следствии фарадеевой картины мира впервые сделал Максвелл с помощью математического аппарата своей теории. Оказывается, к аналогичному выводу еще ранее и совершенно другим путем пришел сам Фарадей. В 1832 г. он передал Королевскому обществу запечатанное письмо, содержание которого стало известно только сто с лишним лет спустя. В этом письме Фарадей писал: «Я пришел к заключению, что на распространение магнитного воздействия требуется время, которое, очевидно, окажется весьма незначительным. Я полагаю также, что электрическая индукция распространяется точно таким же образом. Я полагаю, что распространение магнитных сил от магнитного полюса похоже на колебания взволнованной водной

поверхности. <...> По **анalogии** я считаю возможным применить теорию колебаний к распространению электрической индукции» (Григорьян, Вяльцев, 1968, 134).

**51. Получение математических уравнений, которые описывают электромагнитные волны.** Автором математических уравнений, описывающих электромагнитное поле, в том числе распространение «магнитных волн», является Джеймс Максвелл, который опубликовал эти уравнения в статье «Динамическая теория электромагнитного поля» (1864). Но независимо от Максвелла эти же уравнения электромагнитного поля получил немецкий математик, ученик Карла Гаусса, Бернхард Риман (1826-1866). К сожалению, его соотечественник Рудольф Клаузиус не смог оценить по достоинству результат Б. Римана.

А. Сухотин в книге «Превратности научных идей» (1991) указывает: «В середине XIX столетия известный немецкий математик Б. Риман уже после того, как он выступил автором названной в его честь концепции пространства («Риманова геометрия»), развил интересный результат в области электромагнетизма. В его статье, написанной в 1858 году, были уравнения, выводившие на идею электромагнитных волн. Это происходило за три года до открытия К. Максвелла, что стало прелюдией к его теории. Дальше события пошли так. Б. Риман направил статью в научное общество Геттингена, где он, кстати, жил (и уж вовсе некстати, при большой нужде). Однако статью отклонили, и решение вынесли на основе рецензии... Чьей? Правильно, рецензии Р. Клаузиуса. Работа была опубликована лишь через 9 лет» (Сухотин, 1991, с.249-250).

Датский физик-теоретик Людвиг Валентин Лоренц (1829-1891) – еще один ученый, независимо получивший ряд результатов Максвелла. В частности, он вполне самостоятельно построил электромагнитную теорию света. Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о Людвиге Лоренце: «В 1869 предложил формулу, связывающую показатель преломления вещества с электронной поляризуемостью его частиц (формула Лоренца - Лоренца). **Независимо** от Дж. Максвелла и не зная его теории, построил (1867) электромагнитную теорию света» (Храмов, 1983, с.169).

**52. Разработка динамической теории газов, то есть молекулярно-кинетической теории.** Обычно приоритет создания молекулярно-кинетической теории газов отдают немецкому физiku Рудольфу Клаузиусу (1822-1888) и Джеймсу Максвеллу. Клаузиус (1859) ввел понятие средней длины свободного пробега молекул и использовал в кинетической теории газов элементы математической теории вероятностей. Максвелл (1860) сформулировал гипотезу о том, что в равновесной газовой системе молекулы распределяются по скоростям так же, как распределяются ошибки наблюдений в «кривой ошибок Гаусса». Однако независимо от этих ученых переносом методов теории вероятностей в теорию газов занимались также другие специалисты – британские физики Джон Уотерстон (1811-1883) и Джон Геррапат (1790-1868). И тот, и другой отождествляли температуру газа с кинетической энергией его молекул. Кроме того, Джон Уотерстон до Максвелла сформулировал теорему о равномерном распределении кинетической энергии по степеням свободы частиц газа.

Б.С. Бокштейн в книге «Атомы блуждают по кристаллу» (1984) отмечает: «В развитии молекулярно-кинетической теории газов большую роль сыграло представление молекул в виде абсолютно твердых упругих шариков. Впервые эту модель придумал в 1854 г. английский физик Дж. Уотерстон. Работа Уотерстона не была напечатана, как «пустая и бессмысленная». Ее обнаружил в архивах Королевского общества Рэлей, и в 1892 г. опубликовал со своими примечаниями. Рэлей отметил, что Уотерстон пришел к этой модели, наблюдая за движением бильярдных шаров. <...> Было как-то сказано, я говорю о лорде Рэлее, что, если бы Максвелл, Клаузиус и другие также были фанатиками бильярда, мы были бы свидетелями более быстрого прогресса на ранней стадии развития теории» (Бокштейн, 1984, с.74).

Об этом же сообщает Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981): «...Малоизвестный английский ученый Дж. Дж. Уотерстон представил в «Philosophical Transaction» статью «О физической среде, состоящей из свободных и вполне упругих молекул, находящихся в движении» (1845), в которой развил основные представления элементарной кинетической теории газов. Отношение к этой работе представителей «большой науки» весьма характерно в годы царствования теории теплорода. Она не встретила не только сочувствия и понимания, но была охарактеризована как «пустая, если не бессмысленная», и основанная на «чисто гипотетических принципах». Естественно, что опубликована она не была, и только спустя почти 50 лет Рэлей обнаружил ее в архиве Королевского общества и в 1892 г. опубликовал со своими примечаниями» (Гельфер, 1981, с.262).

Автор продолжает: «Принципиально новым моментом теории Уотерстона по сравнению со старой корпускулярной гипотезой является представление молекул в виде абсолютно твердых упругих шариков. Это чисто механическая модель молекулы сыграла в последующей истории развития молекулярно-кинетической теории газов большую роль. Говорят, что к идее этой модели Уотерстон пришел, наблюдая за биллиардными шарами» (там же, с.262). «Путем несложных расчетов он находит выражение для давления (упругости) газа, которое оказывается пропорциональным плотности газа и живой силе его молекул. Он показывает, что следствием этой зависимости является, в частности, закон Бойля – Мариотта. В своей работе Уотерстон затронул и другие вопросы кинетической теории газов, получив в некоторых случаях также верные результаты: температура газа связывалась со средней кинетической энергией молекул, рассматривались явления диффузии и теплопроводности, расчет скоростей молекул. «Фактически все основные идеи кинетической теории на первой стадии ее развития (за исключением максвелловского распределения по скоростям) уже содержались в этой работе» [3]» (там же, с.263).

Здесь [3] – Монролл Э. К столетию статистической механики // Успехи физических наук. - 1965. – Том 87. - № 2.

Дополнительная литература, освещающая результаты Уотерстона и Герапатта:

- Максвелл Дж. Статьи и речи. – М.: «Наука», 1968;

- Миддлтон У. История теорий дождя и других форм осадков. – Ленинград: «Гидрометеиздат», 1969;

- Сабадель М.А. Магнетизм высокого напряжения. Максвелл. Электромагнитный синтез. – М.: изд-во «Де Агостини», 2015

**53. Открытие закона сохранения энергии.** Этот закон, называемый «первым началом термодинамики», открыли независимо друг от друга немецкий врач Роберт Майер (1814-1878), его соотечественник, физик с медицинским образованием, Герман Гельмгольц (1821-1894) и британский ученый Джеймс Прескотт Джоуль (1818-1889). Майер отталкивался от аналогии с законом сохранения массы вещества, Гельмгольц обобщал принцип сохранения живых сил Д. Бернулли, а Джоуль в основном базировался на многочисленных экспериментах по определению механического эквивалента теплоты.

В.А. Бронштэн в книге «Гипотезы о звездах и Вселенной» (1974) пишет: «...В сороковых годах XIX в. Роберт Майер, Джеймс Джоуль и Герман Гельмгольц **независимо друг от друга** сформулировали закон сохранения и превращения энергии, согласно которому энергия не может возникать из ничего и не может уничтожаться, а способна только превращаться, переходить из одного вида в другой» (Бронштэн, 1974, с.8).

Об этом же сообщает Б.И. Спасский в 1-ом томе книги «История физики» (1977): «В 1843 г. **независимо от Майера** к открытию эквивалентности теплоты и работы, а затем и к закону сохранения и превращения энергии пришел англичанин Джеймс Прескотт Джоуль (1818-1889). Начиная с 1841 г., Джоуль занимался исследованием выделения теплоты электрическим током» (Спасский, 1977, с.311-312). Далее автор описывает один из экспериментов, позволивших Джоулю определить механический эквивалент теплоты и



установить закон сохранения энергии: «В 1849 г. он проделал известный опыт по измерению механического эквивалента теплоты. С помощью падающих грузов он заставлял ось с лопастями вращаться внутри калориметра, наполненного жидкостью. Измеряя совершенную (произведенную – Н.Н.Б.) грузами работу и выделенную в калориметре теплоту, Джоуль получил механический эквивалент теплоты, равный 424 кГм/ккал. Открытие механического эквивалента теплоты привело Джоуля к открытию закона сохранения и превращения энергии. В лекции, прочитанной им в 1847 г. в Манчестере, он говорил: «Вы видите, следовательно, что живая сила может быть превращена в теплоту и что теплота может превращаться в живую силу, или в притяжение на расстоянии. Все трое, следовательно, - именно, теплота, живая сила и притяжение на расстоянии (к которым я могу причислить свет) – взаимно превращаемы друг в друга. Причем при этих превращениях ничего не теряется» (Спасский, 1977, с.314).

Независимость исследований Р. Майера и Г. Гельмгольца (оба имели медицинское образование) отмечает Ю. Петренко в статье «Нужна ли физика врачу?» (журнал «Наука и жизнь», 2003, № 5). Автор, в частности, пишет о Роберте Майере: «...Задумавшись над словами одного штурмана о том, что во время штормов вода в море нагревается, Майер пришел к выводу, что всюду должно существовать определенное соотношение между работой и теплотой. Он высказал положения, которые легли, по существу, в основу закона сохранения энергии. Выдающийся немецкий ученый Герман Гельмгольц (1821-1894), тоже врач, **независимо от Майера** сформулировал закон сохранения энергии и выразил его в современной математической форме, которой до настоящего времени пользуются все, кто изучает и использует физику» (Петренко, 2003, с.34).

Аналогичные сведения содержатся в книге В.М. Дягилева «Из истории физики и жизни ее творцов» (1986).

Примечательно, что редакция журнала, куда Р. Майер первоначально направил свою статью, посвященную закону сохранения энергии, отказалась ее печатать. В.М. Бродянский в книге «Вечный двигатель – прежде и теперь» (1989) констатирует: «В 1841 г. Майер направил первую работу об идее сохранения силы в физический журнал «Annalen der Physik». Однако редактор журнала Поггендорф отказался ее публиковать. В том же году Майер написал новую статью под названием «Замечания о силах неживой природы», которую удалось опубликовать в другом журнале...» (Бродянский, 1989, с.78).

**54. Открытие формулы связи между теплотой и работой.** Формулу, связывающую теплоту и работу, независимо друг от друга вывели Рудольф Клаузиус и шотландский инженер, физик и механик Уильям Ранкин (1820-1872). М.О. Горяев в книге «История физики от Архимеда до Эйнштейна» (2002) говорит о Рудольфе Клаузиусе: «В 1850 г. **независимо от У. Ранкина** получил общее соотношение между теплотой и работой (1-е начало термодинамики) и разработал идеальный термодинамический цикл паровой машины (цикл Ранкина - Клаузиуса)» (Горяев, 2002, с.56).

**55. Открытие второго начала термодинамики (закона роста энтропии).** Рудольф Клаузиус смог своевременно ознакомиться с идеями французского физика Сади Карно, автора книги «Размышления о движущей силе огня» (1824), в которой высказывалась мысль о том, что теплота не может самопроизвольно переходить от холодного тела к горячему. С этими идеями (благодаря Бенуа Клапейрону) ознакомился и британский физик Уильям Томсон (1824-1907), носящий титул лорда Кельвина. Обобщение упомянутой мысли Сади Карно, намекающей на постоянное уменьшение свободной энергии в замкнутых системах, привело Клаузиуса и Томсона, работавших независимо, к открытию второго начала термодинамики. Согласно одной из формулировок этого начала, энтропия (тенденция рассеяния свободной энергии, способной совершать работу) стремится к максимуму.

Г.М. Голин и С.Р. Филонович в книге «Классики физической науки» (1989) пишут: «...Томсон по работе Клапейрона ознакомился с теорией Карно, что впоследствии (1848) привело его к идее об абсолютной термодинамической шкале температур. В 1851 г. **независимо от Клаузиуса** Томсон сформулировал второе начало термодинамики» (Голин, Филонович, 1989, с.406).

Об этом же сообщает Д.В. Сивухин во 2-ом томе книги «Общий курс физики» (2005): «В своем сочинении «О движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу», вышедшем в 1824 г. (т.е. значительно ранее открытия первого начала Майером, Джоулем и Гельмгольцем), Карно исследовал условия превращения теплоты в работу. Однако тогда Карно стоял на точке зрения теории теплорода (позднее он от нее отказался), а поэтому ему не удалось дать ясную и четкую формулировку второго начала термодинамики. Это было сделано только в 1850-1851 гг. **независимо друг от друга** немецким физиком Рудольфом Клаузиусом и шотландским физиком Уильямом Томсоном (лордом Кельвином). Они сформулировали основной постулат, выражающий второе начало термодинамики, и вывели из него главнейшие следствия» (Сивухин, 2005, с.85-86).

**56. Обнаружение связи между электромагнитной индукцией и законом сохранения энергии.** Связь между электромагнитной индукцией и законом сохранения энергии обнаружили независимо друг от друга Герман Гельмгольц и Уильям Томсон (лорд Кельвин).

В. Карцев в книге «Максвелл» (1974) пишет: «Почему ток возбуждается только во время движения магнита или изменения тока в обмотке? Этого не понимал никто. Даже сам Фарадей. Понял это через семнадцать лет двадцатилетний армейский хирург захолустного гарнизона в Потсдаме Герман Гельмгольц. В классической статье «О сохранении силы» он, формулируя свой закон сохранения энергии, впервые доказал, что электромагнитная индукция должна существовать именно в этом «уродливом» виде. **Независимо** к этому пришел и старший друг Максвелла, Уильям Томсон. Он тоже получил электромагнитную индукцию Фарадея из закона Ампера при учете закона сохранения энергии» (Карцев, 1974, с.213).

Об этом же сообщает И.С. Шапиро в статье «К истории открытия уравнений Максвелла» (журнал «Успехи физических наук», 1972, том 108, № 2): «Здесь развитие электродинамики тесно соприкасается с прогрессом в понимании законов сохранения. Упомянутая работа Гельмгольца «О сохранении силы» содержала общую формулировку закона сохранения энергии в механике. В качестве одного из примеров автор рассмотрел взаимодействие токов. Работа Гельмгольца была принята научными лидерами в Германии довольно холодно, ее поддержал только К. Якоби (1804-1851), и утвердилась она спустя 4-5 лет после опубликования. **Независимо от Гельмгольца** В. Томсон в 1851-1852 гг. также получил индукцию из закона Ампера и сохранения энергии» (Шапиро, 1972, с.322).

**57. Открытие метода изображений, иначе называемого «методом зеркальных отображений».** Метод зеркальных отображений – еще один научный результат, полученный Уильямом Томсоном и Германом Гельмгольцем независимым (самостоятельным) образом.

Сначала несколько слов об этом методе. Метод изображений (метод зеркальных отображений) – один из методов математической физики, применяемый для решения краевых задач для уравнения Гельмгольца, уравнения Пуассона, волнового уравнения и некоторых других. Суть метода изображений состоит в том, что исходная задача отыскания поля заданных (сторонних) источников в присутствии граничных поверхностей сводится к расчету поля тех же и некоторых добавочных (фиктивных) источников в безграничной среде, которые помещаются вне области отыскания поля исходной задачи. Эти добавочные источники называются источниками – изображениями. Правила их построения полностью

аналогичны тем, по которым строятся изображения точечных источников в оптике в системе зеркал (здесь зеркала повторяют форму граничных поверхностей).

А.В. Лебединский, У.И. Франкфурт и А.М. Френк в книге «Гельмгольц» (1966) повествуют: «Шестидесятые годы явились одним из наиболее плодотворных периодов творчества Гельмгольца. <...> Основными областями научной деятельности Гельмгольца продолжают оставаться физиологическая оптика и акустика, но среди работ того времени находим и чисто электродинамическую – «Об одном общем методе преобразования проблемы распределения электричества», которую он доложил Гейдельбергскому научному обществу в декабре 1861 г. **Совершенно независимо от Томсона** он разработал метод изображений. Основная идея метода состоит в том, что подбираются такие дополнительные фиктивные заряды, создающие вместе с истинными зарядами поля, для которых поверхность заданного проводника совпадает с одной из эквипотенциальных поверхностей поля. Этот метод можно применить к большому классу явлений» (Лебединский и др., 1966, с.121).

**58. Открытие предела разрешения объектива микроскопа.** Предел разрешающей способности микроскопа установили независимо друг от друга Герман Гельмгольц и его соотечественник, крупный физик-оптик Эрнст Аббе (1840-1905). Д.В. Сивухин в 4-ом томе книги «Общий курс физики» (2005) замечает: «Впервые предел разрешения объектива микроскопа был найден Гельмгольцем в 1874 г. Гельмгольц рассматривал самосветящиеся объекты. Примерно в то же время и **независимо от Гельмгольца** вопрос о разрешающей способности микроскопа был разобран Аббе, но для случая освещаемых объектов. Именно этот случай встречается в практике микроскопии» (Сивухин, 2005, с.388).

**59. Открытие эффекта охлаждения газа при его быстром расширении.** Авторы открытия - Уильям Томсон (лорд Кельвин) и Джеймс Прескотт Джоуль, каждый из которых самостоятельно обнаружил новый физический эффект.

Антонио Рохо в книге «Физика низких температур. Ландау. Сверхтекучесть» (2015) сообщает: «Для сжижения кислорода или азота необходимы очень низкие температуры. Ключ к этому **независимо друг от друга** в 1852 году нашли британские ученые Джеймс Прескотт Джоуль и Уильям Томсон (лорд Кельвин). Они доказали, что быстрое расширение газа влечет за собой сильное охлаждение. Этот эффект можно проследить на примере шин велосипеда: когда мы надуваем их, воздух внутри сжимается и нагревается, а когда сдуваем – воздух быстро выходит и шина охлаждается. Большинство холодильников и домашних кондиционеров работают именно на этом эффекте, который называется эффектом Джоуля – Томсона; в них используется сжатие и расширение специальных хладагентов» (Рохо, 2015, с.60-61).

**60. Вычисление диаметра молекулы.** Иоганн Йозеф Лошмидт (1821-1895), Уильям Томсон (лорд Кельвин) и Джордж Стони (1826-1911) – ученые, независимо друг от друга предложившие различные способы вычисления диаметра молекулы.

Джеймс Максвелл в статье «Молекулы» (Дж. Максвелл, «Статьи и речи», 1968) говорит: «Недавно Лошмидт вывел из динамической теории следующее замечательное соотношение: объем газа относится к совокупному объему всех содержащихся в нем молекул, как средний свободный путь молекулы относится к одной восьмой ее диаметра. Допуская, что объем вещества, приведенного в жидкое состояние, не слишком превышает совокупный объем молекул, мы получим из этой пропорции диаметр молекулы. Этим путем Лошмидт в 1865 г. впервые вычислил диаметр молекулы. **Независимо от него** и от других Стони в 1868 г. и сэр В. Томсон в 1870 г. обнародовали результаты подобного же рода, причем Томсон пришел к своим результатам не только этим путем, но и из соображений, основанных на рассмотрении толщины мыльных пузырей и электрических свойств металлов» (Максвелл, 1968, с.84-85).

Об этом же сообщает И.А. Леенсон в статье «От Лошмидта к Кельвину» (журнал «Химия и жизнь», 2016, № 3): «Эстафету, начатую в 1865 году, принял английский физик Уильям Томсон (1824-1907). В марте 1870 года он опубликовал в журнале «Nature» статью «О размерах атомов», где описал четыре метода, с помощью которых можно определить размеры молекул; из этих размеров теоретически можно оценить постоянную Авогадро (или Лошмидта). Эта статья появилась в первый год выхода «Nature» и за 22 года до того, как Томсон стал лордом Кельвином. В том же году статью перепечатал «Американский научный журнал», который выходит до сих пор («American Journal of Science»)» (И.А. Леенсон, 2016).

Далее автор указывает: «Описанные Томсоном методы определения молекулярных размеров основаны на молекулярно-кинетической теории, причем один из этих методов очень похож на изложенный Лошмидтом за пять лет до этого. (Томсон **не был тогда знаком** со статьей Лошмидта, опубликованной в малоизвестном австрийском журнале). Второй метод основан на работе французского математика Огюстена Луи Коши (1789-1857), который дал математический анализ волновой теории света. Коши считал, что в прозрачных жидкостях и твердых телах расстояние между частицами сравнимо с длиной волны света. Эта величина для видимой области спектра была достаточно точно измерена в первые десятилетия XIX века в работах по интерференции света» (И.А. Леенсон, 2016).

**61. Создание теории поляризации диэлектриков.** Эту теорию разработали независимо друг от друга Рудольф Клаузиус и итальянский физик, математик и астроном Оттавиано Фабрицио Моссотти (1791-1863).

М.О. Горяев в книге «История физики от Архимеда до Эйнштейна» (2002) говорит о Рудольфе Клаузиусе: «Разработал теорию поляризации и **независимо** от О. Моссотти вывел соотношение между диэлектрической проницаемостью и поляризуемостью диэлектрика (формула Клаузиуса - Моссотти)» (Горяев, 2002, с.56).

Указанное соотношение (формула Клаузиуса - Моссотти) обсуждается также в книге Н.Б. Базылева и Н.А. Фомина «Количественная визуализация течений, основанная на спекл-технологиях» (2016), где авторы пишут: «Связь статической диэлектрической проницаемости диэлектрика с поляризуемостью составляющих его частиц описывается формулой Клаузиуса – Моссотти. Эта формула была получена **независимо друг от друга** в 1850 г. Оттавиано Ф. Моссотти и в 1879 г. Рудольфом Ю.Э. Клаузиусом» (Базылев, Фомин, 2016, с.208).

**62. Открытие уравнений Навье-Стокса.** Уравнения Навье-Стокса – это система дифференциальных уравнений в частных производных, описывающая движение вязкой ньютоновской жидкости. Эти уравнения являются важнейшими в гидродинамике и применяются в математическом моделировании многих природных явлений и технических задач. Они названы в честь французского физика Клода Луи Анри Навье (1785-1836) и британского ученого Джорджа Гибриеля Стокса (1819-1903), которые независимо друг от друга нашли способ математического описания движения жидкости.

Джеффри Уэст в книге «Масштаб: универсальные законы роста...» (2018) отмечает: «Формализованное описание гидродинамики предложили **независимо друг от друга** французский инженер Клод-Луи Навье и великий ирландский физик и математик Джордж Стокс. Основополагающее уравнение, общеизвестное под названием уравнения Навье-Стокса, было получено в результате применения законов Ньютона к движению текучих сред и, в более широком смысле, к динамике физических объектов, движущихся в таких средах, - например, кораблей в воде или самолетов в воздухе» (Дж. Уэст, 2018).

Об этом же сообщает И. Стюарт в книге «Величайшие математические задачи» (2015): «...Большинство реальных жидкостей, включая воду и воздух, являются вязкими, поэтому Навье и Стокс модифицировали уравнение Эйлера таким образом, чтобы учесть это

свойство. Они вывели примерно одинаковые уравнения **независимо друг от друга**, поэтому оно названо в честь их обоих» (Стюарт, 2015, с.309).

**63. Разработка теории ударных волн.** Как известно, ударная волна – это распространяющаяся со сверхзвуковой скоростью в газе, жидкости или твердом теле область, в которой происходит резкое увеличение плотности, давления и скорости среды. Другое определение: ударная волна – это поверхность разрыва, которая движется внутри среды, когда давление, плотность и температура испытывают скачок. Математические уравнения, описывающие ударные волны, впервые получили независимо друг от друга немецкий математик Бернхард Риман и французский ученый Пьер-Анри Гюгонио (1851-1887).

В.С. Рыжий и И.Г. Николенко в книге «Очерки по истории математики второй половины XIX века» (2019) пишут о задаче, над которой работал Бернхард Риман (1859), то есть об исследовании им распространения плоской звуковой волны с помощью двух нелинейных уравнений газовой динамики: «При исследовании этой задачи Риман впервые обнаружил и исследовал явление разрывов скорости («ударные волны») для газа. Позже в работе 1887 г. теорию ударных волн (скачков давления) в газах в общей форме **независимо от Римана** разработал французский математик Гюгонио» (Рыжий, Николенко, 2019, с.44).

Шотландский физик Уильям Ранкин (1820-1872) – еще один ученый, который независимо получил уравнения, описывающие ударные волны. В настоящее время У. Ранкин считается одним из создателей классической газовой динамики. Доктор физико-математических наук Андрей Ростовцев в статье «Фантомы на дорогах» (газета «Троицкий вариант», № 109 от 31.07.2012 г.) говорит о фронте ударной волны: «Скорость фронта волны определяется решением уравнения сохранения потока движения, которое еще в позапрошлом веке нашли **независимо друг от друга** британский физик Вильям Ранкин и французский математик Пьер Гюгонио, а еще ранее немецкий математик Георг Риман:  $v = P_{\min} \times U_{\max} / (P_{\max} - P_{\min})$ » (А. Ростовцев, 2012).

**64. Открытие волнового фронта в виде конусной поверхности – «конуса Маха».** Традиционно считается, что первооткрывателем волнового фронта в виде конусной поверхности является австрийский физик и философ Эрнст Мах (1838-1916), который в 1880-е годы впервые провел опыты по визуализации ударных (сверхзвуковых) волн. Именно поэтому в истории науки закрепился такой термин, как «конус Маха». Однако специалистами установлено, что Кристиан Доплер (1803-1853), более известный как автор «эффекта Доплера», независимо открывал «конус Маха».

О.В. Руденко и Ю.Н. Маков в статье «Звуковой удар: от физики нелинейных волн до акустической экологии» («Акустический журнал», 2021, том 67, № 1) пишут: «...Результат Маха по визуализации ударных волн относится к периоду 1886-1893 годов. В это время была выполнена большая серия экспериментов с ударными волнами, которые также играют определяющую роль в образовании акустического фактора ЗУ (звукового удара – Н.Н.Б.) при полетах сверхзвуковых самолетов. Однако, несмотря на признанный статус Э. Маха как зачинателя сверхзвуковой аэродинамики с его пионерскими работами и наглядными результатами, имеются веские основания для сдвига «момента рождения» сверхзвуковой аэродинамики на 40 лет назад, до периода экспериментальной деятельности Э. Маха. Такая передвижка обусловлена тем, что зарождение сверхзвуковой аэродинамики, видимо, более справедливо связывать с теоретическими исследованиями австрийского физика Кристиана Допера (1803-1853), хорошо всем известного по одноименному эффекту» (Руденко, Маков, 2021, с.6).

Далее авторы указывают: «Для подтверждения этого обратимся к не самой известной, но важной для наших целей работе К. Допера «О влиянии движения порождающего излучение элемента на особенности волн в эфире, в воздухе и в жидкости», опубликованной автором в 1847 году в виде отдельной брошюры и найденной нами в оригинальном виде по

электронному адресу, указанному в ссылке [28]. В этой работе К. Доплер переходит от рассмотренной ранее (в 1842 году для вывода известного одноименного эффекта) трансформации исходно сферических волновых фронтов, генерируемых движущимся с дозвуковой скоростью точечным источником возмущений среды, к случаю движения источника со звуковой, а затем и сверхзвуковой скоростью. В случае сверхзвукового движения источника Доплер на основе использования принципа Гюйгенса и геометрических построений получает результирующий волновой фронт в виде конусной поверхности, которая много позднее будет названа «конусом Маха». Для описанного им конусного волнового фронта К.Доплер в этой работе теоретически определил величину угла раскрытия конуса, введя в рассмотрение знаменитое отношение скоростей движущегося источника волн и скорости самих волн в среде» (там же, с.7).

О.В. Руденко и Ю.Н. Маков резюмируют: «Таким образом, работа [28] и представленные в ней результаты дают основание считать К. Доплера «прародителем» (по крайней мере, в части теории) сверхзвуковой аэродинамики. Через 40 лет Э. Мах продолжил эту деятельность как уникальный экспериментатор и впервые дал возможность увидеть объекты исследования – структуру ударных волн при сверхзвуковом обтекании тел» (там же, с.8).

**65. Математическое описание уединенной волны (солитона Рассела).** Когда Джон Скотт Рассел впервые сообщил об открытии уединенной волны, то есть солитона, многие авторитетные ученые скептически отнеслись к этому сообщению. Среди скептиков был и Джордж Стокс, автор «уравнений Навье-Стокса». Он полагал, что гидродинамика (в том виде, в каком она существовала в первой половине XIX века) не в состоянии описывать уединенные волны. Однако позже французский механик Жозеф Валантен Буссинеск (1842-1929) и независимо от него британский физик Джон Уильям Стретт (лорд Рэлей) все-таки нашли способ описания уединенных волн.

Н.Н. Никитенков и Н.А. Никитенкова в книге «Синергетика для инженеров» (2009) отмечают: «Дж. Буссинеск в 1872 году и Дж. У. Рэлей в 1876 году **независимо друг от друга** вывели аналитическую формулу для возвышения свободной поверхности на воде в виде квадрата гиперболического секанса и вычислили скорость распространения уединенной волны на воде» (Никитенков, Никитенкова, 2009, с.108).

Аналогичные сведения можно найти в статье Н.А. Кудряшова «Нелинейные волны и солитоны» («Соросовский образовательный журнал», 1997, № 2). Автор, упомянув о том, что Джордж Стокс и некоторые другие ученые скептически отнеслись к сообщению Скотта Рассела об обнаружении уединенной волны, замечает: «После столь негативного отношения к открытию уединенной волны долгое время о ней просто не вспоминали. Определенную ясность в наблюдения Рассела внесли Дж. Буссинеск (1872 год) и Дж. У. Рэлей (1876 год), которые **независимо друг от друга** нашли аналитическую формулу для возвышения свободной поверхности на воде в виде квадрата гиперболического секанса и вычислили скорость распространения уединенной волны на воде» (Кудряшов, 1997, с.86).

**66. Открытие электромагнитных волн, предсказанных Джеймсом Максвеллом.** Первооткрывателем электромагнитных волн, безусловно, является немецкий физик Генрих Герц (1857-1894), который экспериментально исследовал отражение, интерференцию, дифракцию и поляризацию электромагнитных волн, а также доказал, что скорость их распространения совпадает со скоростью света. Однако следует отметить, что независимо от Г. Герца электромагнитные волны наблюдал британо-американский ученый-экспериментатор, изобретатель угольного микрофона, Дэвид Эдвард Хьюз (1830-1900). Д. Хьюз столкнулся с волнами, предсказанными Максвеллом, в 1880 г., то есть за восемь лет до успешных исследований Г. Герца (1888), но не стал публиковать своих результатов.

Дж. П. Рыбак и Л.Н. Крыжановский в статье «Дэвид Эдвард Юз и открытие радиоволн» (журнал «Электросвязь», 1994, № 9) пишут: «20 февраля 1880 г. Дэвид Эдвард

Юз (1830-1900) в своей лаборатории в Лондоне показывал президенту Королевского общества (академии наук) и двум почетным секретарям, как с помощью простой схемы, содержащей микрофон и телефон, обнаруживать, даже на расстоянии в четверть мили, неизвестные ранее «воздушные электрические волны», создаваемые искровым разрядом. К сожалению, ученые гости не увидели ничего особенного в опытах Юза, объяснив их не тем, что «воздух проводит электрические волны», как говорил Юз, а давно известным явлением электромагнитной индукции. Тщетно Юз демонстрировал коллегам узлы и пучности в открытых им волнах. <...> Обескураженный Юз так и не опубликовал своего открытия. Лишь в 1899 г. его уговорили написать отчет об опытах, которые он проводил в 1879 и 1880 гг., то есть до опытов Генриха Герца (1857-1894) и Эдуарда Бранли (1844-1940). Без этого отчета, написанного незадолго до смерти, и без лабораторных журналов Юза, которые его вдова передала Британскому музею, было бы очень мало известно об интереснейшем эпизоде из предыстории радио [3] и вкладе Дэвида Юза в открытие радиоволн» (Рыбак, Крыжановский, 1994, с.34).

Об этом же сообщает А.В. Блохин в книге «У истоков изобретения радио» (2016): «Д.Э. Хьюз в 1879 и 1880 годах демонстрировал ряду ученых опыт передачи сигнала без проводов на расстоянии до сотен метров. Передатчиком служила катушка Румкорфа. В приемнике использовался изобретенный им микрофон как детектор радиоволн. Для воспроизведения сигналов использовался телефон. В опыте участвовали английские физики У. Прис, У. Крукс, Дж. Стокс, Т. Хасли и др.» (Блохин, 2016, с.24).

Этот же вопрос рассматривает А.А. Богданов в книге «Тектология. Всеобщая организационная наука» (1989): «Когда физик Юз открыл случайно электрические волны при помощи своего микрофона, который передал ему на улице, через воздух и стену, колебания электрических разрядов, происходивших в его лаборатории, то друзьям удалось убедить его не опубликовывать этого факта и своего вывода: они говорили, что он «научно скомпрометировал бы себя». И это открытие, сливавшее области явлений света и электричества, пришлось вновь делать Герцу...» (Богданов, 1989, с.98).

Также следует отметить, что независимо от Г. Герца электромагнитные волны наблюдал шотландский физик Бальфур Стюарт (1828-1887), который, конечно, не догадывался об этом. А.В. Гульельми в статье «Новый взгляд на происхождение геомагнитных пульсаций» (журнал «Природа», 1985, № 4) пишет: «После солнечных вспышек возникают пульсации с резко нестационарным спектром. Геомагнитные пульсации обнаружил около ста лет назад шотландский физик Б. Стюарт на обсерватории Кью близ Лондона при попытке повысить чувствительность магнитометра. Сейчас мы знаем, что геомагнитные пульсации были первыми электромагнитными волнами, зарегистрированными человеком. Вряд ли, однако, сам Стюарт мог об этом догадываться. В то время теории Максвелла еще предстояло окончательно сформироваться и завоевать признание» (Гульельми, 1985, с.44).

**67. Открытие критерия устойчивости динамической системы.** Авторы открытия – английский математик Джон Эдвард Раус (1831-1907) и немецкий математик Адольф Гурвиц (1859-1919). Критерий устойчивости Рауса-Гурвица – один из методов анализа линейной стационарной динамической системы на устойчивость, открытый Раусом в 1875 г. и исследованный Гурвицем в 1895 г. П.С. Кудрявцев в книге «Максвелл» (1976) отмечает: «В важной, особенно для современной науки и техники, проблеме устойчивости движения Рауз (и независимо от него немецкий математик Гурвиц) нашел условия устойчивости движения (признак Рауза - Гурвица)» (Кудрявцев, 1976, с.19).

**68. Открытие закона теплового действия электрического тока.** Закон теплового действия электрического тока экспериментально, то есть индуктивно, установили независимо друг от друга Джеймс Прескотт Джоуль (автор закона сохранения энергии) и русский физик Эмилий Христианович Ленц (1804-1865).

М.А. Шателен в книге «Русские электротехники XIX века» (1955) пишет: «В 1841 и 1842 гг. Д.П. Джоулем (1818-1889) и Ленцем, **независимо друг от друга**, был открыт закон тепловых действий электрического тока (получивший название закона Джоуля - Ленца), связавший количественно электрические явления с тепловыми и, через их посредство, с механическими. Было, таким образом, установлено понятие об электрической энергии и об ее количественной связи с механической энергией» (Шателен, 1955, с.18).

Об этом же сообщает Б.И. Спасский в 1-ом томе книги «История физики» (1977): «Спустя более чем 15 лет после открытия закона Ома был установлен закон, определяющий количество теплоты, выделяемой электрическим током в цепи; он был установлен экспериментально англичанином Джоулем (1843) и **независимо от него** петербургским академиком Э.Х. Ленцем (1844). В настоящее время его называют законом Джоуля - Ленца» (Спасский, 1977, с.282).

Приведем еще один источник. В.М. Бродянский в книге «Вечный двигатель – прежде и теперь» (1989) говорит о Джеймсе Джоуле: «Одновременно с русским физиком Э.Ленцем (1804-1865 гг.) и **независимо от него** он сформулировал закон, устанавливающий зависимость выделяемой в проводнике теплоты от силы тока и напряжения (закон Джоуля - Ленца). Джоуль провел исследования по всей цепи преобразований электроэнергии, начиная от гальванического элемента и кончая работой электромагнитных сил» (Бродянский, 1989, с.80).

**69. Получение уравнений движения энергии Умова - Пойнтинга.** Уравнения движения энергии впервые вывел русский физик-теоретик Николай Алексеевич Умов (1846-1915). Эти уравнения содержались в его докторской диссертации, представленной к защите в 1874 г. Спустя 11 лет, в 1885 г., аналогичный результат - независимо, не зная о работах Н.А. Умова, - опубликовал английский физик Джон Генри Пойнтинг (1852-1914).

М.И. Баранов в статье «Оливер Хевисайд и его вклад в мировую сокровищницу науки» (журнал «Электротехника и электромеханика», 2005, № 4) пишет: «...В 1883 году известный английский физик Д.Г. Пойнтинг решил электродинамическую задачу об энергии, переносимой электромагнитным полем, и опубликовал ее лишь в 1885 году в научных трудах английского Королевского общества [13, 18]. Важно отметить, что подобная задача, применительно к движению энергии в твердых упругих телах, была в 1874 году (как видим, задолго и **независимо** от Д.Г. Пойнтинга) теоретически рассмотрена, решена и опубликована русским физиком Н.А. Умовым [13]. Недаром в настоящее время вектор плотности мощности потока электромагнитной энергии носит название вектора Умова – Пойнтинга [20]» (Баранов, 2005, с.9).

Здесь [13] – Кудрявцев П.С. Курс истории физики. – М.: «Просвещение», 1974.

Об этом же сообщает А.И. Леонтьев в статье «Вклад отечественных ученых в теорию теплообмена» (журнал «Теплофизика и аэромеханика», 1999, том 6, № 2): «В 1874 г. [14] в своей докторской диссертации «Уравнение движения энергии в телах» Н.А. Умов, развивая идеи М.В. Остроградского, записал уравнение энергии в самом общем виде

$$\frac{dE}{dt} + \operatorname{div} \sigma = 0,$$

где  $\sigma = T_{ik} v$  – вектор потока энергии. Спустя 10 лет английский физик Пойнтинг ввел тот же вектор потока энергии в электромагнитных полях. Этот вектор потока энергии получил название вектора Умова – Пойнтинга. Новизна подхода Умова к описанию процессов переноса энергии явилась причиной одного отрицательного отзыва на его диссертацию, где были такие слова: «Я в жизнь свою не читал такой галиматши». Время всё расставило по местам. Работы Н.А. Умова получили международное признание и заняли достойное место в теории теплообмена» (Леонтьев, 1999, с.145-146).

Процитируем еще одну работу. Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981) пишет: «Идеи Умова были новыми для физики последней четверти XIX в. и не были оценены современниками. В автобиографии



он вспоминал, что во время защиты диссертации понятие о движении энергии встретило сильное возражение оппонентов, которые считали его необоснованным и лишённым физического смысла. Но пришло время, когда без этих понятий стало невозможно представить себе содержание многих физических теорий. Учение Умова о потоке энергии оказало большое влияние на развитие представлений об энергии и послужило прообразом развития учения о скорости возрастания энтропии. **Независимо от Умова** Дж. Пойнтинг, исходя из фарадей-максвелловской концепции близкодействия, развил теорию потока электромагнитной энергии и пришел к тем же результатам, что и русский физик» (Гельфер, 1981, с.242).

**70. Открытие общей теоремы о передаче энергии в электромагнитном поле.** Общую теорему о передаче энергии в электромагнитном поле открыли независимо друг от друга Джон Пойнтинг и его соотечественник, замечательный физик и математик Оливер Хевисайд (1850-1925). Также они ввели в науку (опять же самостоятельно) понятие потока энергии.

Э. Уиттекер в 1-ом томе книги «История теории эфира и электричества» (2001) пишет: «При изучении электрического излучения ценную помощь оказывает общая теорема о передаче энергии в электромагнитном поле, которую в 1884 году открыл Джон Генри Пойнтинг, и **независимо от него**, почти в это же время, Хевисайд» (Уиттекер, 2001, с.371).

Об этом же сообщает Б.М. Болотовский в книге «Оливер Хевисайд» (1985): «Что же сделал Хевисайд уже в первые годы своей работы? Он ввел понятие потока электромагнитной энергии. Несколько раньше и **независимо от Хевисайда** это понятие ввел Пойнтинг. Хевисайд тогда не знал работы Пойнтинга, вышедшей на несколько месяцев раньше. Но он пошел дальше Пойнтинга и разобрал ряд случаев, важных для понимания, в которых энергия переносится полем. В частности, он рассмотрел выделение тепла в проводнике при прохождении электрического тока. Хевисайд показал, что это тепло создается за счет энергии поля, окружающего проводник» (Болотовский, 1985, с.41).

**71. Формулировка идеи о том, что заряд, движущийся со сверхсветовой скоростью, должен излучать электромагнитные волны.** Данную идею сформулировали независимо друг от друга Оливер Хевисайд и Уильям Томсон (лорд Кельвин). Аналогичную гипотезу выдвигал немецкий физик-теоретик Арнольд Зоммерфельд (1868-1951), но Зоммерфельд был знаком с исследованиями О. Хевисайда, о чем сообщает Б.М. Болотовский в книге «Оливер Хевисайд» (1985).

В 1934 г. советский физик Павел Алексеевич Черенков (1904-1990) обнаружил специфическое голубое свечение прозрачных жидкостей при облучении быстрыми заряженными частицами. Руководитель П.А. Черенкова – Сергей Иванович Вавилов (1891-1951) - описал ряд ключевых особенностей этого свечения, в связи с чем оно получило название «свечения Вавилова - Черенкова». В 1937 г. отечественные ученые Игорь Евгеньевич Тамм (1895-1971) и Илья Михайлович Франк (1908-1990) построили теорию данного свечения, за что удостоены в 1958 г. Нобелевской премии по физике. И.Е. Тамм и И.М. Франк показали, что свечение Вавилова – Черенкова возникает в том случае, когда скорость электронов, проходящих через определенную среду, превышает скорость света в данной среде.

Таким образом, можно сказать, что Хевисайд и Томсон (лорд Кельвин) близко подошли к предсказанию эффекта, позже названного эффектом Вавилова – Черенкова. Что касается исходных посылок (мотивирующих факторов) данного предсказания, то Хевисайд и Томсон руководствовались аналогией с эффектом Маха. Зная о том, что тело, движущееся в воздушной среде со сверхзвуковой скоростью, излучает звуковые волны (эффект Маха), они по аналогии предположили, что частицы, движущиеся со сверхсветовой скоростью, должны излучать световые волны.

И.М. Франк в статье «Переходное излучение и эффект Вавилова - Черенкова» (УФН, 1961, том 75, № 2) пишет: «В 1901 г. Кельвин отметил, что при движении атома со скоростью, большей скорости света, должно возникать электромагнитное излучение. Это утверждение прямо основывалось **на аналогии** с опытами Маха (в которых тело, движущееся быстрее звука, излучает звуковые волны – Н.Н.Б.). В дальнейшем предсказание Кельвина оказалось полностью забытым, и почти сорок лет спустя его вновь открыл С.И. Вавилов, который был, как известно, выдающимся знатоком истории физики» (Франк, 1961, с.233).

Аналогичные сведения можно найти в статье И.М. Франка «О когерентном излучении быстрого электрона в среде» (сборник «Воспоминания о И.Е. Тамме», 1986), где автор говорит: «Оказалось, как обнаружил С.И. Вавилов, еще до Зоммерфельда лорд Кельвин в 1901 г. отметил, что атом при сверхсветовой скорости должен излучать свет. При этом он пользовался **аналогией** с волнами Маха. В действительности для атома в отличие от заряженной частицы дело обстоит несколько сложнее. При  $v > c/n$  атом должен самовозбуждаться, излучая при этом частоты аномального эффекта Доплера и теряя кинетическую энергию. Но и у Кельвина, оказывается, был предшественник, о котором **он не знал**. В 1888 г. Хевисайд, по существу, предсказал явление, открытое Черенковым, хотя тогда еще ничего не было известно ни о существовании быстрых электронов, ни о радиоактивности. О работе Хевисайда, забытой всеми, вспомнили лишь недавно, более чем через 80 лет после ее опубликования» (Франк, 1986, с.266).

**72. Предсказание и открытие явления термодиффузии.** Явление термодиффузии предсказали независимо друг от друга английский механик, физик и инженер Осборн Рейнольдс (1842-1912) и немецкий ученый Беренд Вильгельм Феддерсен (1832-1918). Последний, ознакомившись с эффектом Дюфура, то есть с возникновением теплового потока при появлении градиента концентрации, по аналогии предположил, что должно существовать родственное явление – диффузия в однородном газе при существовании разности температур на обеих сторонах пористой перегородки.

Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981) пишет: «Французский ученый Л.Дюфур, изучавший на протяжении многих лет различные свойства жидкостей и газов, открыл в 1872 г. явление, получившее название эффекта Дюфура. Исследуя диффузию газов через пористые перегородки, в частности, диффузию водорода в воздух и воздуха в углекислый газ, он обнаружил появление некоторой разности температур диффундирующих газов. Таким образом, было установлено, что появление градиента концентрации приводит к возникновению теплового потока. Дюфур предположил, что это явление возникает вследствие сжатия газа у поверхности, сквозь которую происходит диффузия. Поскольку при сжатии газ нагревается, то было высказано предположение о существовании обратного явления – диффузии в однородном газе при существовании разности температур на обеих сторонах пористой перегородки. В 1873 г. Б.Феддерсен это явление обнаружил и назвал его термодиффузией. Подобного рода вопросами занимался и О.Рейнольдс, известный специалист в области гидродинамики. В работе «Экспериментальные исследования термического проникновения газов сквозь пористые перегородки», опубликованной в 1879 г., он **независимо от Феддерсена** также предсказал существование термодиффузии» (Гельфер, 1981, с.249).

**73. Предсказание ионизированного слоя атмосферы, отражающего электромагнитные волны.** Этот ионизированный (проводящий) слой атмосферы предсказали независимо друг от друга Оливер Хевисайд и американский физик Артур Эдвин Кеннели (1861-1939). Основанием для предсказания послужил эксперимент Г. Маркони, который в 1901 г. осуществил первую беспроводную связь между США и Великобританией на расстоянии 3200 километров. Поскольку радиоволны, переданные через Атлантический океан, не

вышли за пределы атмосферы и не рассеялись в космическом пространстве, возникла мысль, что в верхних слоях атмосферы существует проводящий слой, исключаяющий такое рассеяние.

В книге «Математика XIX века. Чебышевское направление в теории функций» (1987) сообщается об Оливере Хевисайде: «Будучи самоучкой, стал выдающимся специалистом в математической физике и сыграл важную роль в развитии электромагнитной теории Максвелла и ее приложений. Предсказал (**независимо** от А.Е. Кеннели) существование ионизированного слоя атмосферы, отражающего электромагнитные волны (слой Хевисайда - Кеннели), первым высказал предположение, что масса заряженной частицы меняется со скоростью» («Математика XIX века», 1987, с.125).

Об этом же сообщает С.Г. Геворкян в статье «Первый из последователей Максвелла» (журнал «Пространство и время», 2017, № 2-3-4): «Исследуя возможность распространения радиоволн вокруг Земли, Хевисайд в 1902 г. предположил существование в земной атмосфере ионизированного слоя. **Независимо от Хевисайда** к таким же выводам пришел американский инженер-электрик Артур Кеннели, проводивший эксперименты по дальней радиосвязи. Этот слой был экспериментально обнаружен в 1924 г. английскими физиками Э.Эшплтоном [9] и М.Барнетом» (Геворкян, 2017, с.83). Далее в примечаниях автор указывает: «Артур Эдвин Кеннели в 1887-1894 был главным ассистентом Томаса Алва Эдисона; впоследствии стал профессором Гарвардского университета (1902-1930); преподавал электротехнику в Массачусетском технологическом институте (1913-1924)» (там же, с.83).

Независимость исследований А. Кеннели и О. Хевисайда отмечает также В.М. Родионов в книге «Зарождение радиотехники» (1985): «В 1902 г. А.Кеннели и, **независимо**, О.Хевисайд высказали гипотезу о существовании верхних «проводящих» слоев атмосферы, возникающих под влиянием солнечного ионизирующего воздействия [264, 245]. Согласно их гипотезе, радиоволны распространяются как бы между двумя искривленными направляющими поверхностями – моря и «проводящего» атмосферного слоя» (Родионов, 1985, с.109).

Японский физик Хентаро Нагаока (1865-1950) – еще один ученый, самостоятельно предсказавший существование проводящего слоя в земной атмосфере. М. Бертолотти в книге «История лазера» (2011) пишет о событиях, произошедших после того, как Г. Маркони в 1901 г. осуществил первую беспроводную связь между США и Великобританией: «Сразу же после этой сенсационной радиосвязи О. Хэвисайд (1850-1925) в Англии, А.Е. Кеннели (1861-1939) в США и Х. Нагаока (1865-1950) в Японии **независимо друг от друга** выдвинули в 1902 г. гипотезу, что высоко в атмосфере существуют области, отражающие радиоволны. Только эта гипотеза могла объяснить, почему прямолинейно распространяющиеся электромагнитные волны способны обогнуть Землю» (Бертолотти, 2011, с.145).

**74. Вывод барометрической формулы, описывающей экспоненциальный закон убывания плотности атмосферы с высотой.** Указанную барометрическую формулу вывел австрийский физик, автор статистической интерпретации второго начала термодинамики, Людвиг Больцман (1844-1906). Но специалистам известно, что еще Исаак Ньютон отмечал экспоненциальный характер убывания плотности атмосферы с высотой.

Л.В. Тарасов и А.Н. Тарасова в книге «Беседы о преломлении света» (1982) пишут: «Барометрическую формулу справедливо связывают с именем знаменитого австрийского физика Людвигу Больцмана (1844-1906). Однако следует помнить, что первые указания на экспоненциальный характер убывания плотности воздуха с высотой содержались фактически в исследованиях Ньютона по рефракции света в атмосфере и были использованы великим английским ученым при составлении уточненной таблицы рефракции» (Тарасов, Тарасова, 1982, с.34).

**75. Опровержение эргодической гипотезы Больцмана.** Эргодическая гипотеза Больцмана была сформулирована в 1868 г. Спустя 45 лет два исследователя независимо друг от друга показали, что эта гипотеза «не работает» в реальных газовых (молекулярных) системах. Это сделали А. Розенталь и М. Планшерель.

Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981) пишет о Больцмане: «...Он высказал гипотезу о том, что физическая система, независимо от начального состояния, обязательно пройдет через все состояния, характеризующиеся одним и тем же значением полной энергии. Иначе говоря, каждая поверхность постоянной энергии в фазовом пространстве должна состоять из одной-единственной траектории, или, что то же самое, траектория системы с течением времени пройдет через все точки поверхности. Эта гипотеза была высказана Больцманом в 1868 г. в работе «Исследование равновесия живых сил движущихся материальных точек» [86, с.259] и в более общем виде в 1871 г. в работе «Некоторые общие теоремы о тепловом равновесии» [86, с.562]. Математическая сторона проблемы была им рассмотрена позже в специальном исследовании «О механической аналогии второго начала термодинамики» [86, с.52] (1885). Именно в этой работе Больцман предложил именовать высказанное им предположение «эргодической гипотезой», а системы, где эта гипотеза имеет место, - «эргодическими системами» (Гельфер, 1981, с.376-377).

Далее автор отмечает: «В 1913 г. **независимо друг от друга** математики А. Розенталь и М. Планшерель показали, что не существует ни одной эргодической гипотезы в смысле Больцмана. Годом позже П. Эренфест предложил квазиэргодическую гипотезу, согласно которой фазовая траектория не обязательно должна проходить через все точки поверхности энергии, а может лишь сколь угодно близко подходить к каждой точке [71]» (там же, с.383).

Аналогичные сведения можно найти в книге Л.С. Полака «Людвиг Больцман» (1987), где автор сообщает: «В 1913 г. Розенталь [167] и Планшерель [158] (1885-1967) **независимо друг от друга** доказали невозможность существования эргодических систем, а в 1923 г. Э. Ферми (1901-1954) [97] показал, что определенный класс физических систем является квазиэргодическим. Равенство средней по времени и средних по ансамблю доказывалось Розенталем [167], но его доказательство оказалось недостаточно строгим. В последующие годы этой проблемой занимались главным образом математики, причем утверждение указанной эквивалентности получило название эргодической теоремы. В 1931-1932 гг. эту проблему рассмотрели Биркгоф (1884-1944) и Джон фон Нейман (1903-1957) [56, 152]» (Полак, 1987, с.183).

**76. Открытие законов Гиббса – Коновалова.** Речь идет о закономерностях теории растворов, часто называемых «правилами Гиббса - Коновалова». Эти правила установили независимо друг от друга американский математик и физик Джозайя Уиллард Гиббс (1839-1903) и русский химик Дмитрий Петрович Коновалов (1856-1929).

О.М. Полторак в книге «Лекции по химической термодинамике» (1971) пишет об этих правилах: «К числу общих закономерностей теории растворов относятся правила Гиббса – Коновалова. Сначала они были получены Коноваловым как эмпирические закономерности, но их удастся обосновать в общем виде с помощью уравнения Гиббса – Дюгема. 1 правило Гиббса - Коновалова: насыщенный пар обогащен тем компонентом, прибавление которого увеличивает общее давление в системе. 2 правило Гиббса – Коновалова: в точках экстремума общего давления составы жидкости и пара одинаковы» (Полторак, 1971, с.178).

О том, Гиббс и Коновалов открыли упомянутые правила независимо друг от друга, сообщает Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981): «Следует отметить, что некоторые результаты, полученные Гиббсом, были **независимо от него** найдены другими учеными. Так, в 1884 г. русский химик Д.П. Коновалов, исследуя двухкомпонентную систему вода – пар, открыл экспериментально два закона, ранее полученные Гиббсом как следствие общей теории термодинамического

равновесия. Эти законы были позже названы «законами Гиббса - Коновалова» (Гельфер, 1981, с.396).

**77. Открытие условия образования равновесной формы кристалла.** Как известно, важным условием образования равновесной формы кристалла является минимальность значения поверхностной энергии кристалла. Это условие открыли вполне самостоятельно Д.В. Гиббс и французский ученый, лауреат Нобелевской премии по физике за 1903 год, Пьер Кюри (1859-1906). Другими словами, названные исследователи независимо друг от друга обнаружили связь между геометрической формой кристалла и принципом минимума свободной поверхностной энергии.

Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981) указывает: «Общая теория термодинамического равновесия была применена Гиббсом и к анализу роста кристаллов. Он нашел условие образования равновесной формы кристалла – минимальность значения поверхностной энергии кристалла. Этот же результат **независимо от Гиббса** получил другим путем П. Кюри в 1885 г. и позже более подробно исследован русским ученым Ю.В. Вульфом» (Гельфер, 1981, с.396).

Об этом же сообщает Н.Н. Шефталь в предисловии к книге Б. Хонигмана «Рост и форма кристаллов» (1961): «Учение о росте кристаллов, в сущности, выросло из попыток ответить на следующие, казалось бы, элементарные вопросы: каким образом возникает закономерная многогранная форма кристаллов? Почему химическому веществу, обладающему определенным строением, соответствуют и определенные формы кристаллов? Как влияют на них условия образования? Поэтому главным содержанием учения о росте кристаллов является морфология кристаллов. Вопрос о форме кристаллов с физико-химических позиций впервые рассмотрел Гиббс (1878 г.). Он выдвинул и термодинамически строго обосновал положение о равновесной форме кристаллов как о форме, которая обладает минимальной свободной поверхностной энергией из всех форм, возможных при данном объеме. **Независимо от Гиббса** то же положение выдвинул П. Кюри (1885 г.)» (Шефталь, 1961, с.5-6).

Процитируем еще одну работу. В.Г. Томас в диссертации «Свободный рост несингулярных поверхностей кристаллов из растворов» (2022) повествует: «Вторая половина XIX века ознаменовалась взрывоподобным развитием различных областей физики и химии. Применительно к области знания об образовании кристаллов это выразилось в появлении попыток теоретической увязки формы кристаллов и скоростей их роста с энергетическими параметрами системы «кристалл – неконденсированная фаза». В качестве пионерской работы в этом направлении, по нашему мнению, следует назвать работу О. Браве (Bravais, 1866), в которой на базе развиваемой им теории кристаллических решеток (решеток Браве) высказывается гипотеза о связи ретикулярной плотности плоских сеток, параллельных той или иной грани, с развитием последней на поверхности кристалла. Принципиальным шагом в этом направлении явилась предложенная в 1879 г. Дж. Гиббсом теория капиллярности (Гиббс, 1950; Русанов и Гудрич, 1980) и развитое на ее базе понятие о равновесной форме кристаллов... Заметим, однако, что сам Гиббс не рассматривал с позиций равновесной формы те или иные комплексы граней различных простых форм. Это сделал П. Кюри (Curie, 1885; Кюри, 1965), **независимо от Гиббса** пришедший к понятию равновесной формы кристалла и минимума полной свободной поверхностной энергии кристалла, как условия формирования равновесной формы» (В.Г. Томас, 2022).

**78. Открытие закона Кирхгофа.** Согласно данному закону, отношение излучательной способности тела к поглощательной способности одинаково для всех тел и является универсальной функцией длины волны излучения и температуры. Независимо от немецкого физика, первооткрывателя спектрального анализа, Густава Кирхгофа (1824-1887) этот закон открыл англичанин Бальфур Стюарт (1827-1887).

Л.З. Криксунов в книге «Справочник по основам инфракрасной техники» (1978) повествует: «Справедливости ради надо отметить, что современник Кирхгофа, английский физик Бальфур Стюарт несколько раньше высказал идею, весьма близкую к закону Кирхгофа. С помощью термостолбика и гальванометра Стюарт сравнивал испускание тепловых лучей сажей, стеклом, квасцами, селенитом, слюдой и каменной солью при температуре 100°C и пришел к выводу, что «излучательная способность тонких полированных пластин различных веществ меняется пропорционально их поглощательной способности» [65]. У Стюарта было сделано также допущение абсолютно черного тела, но он не дал точного определения этого понятия и не понял значения такой идеализации» (Криксунов, 1978, с.11).

Об этом же сообщает Э. Уиттекер в 1-ом томе книги «История теории эфира и электричества» (2001): «Ход рассуждений Прево продолжил Бальфур Стюарт, который заметил, что пластинка каменной соли обладает намного меньшей теплопрозрачностью для теплового излучения массы этого вещества, нагретого до температуры 100°C, чем для теплового излучения другого вещества, нагретого до такой же температуры. Из этого Стюарт сделал вывод о том, что лучеиспускающая способность любого вещества равна его поглощательной способности для любого рода тепловых лучей. Распространение этого закона на световое излучение было очевидным. <...> Спустя полтора года после выхода в свет работы Бальфура Стюарта Кирхгоф из Гейдельберга, который проводил **независимые исследования** в этой области, сделал аналогичное открытие и показал, что его можно применить в химии Солнца и звезд» (Уиттекер, 2001, с.437-438).

Приведем еще одно свидетельство. Макс Джеммер в книге «Эволюция понятий квантовой механики» (1985) пишет: «Закон Кирхгофа, как в силу его фундаментальной роли в физике излучения, так и в связи с последующим развитием теоретической физики, неоднократно подвергался критическому анализу и доказывался все более строгим образом. Одновременно с публикациями Кирхгофа Стюарт [8] **независимо установил справедливость** этого закона, опираясь на экспериментальные данные. Статья Стюарта, как и Кирхгофа, базировалась на теории Прево. Но шотландского физика интересовала, прежде всего, экспериментальная проверка соотношений, существующих в физике излучения, тогда как Кирхгоф делал упор на теоретические аспекты проблемы» (Джеммер, 1985, с.15-16).

**79. Изобретение спектрального анализа.** Обычно приоритет разработки спектрального анализа отдают Густаву Кирхгофу и Роберту Бунзену (1811-1899), но многие другие ученые совершенно независимо получали результаты, свидетельствующие о возможности спектрального исследования различных объектов (от мельчайших частиц вещества до гигантских небесных тел). Среди них – шотландский физик Давид Брюстер, британский астроном, сын Вильяма Гершеля, Джон Гершель (1792-1871), его соотечественник, один из изобретателей фотографии, Генри Фокс Талбот (1800-1877).

Т.Н. Горнштейн в статье «Густав Роберт Кирхгоф и его исследования по тепловому излучению» (сборник «Труды института истории естествознания и техники», том 34, 1960) указывает: «Ректор Эдинбургского университета Давид Брюстер близко подошел к открытию спектрального анализа, так как сформулировал основное положение абсорбционного спектрального анализа о постоянной связи природы тела, его химического строения с характером спектра поглощения. Уже в 1822 г. он пишет об открытии «общего принципа химического анализа, в котором простые и сложные тела характеризовались бы своим действием на определенные части солнечного спектра» [34]. Джон Гершель, сын знаменитого астронома Вильяма Гершеля, начиная с 1822 г., описывал в своих работах пламя различных «горячих тел». Он первый описал спектры испускания хлористых металлов (стронция, калия и меди) и борной кислоты. В письме к Брюстеру в 1822 г. Гершель уже явно говорил о различии светлых линий спектров у различных газов и высказывал мысль о том, что возможно было бы открывать незначительные количества

элементов, замечая светлые линии, которые они производят, когда приведены в состояние раскаленных паров. <...> Та же мысль о возможности эмиссионного спектрального анализа была высказана Тальботом, который писал: «Всякий раз, когда призма покажет существование луча какого-нибудь однородного света в пламени, я предполагаю образование или присутствие какого-нибудь определенного химического соединения... Один взгляд на пламя сквозь призму может указать вещества, для открытия которых потребовался бы сложный химический анализ» [36]. Кирхгоф в своей замечательной работе «К истории спектрального анализа и анализа солнечной атмосферы» (1863 г.) [37] отдает должное Джону Гершелю и Тальботу в связи с указанной ими возможностью качественного химического спектрального анализа» (Горнштейн, 1960, с.129-130).

**80. Создание математического аппарата векторного анализа.** Векторный анализ – это раздел математики, распространяющий методы математического анализа на векторы. Можно перечислить основные преимущества векторных методов. Прежде всего, это компактность – одно векторное уравнение объединяет несколько координатных. Во-вторых, это инвариантность – векторное уравнение не зависит от системы координат и без труда переводится в координатную запись в любой удобной системе координат. Наконец, это наглядность – дифференциальные операторы векторного анализа обычно имеют простое и наглядное физическое истолкование. Векторный анализ разработали независимо друг от друга Оливер Хевисайд и Джозайя Виллард Гиббс.

В книге «Из истории изобретения и начального периода развития радиосвязи» (2008), написанной под редакцией В.Н. Ушакова, сообщается о Дж. Фитцджеральде и О. Лодже: «...Они так и не смогли получить решений уравнений Максвелла. Это удалось другому английскому ученому и инженеру – О. Хевисайду, который изучал трактат Максвелла сразу после его выхода в свет. В процессе этой работы он создал математический аппарат векторного анализа (1884; практически **одновременно и независимо** от американского ученого Дж. У. Гиббса) и с его помощью свел число уравнений до четырех, придав им современный вид» («Из истории изобретения...», 2008, с.19-20).

Об этом же пишет Л.С. Полак в книге «Уильям Гамильтон» (1993): «...Хевисайд пришел к созданию исчисления, принципиально отличного от теории кватернионов, хотя вначале казалось, что сделаны только незначительные изменения в определениях и обозначениях. Хевисайд развил свою систему в 1882-1885 гг. **независимо от Гиббса**. Однако после знакомства со статьями Гиббса он внес некоторые изменения в свою теорию, самое значительное – трактовка линейных операторов» (Полак, 1993, с.229-230).

Процитируем еще одну работу. Б.М. Болотовский в книге «Оливер Хевисайд» (1985) указывает: «В противоположность кватернионному исчислению Хевисайд считал, что векторные соотношения больше отвечают физике дела и проще в математическом отношении. Он развил простую и мощную схему векторного анализа, которая в своих основных чертах (это касается даже большей части введенных им обозначений) сохранилась до настоящего времени. Сторонником векторного, а не кватернионного исчисления, кроме Хевисайда, был также Гиббс, который в своих лекциях **независимо от Хевисайда** (и несколько раньше) также систематически излагал основы векторного исчисления и широко применял векторное описание» (Болотовский, 1985, с.24-25).

**81. Изобретение интерферометра Цендера – Маха.** Авторами этого интерферометра являются швейцарский физик Людвиг Луи Альберт Цендер (1854-1949) и сын знаменитого физика и философа Эрнста Маха – австрийский ученый Людвиг Мах (1868-1951). К идее интерферометра, работающего по принципу двухлучевой интерференции, они пришли независимо друг от друга.

А.М. Бурбаев, В.В. Зюзин, М.Г. Лукин и др. в статье «Применение дисперсионного элемента при настройке интерферометров типа Цендера - Маха» (журнал «Известия вузов. Приборостроение», 2011, том 54, № 11) повествуют: «Интерференционные методы

измерений и исследований находят широкое применение в науке и технике благодаря высокой чувствительности и точности. Интерферометры используются для точных измерений длин и углов, угловых размеров звезд, характеристик оптических поверхностей, показателей преломления сред, спектрального состава исследуемого излучения [1]. Наибольшее распространение получили интерферометры, работающие по принципу двухлучевой интерференции. К классическим интерферометрам этой группы относятся интерферометры Майкельсона, Тваймана – Грина, Жамена, Цендера – Маха и Рождественского. Предложенный почти одновременно (в 1891 и 1892 гг.) и **независимо друг от друга** Цендером и Махом интерферометр, принципиальная схема которого приведена на рис.3, обладает рядом преимуществ по сравнению с интерферометрами Майкельсона и Жамена. Прежде всего, это возможность получения контрастной и хорошо освещенной интерференционной картины (с полосами заданной ширины) в плоскости объекта, установленного на произвольном расстоянии от зеркал интерферометра [2]. Данное обстоятельство обусловило возможность использования интерферометра Цендера – Маха для измерения показателей преломления газов, для исследования неоднородностей воздушного потока в аэродинамической трубе, для изучения распределения плотностей газовых потоков вокруг моделей, исследуемых в аэродинамических установках, для изучения температурного поля объекта, для измерения напряжений в моделях при наличии статических и динамических нагрузок [3]» (Бурбаев и др., 2011, с.37).

Аналогичные сведения можно найти в книге Г.Н. Виноградовой и В.В. Захарова «Основы микроскопии» (2020), где авторы отмечают: «В 1891 году Цендер и в 1892 году Мах **независимо друг от друга** предложили интерферометр, принципиальная схема которого представлена на рис.17.2» (Виноградова, Захаров, 2020, с.234).

**82. Изобретение лучепреломляющей призмы (призмы Номарского - Федина).** Эта призма с вынесенной плоскостью локализации интерференционной картины независимо предложена польско-французским ученым Жоржем Номарским (1919-1997) и советским физиком Леонидом Андреевичем Фединым (1929-1981).

Г.Н. Виноградова и В.В. Захаров в книге «Основы микроскопии» (2020) пишут о проблемах метода ДИК (метода дифференциально-интерференционного контраста, который применяется в микроскопии): «Разработчики метода ДИК столкнулись с трудностью использования призмы Волластона со стандартными объективами микроскопа. У призмы Волластона плоскость локализации интерференционных полос находится между клиньями, т.е. внутри призмы. Проблема возникает из-за того, что эта плоскость локализации должна совпадать с задней фокальной плоскостью объектива. Задняя фокальная плоскость стандартных объективов находится, как правило, внутри его корпуса за резьбовым соединением. Кроме того, различные объективы отличаются местом расположения фокальной плоскости. Отсюда следует необходимость разрабатывать специальные объективы для метода ДИК, что не устраивает ни пользователя, ни разработчика. Для решения этой задачи Ж. Номарский в конце 1950-х годов предложил вместо традиционной призмы Волластона использовать модифицированную призму, названную впоследствии призмой Номарского [86]. **Одновременно и независимо** от Номарского подобная призма была предложена Л.А. Фединым [22]. Выпускник ЛИТМО Федин работал в лаборатории микроскопии ГОИ им. С.И. Вавилова, которая входила в состав оптико-механического отдела под руководством академика Линника. Федин подал заявку на регистрацию изобретения, которая в те времена очень долго оформлялась. Исторически сложилось так, что название призмы связано только с именем Номарского, хотя по справедливости она должна называться призмой Номарского - Федина» (Виноградова, Захаров, 2020, с.211-213).

Здесь [22] – Захарьевский А.Н., Федин Л.А. Измерение двойного лучепреломления волокон // Оптика и спектроскопия. Том 6. – М.: изд-во АН СССР, 1959. – С.701-703.



**83. Разработка общего метода определения функции распределения по скоростям в неоднородном газе.** Этот метод разработали независимо друг от друга британский математик и геофизик Сидней Чепмен (1888-1970) и шведский физик Дэвид Энског (1884-1947).

Л.С. Полак в книге «Людвиг Больцман» (1987) повествует: «Последнее достижение классической (неквантовой) кинетической теории было получено в **независимых трудах** С. Чепмена [81] и Д. Энскога [94] по теории переноса между 1912 и 1917 гг. Они разработали общий метод определения функции распределения по скоростям в неоднородном газе и расчета коэффициентов вязкости, теплопроводности и диффузии [51]. Важным результатом этих исследований было теоретическое предсказание явления термической диффузии, позднее найденное экспериментально Чепменом и Датсоном. В случае одновременного открытия метода Чепмена и Энскога не возникло никаких приоритетных проблем. В психологическом смысле, как отметил сам Чепмен, когда открытие абстрактно и сложно, то оно с большим доверием воспринимается учеными, которые не хотят вдаваться в вычислительные детали, тогда, когда оно сделано одновременно и независимо двумя исследователями» (Полак, 1987, с.189).

Этот же факт (факт независимости исследований двух разных ученых) рассматривает Д.В. Сивухин во 2-ом томе книги «Общий курс физики» (2005). Автор говорит о явлении термодиффузии: «Это явление теоретически было предсказано **независимо друг от друга** Энскогом и Чепменом в 1917 г. На опыте термодиффузия газов наблюдалась Чепменом и Датсоном в том же году. Строгие теории термодиффузии Энскога и Чепмена очень сложны и громоздки. Излагать их мы не имеем возможности» (Сивухин, 2005, с.351).

**84. Открытие электрона (одной из первых элементарных частиц).** Во всех учебниках сообщается, что электрон обнаружил и описал английский физик Джозеф Джон Томсон (1856-1940), который за это научное достижение удостоен в 1906 г. Нобелевской премии по физике. Однако независимо от него эту элементарную частицу открыл немецкий физик Эмиль Вихерт (1861-1928).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет об Эмиле Вихерте: «Разработал метод прямого определения скорости частиц катодных лучей, определил их удельный заряд (опыт Вихерта). **Независимо** от Дж. Дж. Томсона открыл электрон» (Храмов, 1983, с.65).

Об этом же сообщает Александр Корн в статье «Юбилейные размышления, или электрону – 100 лет» (журнал «Знание - сила», 1997, № 11): «...О своем открытии Дж. Дж. Томсон объявил на заседании Королевского общества 30 апреля 1897 года. Интересно, что он не был первым и единственным «открывателем». Примерно в то же время Вальтер Кауфман в Берлине определил отношение заряда катодных лучей к их массе, причем точнее, чем Томсон, а Эмиль Вихерт из Кенигсберга уже 7 января докладывал на заседании физико-экономического общества, что катодные лучи состоят из частиц. Но в истории остался Томсон, «Джи-Джи», как панибратски называли его коллеги и приятели. Он сделал решающий шаг от наблюдения к выводу о том, что эти мельчайшие частицы – «та самая субстанция, из которой построены химические элементы» (Корн, 1997, с.53).

Аналогичные сведения можно найти в книге У.И. Франкфурта и А.М. Френка «У истоков квантовой теории» (1975), где авторы сообщают: «Весьма интересны работы Э. Вихерта [4], начатые **одновременно** с работами Дж. Дж. Томсона. От катода через кольцеобразный анод пучок катодных лучей проходит через два экрана с отверстиями. По соленоидам, навитым на концы газоразрядной трубки, пропускался переменный ток. В зависимости от направления тока в соленоиде магнитное поле отклоняет частицы вверх или вниз. Магнитное поле меняется строго периодически. Если в момент прохождения пучка через первое отверстие магнитное поле равно нулю, то в момент, когда пучок достигнет второго отверстия, поле может быть отличным от нуля и отклонит пучок вверх или вниз, тогда фосфоресценция трубки за экраном прекратится. При данной разности потенциалов

У можно вычислить скорость  $v$  частицы, зная расстояние между отверстиями. Из закона сохранения энергии следует, что  $e/m = 2U$ . В то же время Кауфман нашел, что  $e/m = 1,86 \times 10^7$ , отличающееся от значений как Томсона, так и Вихерта. Как Вихерт, так и Томсон сделал вывод о существовании элементарной частицы, названной электроном. Как Томсон, так и Вихерт устанавливал универсальность этой частицы» (Франкфурт, Френк, 1975, с.21).

Вот еще один источник. К.А. Томилин в книге «Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах» (2006) пишет: «В 1897 г. Э. Вихертом (Wiechert, 1897) и Дж. Дж. Томсоном (Thomson, 1897) **независимо** была открыта частица, носитель элементарного электрического заряда, и название «электрон» было закреплено спустя некоторое время именно за частицей» (Томилин, 2006, с.102).

**85. Получение первого рентгеновского снимка.** Известно, что первый рентгеновский снимок получил Вильгельм Конрад Рентген (1845-1923), являющийся подлинным первооткрывателем лучей, названных его именем, и получивший в 1901 г. за это открытие Нобелевскую премию. Вместе с тем, следует отметить, что независимо от В.К. Рентгена такой же снимок получил Артур Гудспид (Arthur Goodspeed).

А.Т. Григорьян и А.Н. Вяльцев в книге «Генрих Герц» (1968) пишут: «Наблюдать Х-лучи проще всего по их действию на фосфоресцирующие вещества и на фотографические пластинки. То и другое тоже всегда имелось у экспериментаторов, изучавших газовый разряд. Таким образом, нет сомнений, что Х-лучи часто возникали при опытах с газовым разрядом, а иногда и наблюдались. Например, Гудспид **за пять лет до Рентгена**, несомненно, сделал «рентгенов» снимок, не поняв, впрочем, его происхождения и смысла» (Григорьян, Вяльцев, 1968, с.208).

Об этом же сообщает Валентин Азерников в книге «Неслучайные случайности» (1972): «Когда открытие Рентгена было опубликовано, когда рентгеновские снимки запестрели на первых страницах газет, американский физик из Пенсильванского университета по фамилии Гудспид схватился за голову: ведь он еще пять лет назад получил похожий снимок! Он вспомнил, что возился тогда с фотопластинками около работающей трубки Крукса, что, проявив на другой день одну из них, увидел на ней удивительно четкую тень, отброшенную на фотоэмульсию непонятно каким предметом, что он решил тогда, что это просто брак эксперимента; он вспомнил всё это, и вот тогда и схватился за голову; а потом схватился за ящик со старыми снимками и стал лихорадочно искать ту самую пластинку и нашел ее и убедился, что это не что иное, как самый настоящий рентгеновский снимок, который вполне мог бы называться гудспидовским снимком. Он отдал эту пластинку на суд своих коллег, и было единодушно признано: это действительно первый след рентгеновского излучения, сделанный еще до того, как излучение было открыто» (Азерников, 1972, с.111-112).

**86. Описание метода вращающегося кристалла в рентгеноскопии.** Метод вращающегося кристалла открыли независимо друг от друга французский физик Морис де Бройль (брат Луи де Бройля, Нобелевского лауреата) и английский ученый Уильям Генри Брэгг (1862-1942). Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) говорит о Морисе де Бройле, брате Луи де Бройля: «В 1908 экспериментально определил заряд электрона, заменил в рентгеновском спектрометре ионизационную камеру фотопластинкой (рентгеновский спектрограф). **Независимо** от Г. Брэгга предложил метод вращающегося кристалла и открыл эффект фокусировки» (Храмов, 1983, с.47).

**87. Открытие основной формулы рентгеноструктурного анализа.** Основную формулу рентгеноструктурного анализа вывели независимо друг от друга английский ученый Уильям Лоренс Брэгг (1890-1971) и российский кристаллограф Георгий Викторович Вульф (1863-1925)).

Ю.А. Храмов в книге «Физици. Биографический справочник» (1983) пишет о Уильяме Лоренсе Брэгге: «В 1912 **независимо** от Г.В. Вульфа нашел уравнение, связывающее длину волны рентгеновского излучения с периодом кристаллической решетки кристалла (формула Брэгга - Вульфа) и лежащее в основе спектроскопии рентгеновских лучей» (Храмов, 1983, с.47).

Аналогичные сведения можно найти в книге В. Чолакова. В частности, В.Чолаков в книге «Нобелевские премии: ученые и открытия» (1986) пишет: «...Толкование рентгеновской дифракционной картины оказалось делом довольно сложным. Лауэ занимался этим вопросом, но с весьма небольшим успехом. Эту проблему разрешили английский физик Уильям Лоренс Брэгг (сын У.Г. Брэгга) и **независимо** русский кристаллограф Георгий Викторович Вульф. В 1913 г. они вывели формулу, описывающую условия интерференционного отражения рентгеновских лучей от кристаллов (формула Брэгга - Вульфа). С помощью этой формулы можно определить отклонение рентгеновского луча при прохождении через вещество. Указанная формула, связывающая длину волны рентгеновского излучения с периодом кристаллической решетки кристалла, позволяет, с одной стороны, используя рентгеновские лучи определенной длины волны, исследовать структуру вещества, а с другой – используя такие кристаллы, как поваренная соль, структура которой известна, можно исследовать сами рентгеновские лучи» (Чолаков, 1986, с.59).

Об этом же сообщает А.Г. Гуревич в монографии «Физика твердого тела» (2004): «Условия сложения амплитуд волн, рассеянных атомами кристаллической решетки (или, как иногда говорят, конструктивной интерференции), были получены в 1912 г. У.Л. Брэггом (сыном) и **независимо** в 1913 г. Вульфом, исходя из предположения, что происходит зеркальное отражение от атомных плоскостей. Тогда конструктивная интерференция будет иметь место, если разность хода волн, отраженных от двух параллельных атомных плоскостей, составит целое число длин волн» (Гуревич, 2004, с.22).

Приведем еще одно свидетельство. О.С. Сироткин и П.Б. Шibaев в книге «История материаловедения» (2014) констатируют: «Макс фон Лауэ открыл дифракцию рентгеновских лучей на кристаллах. Спустя год **независимо друг от друга** Г.В. Вульф и Уильям Генри Брэгг со своим сыном Уильямом Лоренсом [Брэггом] вывели основную формулу рентгеноструктурного анализа, так называемое правило Вульфа – Брэггов» (Сироткин, Шibaев, 2014, с.234).

**88. Открытие закона Рэлея-Джинса.** Закон Рэлея-Джинса – это закон излучения, который описывает распределение энергии в спектре электромагнитного излучения, находящегося в тепловом равновесии с веществом при заданной температуре. Закон был открыт на основе классических представлений об электромагнитном поле двумя британскими учеными – Джоном Уильямом Стреттом (лордом Рэлеем) и Джеймсом Хопвудом Джинсом (1877-1946), которые пришли к данному результату **независимо друг от друга**.

Доктор физико-математических наук Л. Ксанфомалити в статье «Планетные системы звезд» (журнал «Наука и жизнь», 2006, № 11) пишет: «Немецкий физик В. Вин вывел первый закон распределения энергии излучения в 1893 году, но с его помощью смог описать только спектр высоких частот (малых длин волн). Английские физики Дж. У. Рэлей в 1900 году и Дж. Джинс в 1905-м **независимо друг от друга** получили закон для низкочастотной части спектра, но в области высоких частот он предсказывал возрастание энергии излучения до чрезвычайно больших значений в далекой ультрафиолетовой области, что не соответствовало результатам опытов» (Ксанфомалити, 2006, с.7).

Об этом же сообщает К.А. Ляхова в книге «Популярная история астрономии и космических исследований» (2002). Автор пишет о Джеймсе Джинсе: «В 1905-1909 годах он вывел закон излучения, устанавливающий распределение энергии в спектре абсолютно черного тела в зависимости от температуры. В 1900 году его **независимо от Джинса**

сформулировал Рэлей, поэтому сегодня он называется законом Рэля-Джинса» (Ляхова, 2002, с.163).

Немецкий физик Макс Планк (1858-1947) – еще один ученый, который независимо вывел формулу распределения энергии (формулу Рэля - Джинса). Д.В. Сивухин в 4-ом томе книги «Общий курс физики» (2005) сообщает: «Кроме того, к формуле Рэля – Джинса **независимо пришел** также Планк, применивший эту теорему (теорему о равномерном распределении энергии – Н.Н.Б.) только к веществу, но не к излучению. Он провел рассуждение для одномерного гармонического осциллятора, например, квазиупруго связанного электрона, помещенного в полость с равновесным излучением. Под действием хаотически меняющегося электромагнитного поля излучения осциллятор будет совершать колебания с хаотически меняющимися амплитудами и фазами, излучая и поглощая при этом электромагнитные волны» (Сивухин, 2005, с.736).

**89. Разработка планетарной модели атома.** Традиционно создателем планетарной модели атома считается британский физик Эрнест Резерфорд (1871-1937), лауреат Нобелевской премии по химии за 1908 год. Однако независимо от Резерфорда аналогичную модель атома разработали французский физик Жан Батист Перрен (1870-1942) и японский исследователь Хентаро Нагаока (1865-1950).

Заслуги Жана Перрена в деле разработки планетарной модели атомного ядра рассматриваются во 2-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992): «Продолжая разрабатывать атомную теорию, он выдвинул в 1901г. гипотезу, что атом представляет собой миниатюрную Солнечную систему, но он не смог это доказать. Десять лет спустя Эрнст Резерфорд предложил свою модель компактного положительно заряженного ядра, окруженного отрицательными электронами, и эта идея завоевала наибольшую популярность» («Лауреаты...», 1992, с.209).

Об этом же пишет Д. Данин в книге «Резерфорд» (1966). Автор говорит об аналогии, которую использовал Ж. Перрен: «За десять лет до Резерфорда, в 1901 году, он тоже пришел к мысли, что атом выглядит, как солнечная микросистема. Время было уже иным, чем в студенческие годы Лебедева. Религиозная эра в истории атомистики подошла к концу. И появился электрон, как несомненно существующая деталька любого атома. Электроны занимали воображение Жана Перрена – он работал в молодости с катодными лучами. Прозрачно-ясной представилась ему атомная модель: отрицательно заряженные электроны вращаются по эллиптическим орбитам вокруг положительного ядра, **как планеты** вокруг Солнца. Их движением управляет закон Кулона – близнец закона Ньютона. И статью свою с изложением этой гипотезы Перрен назвал пророчески: «Нуклеарно-планетарная структура атома» (Данин, 1966, с.374).

Что касается Хентаро Нагаоки, то его путь к созданию планетарной модели атома анализируется в книге В.С. Степина «Научное познание в социальном контексте» (2012). В данной книге автор, в частности, пишет: «Планетарная модель атома, которая обычно связывается с именем Резерфорда, в качестве гипотезы была выдвинута задолго до опыта с  $\alpha$ -частицами – в работе Нагаока в 1904 г. Судя по тому, что в первых трудах, посвященных обсуждению экспериментов с  $\alpha$ -частицами и идеи ядерного строения атома (1911 г.), Резерфорд ссылался на эту работу, он, по-видимому, ставил свои опыты, уже имея в распоряжении в качестве одного из гипотетических вариантов, которые подлежали опытной проверке, планетарную модель атома [190, 223]. Этот факт важен для понимания логики выдвижения научной гипотезы» (Степин, 2012, с.101). «Планетарная модель атома обрела вторую жизнь только после экспериментов Резерфорда, подтвердивших существование атомного ядра, и поэтому ее по праву связывают с именем Резерфорда» (там же, с.102).

Далее В.С. Степин описывает аналогию Нагаоки, которая привела его к планетарной модели атома: «Ее создатель, опираясь на высказанную Кельвином идею о возможности уподобить конфигурацию зарядов, из которых должен состоять атом, системам тяготеющих

масс небесной механики, перенес отношения между стабильными конфигурациями таких масс (например, планет и Солнца в солнечной системе, планеты и ее спутников) на заряды, образующие атом» (там же, с.105). «Нагаока пользовался вначале моделью единичных тел, вращающихся вокруг центрального тела, а затем, с целью найти аналог многоэлектронных орбит, использовал аналогию между ними и кольцами, вращающимися вокруг Сатурна» (там же, с.105).

**90. Открытие закона подъемной силы крыла.** Закон подъемной силы крыла открыли независимо друг от друга трое исследователей – русский механик Николай Егорович Жуковский (1847-1921), английский инженер Фредерик Уильям Ланчестер (1868-1946) и немецкий математик Мартин Вильгельм Кутта (1867-1944). Они установили, что величина подъемной силы пропорциональна плотности среды, скорости набегающего потока и циркуляции потока вокруг крыла. Причиной возникновения циркуляции является образование поверхности раздела между потоками, стекающими с верхней и нижней поверхностями крыла.

Теодор фон Карман в книге «Аэродинамика. Избранные темы в их историческом развитии» (2001) пишет: «Связь между подъемной силой крыльев самолета и циркуляционным движением воздуха вокруг них осознали и исследовали трое людей очень разного склада ума и обучения. Во-первых, мне следует отметить англичанина Фредерика У. Ланчестера (1878-1946). Он был инженером-практиком, более или менее математиком-любителем, а по профессии автомобилестроителем» (Карман, 2001, с.42). «Вторым человеком был немецкий математик М. Вильгельм Кутта (1867-1944); он начинал как чистый математик, но затем заинтересовался экспериментами полета на планерах Отто Лилиенталя и, следовательно, аэродинамической теорией» (там же, с.43). «Наконец, третий человек, которого следует назвать, - это Николай Егорович Жуковский, о котором уже говорилось ранее. Он прошел обширный курс обучения математике и физике, сначала в России и позже – в Париже. <...> У него были широкие интересы в области теоретической и прикладной механики. В период с 1902 по 1909 годы, **независимо от Кутта и Ланчестера**, он разработал математическое обоснование теории подъемной силы, по крайней мере, для двумерного течения, т.е. для крыльев бесконечного размаха и постоянного профиля [5]» (там же, с.43).

Об этом же сообщают В.Я. Френкель и Б.Е. Явелов в книге «Эйнштейн: изобретения и эксперимент» (1990): «Необходимо также сказать, что практически одновременно с Жуковским и **независимо от него** к аналогичной теории подъемной силы пришел и немецкий математик М. Кутта, в полном объеме опубликовавший свои результаты в 1910 г. в таком уважаемом печатном органе германской науки, как мюнхенские «Труды Баварской академии наук» [12]» (Френкель, Явелов, 1990, с.132).

**91. Получение формул для главного вектора и главного момента сил давлений, действующих на профиль, обтекаемый потоком идеальной несжимаемой жидкости.** Речь идет об основных формулах для определения сил давления воздуха на профиль крыла. Эти формулы были получены независимо друг от друга русским механиком и математиком Сергеем Алексеевичем Чаплыгиным (1869-1942) и немецким ученым Ричардом Генрихом Блазиусом (1883-1970).

Лев Гумилевский в книге «Чаплыгин» (1969) пишет: «В начале 1910 года Чаплыгин пишет мемуар «О давлении плоскопараллельного потока на преграждающие тела», который содержит изложение результатов, относящихся к определению подъемной силы крыла. В этой работе, необычайно богатой содержанием, впервые созданы основы современной гидродинамической теории крыла. Исходя из гипотезы Чаплыгина, здесь выведены формулы, которые применяются и теперь для определения величины, направления и точки приложения равнодействующей сил давления потока на крыло; формулы эти в иностранной литературе часто называются формулами Блязиуса, но

исторически это неверно: Блазиус вывел эти формулы **независимо от Чаплыгина**, но позднее» (Гумилевский, 1969, с.121).

Об этом же сообщают Л.А. Протасова и И.А. Тюлина в книге «Владимир Васильевич Голубев» (1986): «...В начале 1910 г. С.А. Чаплыгин написал работу, получившую всеобщее признание и открывающую длинный ряд исследований Чаплыгина по теории крыла. Работа называлась «О давлении плоскопараллельного потока воздуха на преграждающие тела». В этой классической работе впервые была до конца решена задача об определении подъемной силы крыла. Но ее содержание далеко не исчерпывается решением этой задачи, - писал Голубев [48, с.902-903]. Работа замечательна тем, что в ней дается систематический метод решения задач плоской гидромеханики применением теории функций комплексного переменного. В частности, в ней выведены замечательные формулы для определения сил давления потока, которые теперь носят название: у нас – «формулы Чаплыгина - Блазиуса», а за границей – «формулы Блазиуса», - название совершенно несправедливое, так как германский ученый Блазиус нашел эти формулы **независимо от Сергея Алексеевича**, но несколько позднее» (Протасова, Тюлина, 1986, с.91).

**92. Создание теории пограничного слоя.** Автором теории пограничного слоя традиционно признается немецкий механик и физик Людвиг Прандтль (1875-1953), но раньше него – и, конечно, независимо – уравнения вязкого пограничного слоя получил датский физик-теоретик Людвиг Валентин Лоренц (1829-1891). Приоритет Л.В. Лоренца неоднократно отмечался самим Л. Прандтлем, но его ученики удаляли из посмертного издания трудов своего учителя какие-либо упоминания об идеях датского физика.

Доктор физико-математических наук Игорь Андрианов в статье «Кто же открыл фрактал Мандельброта?» (журнал «Знание - сила», 1997, № 11) поясняет: «Само понятие пограничного слоя сейчас оказывается важнейшим в гидродинамике и газовой динамике и описывает такое явление: влияние вязкости потока, обтекающего тело, например, сферу, сказывается в полной мере лишь в узкой (пограничной) области, а в остальной части пространства этот фактор может не учитываться. Более общее явление пограничного слоя (называемого также скин- или краевым эффектом) заключается в том, что в большей части рассматриваемой области (как правило, вдали от границ) решение уравнений изменяется медленно, а вблизи границ имеет место быстро изменяющееся и сосредоточенное в узкой области состояние. Традиционно считается, что понятие пограничного слоя явно было введено немецким ученым Людвигом Прандтлем в 1904 году. Правда, сам Прандтль отдавал пальму первенства физика Л. Лоренцу из Копенгагена, в публикации которого в 1881 году встречаются, хоть и в неполном виде, уравнения вязкого пограничного слоя. Поскольку никакого развития эта идея в трудах Л. Лоренца не получила, ученики Прандтля просто выбрасывали упоминание об этих работах в посмертных переизданиях трудов учителя» (Андрианов, 1997, с.72).

Далее И. Андрианов указывает: «Но одним Лоренцем число предшественников не ограничивается. Некоторые авторы предлагают считать создателем теории пограничного слоя самого Пьера Симона Лапласа и вроде бы имеют для этого все основания. Тот рассматривает в четвертом томе своего знаменитого «Трактата о небесной механике», вышедшего в Париже в 1805 году, форму капли ртути, лежащей на горизонтальной стеклянной пластине. Лаплас отмечает большую сложность базового уравнения и предлагает исходить из естественного предположения: силы поверхностного натяжения существенны лишь в узкой области, прилегающей к пластине. В этой области из-за ее узости можно заменить настоящую форму вертикальным отрезком прямой. Форма остальной части области при отбрасывании сил поверхностного натяжения определяется без труда, а затем два упрощенных решения можно срастить и получить полное решение задачи. Занятно, кстати, что решение Лапласа неоднократно **переоткрывалось**: например, лордом Рэлеем в 1915 году и даже нашим современником С.И.Риенстра – в 1990! В списке тех, кто использовал идеологию пограничного слоя для решения различных задач до

Прандтля, - Герц (контактные задачи), Максвелл (определение вязкости газов), Гельмгольц и Кирхгоф (теория электричества), Рэлей (теория дифракции, теория оболочек), Ляв, Лэмб и Бассет (теория оболочек)» (Андрианов, 1997, с.72-73).

Этот же вопрос рассматривается в книге И.В. Андрианова, Р.Г. Баранцева и Л.И. Маневича «Асимптотическая математика и синергетика: путь к целостной простоте» (2004), где авторы отмечают: «В списке тех, кто использовал идеологию пограничного слоя для решения различных задач до Прандтля, - Герц (контактные задачи), Максвелл (определение вязкости газов), Гельмгольц и Кирхгоф (теория электричества), Рэлей (теория дифракции, теория оболочек), Бэссет, Лэмб и Ляв (теория оболочек). По существу, к понятию скин-эффекта в теории электричества пришел на основе физических соображений Риман [310, с.428-429, 431-443]» (Андрианов и др., 2004, с.223).

Здесь [310] – Риман Б. Сочинения. – Москва-Ленинград: «Гостехиздат», 1948. – 543 с.

**93. Открытие свойства ультрафиолетового света выбивать электроны из металла.** Фотоэффект открыл Генрих Герц, впервые обнаруживший электромагнитные волны, но он не успел изучить данный физический эффект и выяснить его основной механизм. Это сделали независимо друг от друга уже упоминавшийся нами английский ученый Джозеф Джон Томсон и немецкий физик Филипп Ленард (Нобелевская премия по физике за 1905 г.). Они установили, что фотоэффект – это выбивание электронов из металла под воздействием ультрафиолетовых лучей. Как известно, в 1905 г. вышла статья А. Эйнштейна, в которой закономерности фотоэффекта рассматривались как доказательство квантовой (корпускулярной) природы света.

Э. Уиттекер во 2-ом томе книги «История теорий эфира и электричества» (2004) повествует: «Как мы уже видели, в 1899 году Дж. Дж. Томсон и Ф. Ленард **независимо друг от друга** показали, что от металлической поверхности, облученной ультрафиолетовым светом, отрываются отрицательные электроны, а в 1902 году Ленард, продолжив свои исследования, показал, что число высвобожденных электронов пропорционально интенсивности падающего света, пока его частота остается неизменной, и что начальная скорость электронов совершенно не зависит от интенсивности света, но зависит от его частоты. Именно на этом уровне находилось знание о фотоэлектричестве, когда в 1905 году увидела свет статья Эйнштейна» (Уиттекер, 2004, с.141-142).

**94. Формулировка идеи о том, что любое волновое движение оказывает давление на тела.** Эту идею высказали независимо друг от друга британские физики Джон Уильям Стретт (лорд Рэлей) и Джозеф Лармор (1857-1942). Основанием для формулировки идеи послужили знаменитые эксперименты российского ученого П.Н. Лебедева, в которых удалось обнаружить давление света. Индуктивное обобщение экспериментальных результатов П.Н. Лебедева и привело лорда Рэля и Лармора к упомянутой гипотезе.

В.И. Ерофеев, Е.Е. Лисенкова и А.С. Стулов в статье «Давление волн, распространяющихся в рояльных струнах, на импедансную границу («мостик»)» (журнал «Нелинейный мир», 2008, том 6, № 5-6) сообщают: «После знаменитых экспериментов П.Н. Лебедева [4] по обнаружению давления света Д. Рэлей и Д. Лармор в 1902 г. **независимо друг от друга** высказали предположение, что всякое волновое движение, какова бы ни была его природа, оказывает давление на тела, препятствующие его свободному распространению [5, 6]. Начатые ими исследования эффекта давления механических волн нашли более полное развитие в работах Е.Л. Николаи, рассмотревшего в 1912-1925 гг. ряд задач о взаимодействии поперечных волн струны с подвижными закреплениями [7]» (Ерофеев и др., 2008, с.359).

**95. Открытие вариационного метода решения краевых задач математической физики (метода Рэля - Ритца).** Речь идет о методе, который нашел применение в разных областях математической и теоретической физики, в том числе при расчетах физических

характеристик квантово-механических систем. Данный метод разработали независимо друг от друга лорд Рэлей и швейцарский физик-теоретик Вальтер Ритц (1878-1909).

М.А. Ельяшевич, Н.Г. Кембровская и Л.М. Томильчик в статье «Вальтер Ритц как физик-теоретик и его исследования по теории атомных спектров» (УФН, 1995, том 165, № 4) пишут: «...Имеются такие источники, где в качестве автора обсуждаемого подхода называется также Рэлей (метод Рэля - Ритца). Более того, известно, что сам Рэлей прямо претендовал на приоритет в формулировке вариационного метода и в статье 1911 г. [24] он, чрезвычайно высоко оценивая «замечательный мемуар Ритца», вместе с тем выразил удивление тем, «что Ритц считает свой метод новым» ([24], с.226). Далее Рэлей ссылается на ряд своих работ ([40-42]). Внимательный анализ всех названных работ Рэля показывает, что отправной точкой его подхода является та же основная мысль, что и у Ритца, о сведении вариационной задачи к более простой задаче на экстремум функции. Однако Рэлей ограничивался исключительно колебательными задачами, тогда как у Ритца математическая проблема была сформулирована в общей форме. О том, что Ритц пришел к формулировке вариационного метода **совершенно независимо** от Рэля, говорит факт отсутствия в его работах ссылок на Рэля. Учитывая характерную для Ритца подчеркнутую щепетильность в ссылках на литературные источники и его уважение к научному авторитету Рэля, следует сделать вывод, что Ритц не был знаком с методом Рэля и пришел к основной идее метода **совершенно независимо** от Рэля; на это прямо указывал и Р. Курант в статье [43]» (Ельяшевич и др., 1995, с.460).

**96. Открытие того факта, что излучения радия отклоняется под действием магнитного поля.** Французский ученый, первооткрыватель явления радиоактивности, Анри Беккерель (1852-1908), исследуя поведение лучей радия в магнитном поле, обнаружил, что эти лучи отклоняются под действием упомянутого поля. Независимо от него этот же факт установили Ф. Гизель, С. Майер и Э. Швейдлер.

К.А. Капустинская в книге «Анри Беккерель» (1965) пишет: «В 1899 году, **независимо** от других исследователей (Ф. Гизеля, С. Майера, Э. Швейдлера), Беккерель сделал вывод, что излучение радия отклоняется под действием магнитного поля. Он помещал фотографическую пластинку, завернутую в черную бумагу, горизонтально между двумя полюсами магнита и клал на нее крупинку радиоактивного вещества. Через несколько минут пластинка проявлялась. На этой пластинке, рядом с пятном, которое обозначало положение источника активности, четко вырисовывалось затемнение; оно как раз и вызывалось излучением, отклоненным магнитным полем. Вслед за этим Беккерель приходит к другому интересному выводу: в условиях опыта, аналогичных предыдущему, лучи полония не обнаруживали отклонения. Ученый сделал заключение, что существует два вида лучей: сильно отклоняемые магнитным полем и, по-видимому, не отклоняемые» (Капустинская, 1965, с.71-72).

**97. Открытие радиоактивности тория.** После того, как Анри Беккерель открыл радиоактивность солей урана, разумно было попытаться найти другие соли (химические соединения), демонстрирующие радиоактивность. Эти попытки предприняла Мария Склодовская-Кюри (1867-1934), проводившая смелые опыты вместе с супругом Пьером Кюри. Ей удалось открыть радиоактивность тория – химического элемента, впервые выделенного из минерала Якобом Берцелиусом в 1828 году. Независимо от нее радиоактивность тория обнаружил немецкий исследователь Эрхард Карл Шмидт (1865-1949).

М.О. Горяев в книге «История физики от Архимеда до Эйнштейна» (2002) говорит о Марии Кюри: «В 1897 г. начала исследование радиоактивности солей урана и установила, что это свойство атомов урана. В 1898 г. **независимо** от Г. Шмидта доказала радиоактивность тория» (Горяев, 2002, с.92).



Об этом же пишет Л.И. Пономарев в книге «Под знаком кванта» (2005): «С помощью электрометра Мария Кюри терпеливо проверила на радиоактивность практически все известные в то время элементы (более 80) и вскоре обнаружила, что из них только торий также обладает этим свойством, и даже в большей степени, чем уран (одновременно с нею и **независимо** этот факт установил также немецкий ученый Эрхард Карл Шмидт (1865-1949)). Это был важный результат, поскольку он сразу же устранял вопрос об исключительности урана: если существует два радиоактивных элемента, то почему их не может быть больше?» (Пономарев, 2005, с.209-210).

Аналогичную информацию можно найти во 2-ом томе книги Э. Уиттекера «История теорий эфира и электричества» (2004), где автор пишет о Марии Кюри: «...Она вознамерилась найти другие вещества, обладающие теми же свойствами, которые Беккерель обнаружил у урана, и в апреле 1898 года продемонстрировала наличие этих свойств у соединений тория – элемента, который в ряду атомных масс известных в то время элементов стоял сразу после урана; это же открытие **одновременно** сделал и Г.С. Шмидт в Германии» (Уиттекер, 2004, с.21).

Приведем еще один источник. В.М. Жданов в книге «Тайны разделения изотопов» (2011) констатирует: «В 1898 году Мария Кюри **независимо** от немецкого ученого Эрхарда Шмидта, который установил это первым, обнаружила радиоактивность тория и по высокой активности минералов урана сделала вывод о возможном наличии в них неизвестных радиоактивных элементов. Вскоре после этого Мария и Пьер Кюри открыли новые радиоактивные элементы – полоний и радий, в сотни тысяч раз более активные, чем уран» (Жданов, 2011, с.26).

**98. Формулировка гипотезы о том, что радиоактивность, открытая Беккерелем, - результат самопроизвольного распада атомов.** Кто из ученых первым догадался, что радиоактивность – это самопроизвольный распад атомов? Как правило, отмечается, что первыми здесь были британские физики Эрнест Резерфорд и Фредерик Содди, которые экспериментально исследовали причины (механизмы) радиоактивности, открытой Анри Беккерелем. Однако историки науки установили, что независимо от Резерфорда и Содди в 1903 г. правильную гипотезу о причинах радиоактивности выдвинул российский химик Николай Николаевич Бекетов (1827-1911).

О.А. Старосельская-Никитина в книге «История радиоактивности и возникновения ядерной физики» (1963) пишет: «Признание научных достижений Марии Кюри вне Франции выразилось в присуждении ей дипломов доктора *honoris causa* и звания члена-корреспондента многих иностранных академий наук. Избрание ее членом-корреспондентом Петербургской академии наук, по представлению академика Н.Н. Бекетова, состоялось на заседании 7 ноября 1907 г. (из 14 членов отделения за ее избрание голосовали 12) и утверждено 1 декабря того же года. Н.Н. Бекетов дал о Марии Кюри отзыв, который заслуживает быть приведенным, хотя бы в отрывках» (Старосельская-Никитина, 1963, с.118).

Мы не будем приводить этот отзыв, а отметим, что Н.Н. Бекетов совершенно самостоятельно пришел к мысли, что радиоактивность является следствием самопроизвольного распада атомов химических элементов, имеющих большой атомный вес и потому находящихся в состоянии неустойчивого равновесия. О.А. Старосельская-Никитина в той же книге «История радиоактивности и возникновения ядерной физики» (1963) указывает: «Тот факт, что именно Н.Н. Бекетов сумел высоко оценить достижения М. Кюри и значение развиваемого ею учения, не случаен. Согласно исследованиям Л.Л. Зайцевой и Н.А. Фигуровского [32], выдающийся русский ученый Н.Н. Бекетов **самостоятельно и независимо** от зарубежных ученых выдвинул в январе 1903 г. гипотезу о природе радиоактивности. Не занимаясь экспериментальной работой в области радиоактивности, академик Н.Н. Бекетов все свои предположения о самопроизвольном распаде сделал на основании собственных теоретических представлений о строении атомов

химических элементов и пределе их прочности. Более того, он связывал явление радиоактивности не только с высоким атомным весом, но и с положением элементов в периодической системе Менделеева. Н.Н. Бекетов полагал, что атомный вес в пределах группы периодической системы не может расти выше известной величины. Объясняя свойства радия (элемента, открытого Марией Кюри, - Н.Н.Б.), Бекетов считал, что атомный вес радия в группе щелочно-земельных элементов является предельным, и поэтому атомы радия находятся в состоянии неустойчивого равновесия и способны к самопроизвольному распаду. Таким образом, теоретические представления о сложном строении атома и о возможности его распада, разработанные Бекетовым задолго до открытия радиоактивности, позволили ему сделать **правильный вывод** о самопроизвольном характере распада атомов радиоактивных элементов в периодической системе Менделеева» (Старосельская-Никитина, 1963, с.119).

Здесь [32] – Зайцева Л.Л., Фигуровский Н.А. Исследования явлений радиоактивности в дореволюционной России. – М.: изд-во АН СССР, 1961. – 223 с.

Независимость исследований Н.Н. Бекетова отмечают и другие авторы. Так, Д.Н. Трифонов, А.Н. Кривомазов и Ю.И. Лисневский в книге «Учение о периодичности и учение о радиоактивности. Комментированная хронология важнейших событий» (1974) констатируют: «Н.Н. Бекетов (в России) **независимо от Резерфорда и Содди** выдвинул гипотезу о том, что радиоактивность – самопроизвольный распад атомов радиоактивных веществ. Ученый высказал также идеи относительно образования атомов химических элементов и предела их прочности» (Трифонов и др., 1974, с.51).

Приведем работу Н.Н. Бекетова, в которой изложена его идея о механизмах радиоактивности:

- Бекетов Н.Н. О химической энергии в связи с явлениями, представляемыми радием // ЖРФХО. – 1903. – Том 35. – С.189-197.

**99. Открытие эффекта, позволившего изобрести спинтарископ – прибор для подсчета альфа-частиц.** Данный эффект, состоящий в том, стекло, покрытое сернистым цинком, начинает светиться под действием радиоактивных веществ, обнаружили независимо друг от друга Фридрих Гизель (1852-1927), Юлиус Эльстер (1854-1920), Ганс Фридрих Гейтель (1855-1923) и Уильям Крукс (1832-1919). Основываясь именно на этом эффекте, Уильям Крукс изобрел спинтарископ – прибор, который заставил Эрнста Маха и Вильгельма Оствальда поверить в реальное существование атомов.

О.А. Старосельская-Никитина в книге «История радиоактивности и возникновения ядерной физики» (1963) пишет: «Гизель первый наблюдал, что стекло, покрытое сернистым цинком, обнаруживает свечение под действием радиоактивных веществ. Это свойство оказалось очень ценным для точного оптического метода количественного изучения активности различных радиоэлементов – метода сцинтилляции. Несколько позднее и **независимо друг от друга** то же свойство отметили Эльстер и Гейтель, а также Крукс, сконструировавший в 1904 г. первый прибор для подсчета  $\alpha$ -частиц - спинтарископ» (Старосельская-Никитина, 1963, с.49).

**100. Открытие эффекта Штарка.** Данный эффект является аналогом знаменитого эффекта Зеемана. Но если в последнем имеет место изменение спектральных линий вещества под влиянием сильного магнитного поля, то в эффекте Штарка происходит изменение (смещение) тех же самых линий под воздействием сильного электрического поля (как постоянного, так и переменного). Немецкий физик Йоханнес Штарк, открывший данный эффект, получил в 1919 г. Нобелевскую премию за этот исследовательский успех. Но независимо от него аналогичное открытие сделал итальянский ученый Антонио Ло Сурдо, который не был отмечен упомянутой премией.

М. Бертолотти в книге «История лазера» (2011) пишет: «Кроме эффекта Зеемана, который уже был нами обсужден, в 1913 г. Иоганн Штарк открыл в своей лаборатории в

Технической Высшей школе г. Аахена, что электрическое поле может расщеплять спектральные линии серии Бальмера на несколько компонент (линий), и это явление не ограничивается только водородом» (Бертолотти, 2011, с.165). Далее автор указывает: «Воздействие электрического поля на спектральные линии было также **независимо открыто** во Флоренции Антонио Ло Сурдо (1880-1949). Из-за того, что его экспериментальная установка была намного проще, чем та, что использовалась Штарком, он получил лишь качественные результаты, не имея возможности провести точные измерения. Штарк сильно возражал против того, чтобы назвать открытие эффектом Штарка – Ло Сурдо, и не хотел оказывать Ло Сурдо какое-либо доверие» (там же, с.166).

К сожалению, Антонио Ло Сурдо негативно относился к молодому поколению итальянских физиков, лидером которых был Энрико Ферми, и не смог оценить их революционных результатов. Эмилио Сегре в книге «Энрико Ферми» (1973) говорит о событиях 1927 года: «В то время, кроме Корбино, в Риме работал еще один физик-экспериментатор, профессор Антонио Ло Сурдо, который занимал кафедру fisica superiore (высшей физики). Ло Сурдо (как и Корбино, выходец из Сицилии) работал главным образом в области спектроскопии. Он нашел эффективный способ наблюдать расщепление и сдвиг спектральных линий водорода в присутствии электрического поля (это явление обычно называют эффектом Штарка). Эту работу Ло Сурдо выполнил около 1914 г. вскоре после открытия Штарка, но затем он отстал от развития физики – по крайней мере, нет указаний на обратное. На лекциях Ло Сурдо, которые я слушал в 1927 и 1928 гг., можно было увидеть интересные демонстрационные опыты, но сами лекции были, по существу, изложением книг Друде [17] по оптике (1900 г.) и Дж. Томсона [18] по газовому разряду (1903 г.); квантовая теория едва упоминалась. Тем не менее, Ло Сурдо считал, что он представляет современную физику, и весьма ревниво относился к своим прерогативам. Он пытался воспрепятствовать переводу Ферми в Рим, полагая, что этот перевод может быть расценен как проявление неуважения к нему лично. Позиция Ло Сурдо и его поступки повлекли за собой натянутость в отношениях с Корбино, который, оставаясь в рамках приличий, стал по возможности игнорировать Ло Сурдо. Ло Сурдо, озлобленный тяжелыми личными несчастьями человек, мог бы безмерно улучшить свое положение, если бы стал помогать новому поколению, но он выбрал борьбу с Ферми и молодыми физиками; жизнь сурово наказала его. В последующем, во времена фашистских расовых гонений, Ло Сурдо выказал величайшую лояльность режиму и был должным образом за это вознагражден, но он прожил достаточно долго, чтобы увидеть крах фашизма и вновь лишиться того влияния, которое приобрел в последние годы диктатуры» (Сегре, 1973, с.70-71).

**101. Открытие броуновского движения.** Во множестве научных работ отмечается, что британский ботаник, морфолог и систематик растений Роберт Броун (1773-1858) является ученым, впервые открывшим и описавшим броуновское движение – беспорядочное (хаотическое) движение микроскопических взвешенных частиц в жидкости, обусловленное тепловым движением молекул этой жидкости. Однако независимо от Р. Броуна это физическое явление обнаруживал нидерландский физиолог, один из первооткрывателей фотосинтеза Ян Ингенхауз (1730-1799).

Карл Зигмунд в книге «Точное мышление в безумные времена. Венский кружок и крестовый поход за основаниями науки» (2021) сообщает: «Шотландский ботаник Роберт Броун (1773-1858) еще в 1827 году отметил, глядя в микроскоп, что крошечные частички в жидкости постоянно дергаются туда-сюда случайным образом, прямо как малюсенькие живые существа. Но живыми они не были. Броун опубликовал статью о своем наблюдении, однако не смог предложить никакого объяснения такому загадочному поведению. (Как часто случается, открытие Броуна **независимо совершил** другой ученый, на сей раз голландский биолог Ян Ингенхауз, который написал о нем на сорок с лишним лет раньше, но явление все равно получило название в честь Броуна)» (Зигмунд, 2021, с.75).

**102. Формулировка гипотезы о том, что броуновское движение – результат хаотического движения молекул жидкости.** Правильное объяснение броуновского движения, то есть выдвижение идеи о том, что оно связано с хаотическим движением молекул жидкости, - заслуга нескольких ученых, которые независимо друг от друга исследовали это явление.

Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981) констатирует: «Уже в 1863 г. О.Винер высказал предположение, что причиной броуновского движения может быть только скрытое движение внутри самой жидкости. В ясной форме предположение о том, что броуновское движение вызывается движением молекул жидкости, было высказано **независимо друг от друга** Карбонеллем (1874) и Рамсеем (1876). В 1877 г. к такому же выводу пришел и Дельсо, следующим образом объяснивший причину броуновского движения: «В случае большой поверхности (частицы) молекулярные удары, являющиеся причиной давления, не производят никакого действия на взвешенное тело, так как в общем они совершенно равномерно толкают тело со всех сторон. Если же поверхность тела так мала, что неправильности толчков уже не могут уравниваться, то мы будем иметь дело с давлениями, меняющимися от точки к точке. Тогда закон больших чисел уже не приводит к выравниванию давлений и их равнодействующая уже не будет равна нулю; она будет всё время меняться как по величине, так и по направлению» [5, с.7]» (Гельфер, 1981, с.346-347).

Об этом же сообщает Абрахам Пайс в книге «Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна» (1989): «В 60-е годы прошлого века всё более широкое распространение получило представление о том, что причины рассматриваемого явления кроются во внутренних свойствах движения в жидкости. Вскоре после этого было сделано предположение о том, что зигзагообразное движение частиц взвеси есть результат их соударений с молекулами жидкости. По меньшей мере, три физика **независимо друг от друга** высказали эту идею: Джованни Кантони из Павии и два бельгийских иезуита – Жозеф Дельсо и Иньяс Карбонель» (Пайс, 1989, с.95).

О заслугах Иньяса Карбонеля в объяснении броуновского движения пишет М.П. Бронштейн в книге «Атомы и электроны» (1980): «В 1881 году польский физик Бодашевский показал, что броуновское движение происходит и в газах, а не только в жидкостях. Для того чтобы наблюдать броуновское движение, он рассматривал при боковом освещении микроскопические частички, образующие табачный дым. Крохотные частички угля, из которых состоит дым, плясали во все стороны совершенно таким же образом, как плясали твердые частички, наблюдавшиеся Робертом Броуном в жидкости. Настоящую причину броуновского движения угадал в 70-х годах прошлого столетия бельгиец Карбонель. Его объяснение, гениальное по своей простоте, состоит в следующем: микроскопические частицы движутся потому, что они испытывают толчки со стороны невидимых молекул и атомов окружающей их жидкости. Рассматривая движение броуновских частичек, мы получаем некоторое представление о том, как движутся невидимые молекулы жидкости, – совершенно таким же образом, как мы узнаем о волнении на море, когда, стоя далеко от берега, видим качание лодки, швыряемой волнами во все стороны. Броуновское движение является поэтому мостом, соединяющим невидимый мир атомов и молекул с миром, доступным восприятию при помощи наших органов чувств» (Бронштейн, 1980, с.64-65).

**103. Создание теории броуновского движения.** Математическую теорию броуновского движения разработали независимо друг от друга Альберт Эйнштейн (1879-1955) и его польский коллега, крупный физик-теоретик Мариан Смолуховский (1872-1917).

К. Манолов, Д. Лазаров и И. Лилов в книге «У химии свои законы» (1977) повествуют: «Стройная теория броуновского движения была создана в 1905-1906 годах **независимо друг от друга** Альбертом Эйнштейном и Марианом Смолуховским, а французский ученый Жан Перрен подтвердил ее опытным путем. Он приготовил коллоидный раствор смолы

гумигут и наблюдал в ультрамикроскоп движение одной коллоидной частицы. Через каждые 30 секунд Перрен отмечал положение частицы. Таким образом он смог вычертить ее путь – причудливо изломанную линию» (Манолов и др., 1977, с.109).

Об этом же сообщает Абрахам Пайс в книге «Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна» (1989): «Удивительно, как часто Смолуховский и Эйнштейн **одновременно и независимо** занимались близкими, если не одними и теми же проблемами. В 1904 г. Эйнштейн работал над проблемой флуктуации энергии [E17], Смолуховский – над исследованием флуктуации числа частиц идеального газа [S5]. Эйнштейн закончил свою первую статью о броуновском движении в мае 1905 г., Смолуховский – в июле 1906 г. [S3]. <...> В отличие от Эйнштейна, Смолуховский был отлично знаком с исследованиями броуновского движения в XIX в. благодаря дружбе с сокурсником по университету Феликсом Экснером, который выполнил несколько отличных работ по этой теме. Это видно и из его статьи 1906 г., в которой содержится критический анализ всех объяснений этого явления до публикации теории Эйнштейна. Как и Эйнштейн (но до него), Смолуховский отверг возражение Негели и Рамзая, указав, что наблюдаемое броуновское движение является результатом примерно  $10^{20}$  соударений в секунду» (Пайс, 1989, с.103).

Ю.Л. Климонтович в статье «Введение в физику открытых систем» («Соросовский образовательный журнал», 1996, № 8) отмечает: «Таким образом, уже на пороге XX столетия стало ясно, что развитие теории неравновесных процессов в физических и биологических системах является одной из важнейших задач естествознания. <...> Первым принципиальным шагом в этом направлении была развитая Альбертом Эйнштейном, Марианом Смолуховским и Полем Ланжевенем теория броуновского движения – хаотического движения малых, но всё же макроскопических частиц в жидкости» (Климонтович, 1996, с.119).

**104. Введение канонического ансамбля в статистическую физику.** Заслуга введения канонического ансамбля в статистическую физику принадлежит американцу Джозайе Уилларду Гиббсу (1839-1903) и Альберту Эйнштейну, которые независимо друг от друга пришли к мысли об использовании метода ансамблей в упомянутой области физической науки.

М.А. Ельяшевич в статье «Вклад Эйнштейна в развитие квантовых представлений» (журнал «Успехи физических наук», 1979, том 128, № 3) пишет: «...Необходимо подчеркнуть, что Эйнштейн ввел **независимо от Гиббса**, с работами которого он был в то время не знаком, канонический ансамбль (не пользуясь этим термином), дал общее обоснование связи энтропии и вероятности, вывел второе начало термодинамики. Впоследствии, уже ознакомившись с работами Гиббса, Эйнштейн писал [17], отвечая на критику работ [14], [15] П. Герцем: «...По-моему, следует предпочесть предложенный Гиббсом в его книге путь, исходным пунктом которого является канонический ансамбль. Если бы книга Гиббса была мне известна в то время, я вообще не стал бы публиковать упомянутые работы, а ограничился бы рассмотрением некоторых частных вопросов». Самостоятельная разработка Эйнштейном статистической термодинамики в общей форме сыграла очень важную роль в дальнейших его исследованиях по квантовой теории, в них он широко применял статистические методы, глубоко понимая их сущность» (Ельяшевич, 1979, с.505).

Здесь [14] – Эйнштейн А. Кинетическая теория теплового равновесия и второго начала термодинамики (1902) // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том 3. – М.: «Наука», 1966. – С.34-49.

[15] – Эйнштейн А. Теория основ термодинамики (1903) // Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том 3. – М.: «Наука», 1966. – С.50-66.

Независимость исследований Гиббса и Эйнштейна обсуждается также в статье Евгения Берковича «Почему не состоялась защита первой диссертации Эйнштейна?» (газета «Троицкий вариант», № 23 (367), 06 декабря 2022 г.), где автор констатирует: «В

1911 году, отвечая на критику Пауля Герца, Эйнштейн выразился о своих трех первых работах по статистической механике весьма решительно: «Если бы книга Гиббса была мне известна в то время, я вообще не стал бы публиковать упомянутые работы, а ограничился бы рассмотрением некоторых частных вопросов» [12, с.252]» (Е. Беркович, 2022).

О том, что Гиббс и Эйнштейн разработали теорию канонического ансамбля, сообщает также Илья Пригожин в книге «От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках» (2002): «Итак, основная идея введения ансамбля состоит в том, чтобы вместо одной динамической системы рассматривать множество систем, соответствующих одному и тому же гамильтониану. Выбор этого множества, или ансамбля, зависит от условий, наложенных на систему (например, мы можем рассматривать изолированные системы или системы, находящиеся в контакте с термостатом), и от нашего знания начальных условий. Если начальные условия заданы однозначно, то ансамбль сосредоточен в какой-то области фазового пространства с четко различимой границей. Если начальные условия допускают известный произвол, то ансамбль распределен по широкой области фазового пространства с размытой границей. Для Гиббса и Эйнштейна представление об ансамбле было не более чем удобным вычислительным приемом для получения средних значений в тех случаях, когда начальные условия точно не заданы. Как будет показано в этой главе и в гл.7, в действительности понятие ансамбля оказалось гораздо более важным, чем первоначально полагали Гиббс и Эйнштейн» (Пригожин, 2002, с.42-43).

Этот же вопрос рассматривается в книге И. Пригожина и И. Стенгерс «Время, хаос, квант. К решению парадокса времени» (2005): «Традиционная формулировка законов физики дается в терминах траекторий (в классической физике) или волновых функций (в квантовой механике). Но почти сто лет назад Гиббс и Эйнштейн ввели еще один тип описания – статистическое описание в терминах ансамблей. Гиббс и Эйнштейн заменили описание отдельной динамической системы описанием ансамбля систем, которые все соответствуют одному и тому же гамильтониану [1]. Для введения «ансамблевой» точки зрения были две основные причины. Во-первых, описание в терминах ансамбля позволяло удобно вычислять средние значения. Во-вторых, понятие ансамбля было необходимо для описания системы, достигшей термодинамического равновесия. <...> Ансамблевый подход применим ко всем динамическим системам, интегрируемым и неинтегрируемым, устойчивым и неустойчивым» (Пригожин, Стенгерс, 2005, с.131).

**105. Открытие принципа относительности.** Принцип относительности, появившийся в статьях А. Эйнштейна в связи с изложением специальной теории относительности (СТО), утверждает независимость физических явлений от системы отсчета. Этот принцип был известен для механических явлений еще во времена Галилея и Декарта. После того, как Джеймс Максвелл разработал электромагнитную теорию, возникла необходимость перенести названный принцип на электромагнитные явления (то есть в электродинамику). Если считать, что А. Эйнштейн самостоятельно осуществил этот перенос (некоторые авторы сомневаются в этом), то следует отметить, что французский математик Анри Пуанкаре (1854-1912) независимо и раньше А. Эйнштейна сформулировал принцип относительности в электродинамике.

М.В. Терентьев в статье «Еще раз о специальной теории относительности Эйнштейна в историческом контексте» (журнал «Природа», 1985, № 8) пишет: «Сам принцип относительности – гипотеза о независимости физических явлений от системы отсчета – возник очень давно (в определенной форме известен еще Декарту и Галилею), а в применении к электромагнитным и оптическим явлениям сформулирован Пуанкаре в 1895-1905 гг. как утверждение о невозможности измерить скорость объектов относительно эфира» (Терентьев, 1985, с.119).

**106. Открытие принципа независимости скорости света от скорости его источника (одного из основных постулатов СТО).** Кто является автором релятивистского принципа

о независимости скорости света от скорости его источника? Анализ истории открытий, в том числе работ Эйнштейна, показывает, что он пришел к этому принципу, приняв во внимание эксперименты Абрахама Майкельсона, которые индуктивно «намекали» на постоянство скорости света. Но, как мы уже неоднократно видели, истина, установленная одним ученым, может быть – одновременно или раньше – открыта другим. Французский физик Огюстен Френель обнаружил постоянство скорости света задолго до Эйнштейна и исходя из аналогии между светом и звуком.

А.А. Тяпкин и А.С. Шибанов в книге «Пуанкаре» (1982) сообщают: «Несмотря на необоснованность гипотезы светоносного эфира, она привела Френеля к правильному основополагающему результату: он первым высказал утверждение о независимости скорости распространения света от движения его источника. На эту мысль его натолкнула **аналогия** с явлением распространения звука. Подобно тому как скорость звука определяется только свойствами среды, передающей звуковые колебания, и не зависит от скорости движения его источника, так и скорость прохождения сигнала в светоносном эфире должна определяться лишь свойствами этой среды» (Тяпкин, Шибанов, 1982, с.238-239).

**107. Открытие принципа эквивалентности массы и энергии и знаменитой формулы  $E = mc^2$ .** Принцип эквивалентности массы и энергии, а также формула, демонстрирующая, что энергия пропорциональна произведению массы на квадрат скорости света, были открыты Анри Пуанкаре. Независимо от Пуанкаре эти же результаты получил его соотечественник Поль Ланжевен (1872-1946). А. Эйнштейн включил эти результаты в свою специальную теорию относительности (СТО).

А.А. Тяпкин и А.С. Шибанов в книге «Пуанкаре» (1982) сообщают: «Другой пример связан со знаменитым соотношением между массой и энергией. Вполне справедливо его называют именем Эйнштейна, но при этом умалчивают о решающем значении предшествующих работ. Например, еще в 1900 году Пуанкаре пришел к результатам, из которых непосредственно следовало это соотношение для электромагнитного излучения. По-видимому, Эйнштейн, получивший это соотношение в статье 1905 года также лишь для электромагнитного излучения, опирался на его идеи. Это подтверждается ссылкой на работу Пуанкаре в следующей статье Эйнштейна 1906 года. В ее вводной части Эйнштейн фактически признает приоритет Пуанкаре...» (Тяпкин, Шибанов, 1982, с.401).

Об этом же пишет Л.Б. Окунь в статье «Понятие массы (масса, энергия, относительность)» (журнал «Успехи физических наук», 1989, том 158, № 3): «Формула  $E = mc^2$  появилась в 1900 г., до создания теории относительности. Написал ее А. Пуанкаре, который исходил из того, что плоская световая волна, несущая энергию  $E$ , несет импульс  $p$ , абсолютная величина которого, в соответствии с теоремой Пойнтинга, равна  $E/c$ . Используя нерелятивистскую формулу Ньютона для импульса  $p = mv$  и учитывая, что для света  $v = c$ , Пуанкаре [4] пришел к выводу, что фотон должен обладать инертной массой  $m = E/c^2$ » (Окунь, 1989, с.522).

Знал ли Эйнштейн о работе Пуанкаре (1900), в которой выводилось математическое соотношение  $E = mc^2$ ? Да, знал. Л.Б. Окунь в той же статье «Понятие массы» говорит о том, что Эйнштейн сослался на эту работу Пуанкаре в своей публикации 1906 г., которая была посвящена развитию рассуждений Пуанкаре. В частности, Л.Б. Окунь констатирует: «Ссылаясь на упоминавшуюся нами выше работу Пуанкаре 1900 г., Эйнштейн предлагает более наглядное доказательство вывода Пуанкаре и утверждает, что каждой энергии  $E$  соответствует инерция  $E/V^2$  (инертная масса  $E/V^2$ , где  $V$  – скорость света)...» (там же, с.523).

Что касается Поля Ланжевена, то его причастность к самостоятельному открытию формулы  $E = mc^2$  доказана его биографами. Т.Е. Гнедина в книге «Поль Ланжевен» (1991), а именно в аннотации к ней, указывает: «Ланжевен более всего известен как создатель электронной теории магнетизма, но мало кто знает, что он **независимо от Эйнштейна**

открыл закон эквивалентности массы и энергии» (Гнедина, 1991, с.4). Ниже автор повторяет свою мысль, детализируя сказанное: «Выдвинутые Ланжевром в докторской диссертации электромагнитные представления о деформации поля движущимся зарядом и об электромагнитной природе его инерции были впоследствии широко развиты в его работах, посвященных электромагнитной теории инерции и связи массы с энергией. Это был один из путей, которым он пришел к **независимому открытию** релятивистского уравнения эквивалентности массы и энергии» (там же, с.84).

Автор добавляет: «Обстоятельства, связанные с открытием Ланжевром закона пропорциональности или эквивалентности массы и энергии, подробно описаны в воспоминаниях друзей, учеников и биографов. Его ранние исследования «теоремы инерции энергии» относятся к 1903-1904 годам, а первые выводы закона эквивалентности массы и энергии излагались Ланжевром на лекциях в Колледж де Франс. Поскольку эти лекции не были опубликованы, а личный архив был похищен при аресте фашистами в 1940 г., то основным доказательством **независимого** от Эйнштейна открытия Ланжевена, была дискуссия французских ученых о теории относительности под председательством Ланжевена в 1932 г., когда был воспроизведен ход его рассуждений по лекциям 1903-1904 гг., сохранившимся у Эдмона Бауэра и Франсиса Перрена» (там же, с.108-109).

Об этом же сообщает О.А. Старосельская-Никитина в книге «Поль Ланжевен» (1962): «Вклад Ланжевена в специальную теорию относительности заключался в решении им, **независимо от Эйнштейна**, проблемы связи массы с энергией, того, что ими определялось как «инерция энергии» (Старосельская-Никитина, 1962, с.91).

**108. Открытие релятивистских преобразований координат и времени.** Одним из важных результатов специальной теории относительности являются релятивистские преобразования координат и времени. Эти преобразования, часто называемые «преобразованиями Лоренца», получили независимо друг от друга Анри Пуанкаре, голландский физик Хендрик Лоренц (1853-1928) и британский ученый Джозеф Лармор (1857-1942).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о Джозефе Ларморе: «Принимал участие наряду с Х. Лоренцом в разработке электронной теории, **независимо от последнего** получил релятивистские преобразования координат и времени (преобразования Лоренца) и формулу сложения скоростей» (Храмов, 1983, с.155).

Об этом же сообщает Абрахам Пайс в книге «Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна» (1989). Автор пишет о Ларморе: «...Не вызывает сомнения то, что он вывел преобразования Лоренца и получил выражение для сокращения **независимо от Лоренца** и раньше него. Любопытно, что ни в переписке [15] Лармора с Лоренцем, ни в статьях Лоренца ни разу не упоминается об этом результате Лармора. Впервые я услышал о работах Лармора в начале 50-х годов от Адриана Фоккера (ученика Лоренца). Оказывается, в Лейдене знали о том, что Лармор получил преобразования Лоренца раньше Лоренца. К сожалению, я так и не спросил у Фоккера, что говорил по этому поводу сам Лоренц» (Пайс, 1989, с.124).

Этот же факт рассматривает Б. Болотовский в статье «Эйнштейн и современная картина мира» (журнал «Наука и жизнь», 2006, № 2): «Кроме Лоренца и Пуанкаре следует упомянуть еще нескольких физиков, которые в построении теории относительности шли по тому же пути, то есть исходили из теории светового эфира, и внесли важный вклад в развитие теории. Это Джордж Френсис Фитцджеральд и Джозеф Лармор. Дж. Фитцджеральд за несколько лет до Лоренца высказал предположение о сокращении размеров движущегося тела вдоль направления движения. Это сокращение нередко называют сокращением Фитцджеральда - Лоренца. Джозеф Лармор получил преобразование Лоренца **независимо от Лоренца** и примерно в то же время. Иногда преобразование Лоренца называют преобразованием Лармора - Лоренца» (Болотовский, 2006, с.61).



Прочитируем еще одну работу, в которой содержится аналогичная трактовка. Е.М. Беркович и Б.М. Болотовский в книге «Заметки по истории физики» (2009) констатируют: «Джозеф Лармор получил преобразования Лоренца **независимо от Лоренца** и примерно в то же время. Иногда преобразования Лоренца называют преобразованием Лармора - Лоренца» (Беркович, Болотовский, 2009, с.37).

**109. Открытие релятивистских преобразований координат и времени в трудах Вольдемара Фогта.** Немецкий физик-теоретик Вольдемар Фогт (1850-1919) – еще один ученый, самостоятельно открывший релятивистские преобразования координат и времени. А.А. Логунов в книге «Анри Пуанкаре и теория относительности» (2004) приводит слова Х. Лоренца, который упоминает о заслугах В. Фогта: «...Должен заметить, что подобное преобразование имелось уже в одной статье Фогта, опубликованной в 1887 г., из которой я не извлек всё возможное. В самом деле, для некоторых физических величин, встречающихся в формулах, я не указал наиболее подходящего преобразования. Это было сделано Пуанкаре, а затем Эйнштейном и Минковским...» (Логунов, 2004, с.29).

Об этом же сообщает В.С. Степин в книге «Философия науки. Общие проблемы» (2006): «...Обнаружение того факта, что уравнения электродинамики не являются ковариантными, если пользоваться преобразованиями Галилея, поставило физиков перед серьезной проблемой. Чтобы найти выход из нее, известный физик, создатель теории электронов Г. Лоренц предложил пользоваться новыми преобразованиями пространственных координат и времени. Их **независимо от Лоренца** нашел также физик Фогт, но применяться они стали благодаря усилиям Лоренца, под именем которого они и вошли в науку» (Степин, 2006, с.270).

**110. Рождение гипотезы сокращения Лоренца – Фитцджеральда.** Как отмечено выше, сокращение Лоренца – Фитцджеральда – это идея, согласно которой объекты, движущиеся с большой скоростью (со скоростью, близкой к скорости света), сжимаются в направлении движения. Данная гипотеза возникла в качестве попытки найти разумную интерпретацию экспериментов Майкельсона – Морли, преследовавших цель обнаружить «эфирный ветер». Авторами гипотезы являются Хендрик Лоренц (получивший в 1902 г. Нобелевскую премию по физике) и ирландский исследователь Джордж Френсис Фитцджеральд (1851-1901), которые сформулировали ее независимо друг от друга. Некоторые историки науки называют Фитцджеральда «Эдвардом», путая физика с английским поэтом Эдвардом Фитцджеральдом (1809-1883).

Пол Хэлперн (Халперн) в книге «Играют ли коты в кости? Эйнштейн и Шредингер в поисках единой теории мироздания» (2016) указывает: «Ирландский физик Эдвард Фитцджеральд и голландский физик Хендрик Лоренц в попытке объяснить поведение света с помощью законов механики Ньютона **независимо друг от друга** предположили, что объекты, движущиеся с большой скоростью, сжимаются в направлении движения. Этот эффект, названный сокращением Лоренца – Фитцджеральда, позволил интерпретировать результаты эксперимента (эксперимента Майкельсона – Морли 1887 года – Н.Н.Б.) как сжатие инструмента в направлении его движения, приводящее к тому, что измеряемая скорость света остается постоянной» (П. Хэлперн, 2016).

Об этом же сообщает У.И. Франкфурт в монографии «Специальная и общая теория относительности. Исторические очерки» (1968): «Уже в 1892-1893 гг. Лоренц высказал гипотезу сокращения продольных размеров тел при их движении, призванную объяснить отрицательный результат опытов, ставившихся для обнаружения эффектов второго порядка. Фитцджеральд сообщил Лоренцу, что он **уже давно излагает** эту гипотезу в своих лекциях. В дальнейшем Лоренц указал, что в литературе он нашел упоминание о гипотезе сокращения только в статье Лоджа» (Франкфурт, 1968, с.23).

Этот же факт рассматривает К.А. Томилин в книге «Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах» (2006): «В 1889 г. в

американском журнале «Science» была опубликована небольшая заметка Дж. Фицджеральда «Эфир и атмосфера Земли», в которой он выдвигал идею сокращения линейных размеров тел при движении для объяснения опытов Майкельсона. Заметка содержала только эту качественную идею без каких-либо формул. <...> Идея Фицджеральда стала известной благодаря тому, что он излагал ее в своих лекциях. Как следует со слов самого Лоренца, он узнал об идее Фицджеральда из статьи О. Лоджа 1893 г. в «Philosophical Transactions». Однако за год до этого в 1892 г. сам Г.А. Лоренц **независимо выдвинул** аналогичную гипотезу (Lorentz, 1892, p.119). Осенью 1894 г. между Лоренцем и Фицджеральдом возникла переписка по этому вопросу, и в дальнейшем, начиная с книги 1895 г., Лоренц всегда упоминал в связи с этой идеей имя Фицджеральда» (Томилин, 2006, с.60).

Вот еще один источник. А.Т. Григорьян и А.Н. Вяльцев в книге «Генрих Герц» (1968), обсудив результаты Лоренца, переходят к рассмотрению гипотезы Фицджеральда: «Случилось так, что одновременно к тому же решению пришел другой сторонник теории Френеля – Фицджеральд. **Независимое отыскание** одного и того же решения несколькими учеными служит лучшим показателем логической обусловленности научного развития. Среди закономерностей этого процесса видное место занимает положение о том, что решение научной проблемы в некотором роде находится уже в формулировке проблемы и надо только уметь его там рассмотреть. Анализ опыта Майкельсона подтверждает эту истину» (Григорьян, Вяльцев, 1968, с.265). Авторы продолжают: «Фицджеральд сразу, а Лоренц после некоторых колебаний остановились на гипотезе изменения длины только продольного плеча (плеча интерферометра Майкельсона – Н.Н.Б.), т.е. на гипотезе сокращения тел в направлении движения. В пользу ее можно было высказать некоторые теоретические соображения» (там же, с.266).

**111. Разработка геометрической четырехмерной модели теории относительности.** Честь разработки этой модели, в которой постулируется, что время является четвертым измерением псевдоевклидова пространства, принадлежит немецкому математику Герману Минковскому (1864-1909). Однако независимо от него к этой же модели пришел Анри Пуанкаре и Р. Харгрейвс.

Э. Уиттекер во 2-ом томе книги «История теорий эфира и электричества» (2004) пишет: «Обращение со временем как с равноправной координатой **одновременно** с работой Минковского ввел и развил Р. Харгрейвс (1908): в его работе, как и в работе Минковского, предлагается использование пространственно-временных векторов» (Уиттекер, 2004, с.109).

Что касается Пуанкаре, то о нем повествует У.И. Франкфурт в монографии «Специальная и общая теория относительности. Исторические очерки» (1968), где автор приводит слова Б.Г. Кузнецова: «Формализм четырехмерных преобразований, изложенных в статье Пуанкаре, **определил** математические построения Эйнштейна и даже Минковского. Но в первую очередь он опередил физические построения самого Пуанкаре» (Франкфурт, 1968, с.26).

Это утверждение Б.Г. Кузнецова содержится в следующей его работе:

- Кузнецов Б.Г. Основные идеи специальной теории относительности // сборник «Очерки развития основных физических идей». – М.: 1958. – С.285.

Приведем еще один источник, свидетельствующий о том, что А. Пуанкаре самостоятельно (независимо) сформулировал идею о том, что время является четвертым измерением единого континуума пространства-времени. А.А. Логунов в книге «Анри Пуанкаре и теория относительности» (2004) пишет: «А. Пуанкаре открыл ряд инвариантов группы и среди них фундаментальный инвариант  $J = c^2T^2 - X^2 - Y^2 - Z^2$  (3.22), который получен при использовании преобразований Лоренца. Он свидетельствует, что пространство и время образуют единый четырехмерный континуум событий с метрическими свойствами, определяемыми инвариантами (3.22). Открытое А. Пуанкаре

четырёхмерное пространство-время, определяемое инвариантом (3.22), впоследствии назвали пространством Минковского» (Логунов, 2004, с.46). В другом месте своей книги автор повторяет эту мысль: «Принцип относительности для инерциальных систем, благодаря уравнениям Максвелла – Лоренца, привел Пуанкаре [3], а затем Минковского [4] к открытию псевдоевклидовой геометрии пространства-времени. Именно этим мы обязаны Пуанкаре и Минковскому» (там же, с.57-58).

Здесь [3] – работа А. Пуанкаре (1906);

[4] – работа Г. Минковского (1909).

### **112. Разработка кватернионного аналога специальной теории относительности.**

Кватернионный аналог специальной теории относительности разработали независимо друг от друга ирландский математик Артур Вильям Конвей (1875-1950) и польско-американский физик Людвик Зильберштейн (1872-1948).

А.В. Березин, Ю.А. Курочкин и Е.А. Толкачев в книге «Кватернионы в релятивистской физике» (2003) пишут: «К концу прошлого – началу нашего века точка зрения приверженцев векторного исчисления, независимого от кватернионов, восторжествовала, однако история приложений кватернионов в физике, так тесно связанная с уравнениями Максвелла, не закончилась. Как известно, уравнения Максвелла явились исходным пунктом в создании специальной теории относительности (СТО). После четырехмерной формулировки СТО в 1908 г. Г. Минковским А.В. Конвей (1875-1950) в 1911 г. и **независимо** Л. Зильберштейн в 1912 г. построили кватернионный аналог этой теории [6]. При этом выяснилось, что использование полных кватернионов, а не только их векторных частей, предоставляет естественную возможность записи уравнений Максвелла в виде, явно ковариантном относительно преобразований Лоренца» (Березин и др., 2003, с.8-9).

Этот же вопрос (вопрос о независимости исследований двух разных ученых) рассматривает Ю.И. Ханукаев в монографии «Введение в теоретическую механику» (2017): «В 1911 году А.В. Конвей [25] и **независимо** в 1912 году Л. Зильберштейн [26] построили базирующийся на кватернионах аналог специальной теории относительности» (Ханукаев, 2017, с.68).

### **113. Формулировка идеи о том, что силы тяготения распространяются со скоростью света.**

Эту идею выдвинули независимо друг от друга Анри Пуанкаре и Альберт Эйнштейн (проводя аналогию между светом и гравитацией), но приоритет принадлежит Пуанкаре – он раньше Эйнштейна догадался о том, что особенности движения световых волн следует перенести на силы гравитации. Соответствующая идея Пуанкаре была опубликована в статье «О динамике электрона», направленной во французский журнал «Comptes Rendus» (1905, том 140, стр.1504).

А.А. Логунов в книге «Анри Пуанкаре и теория относительности» (2004) пишет об этой статье французского математика: «В статье [2] впервые появились релятивистские формулы сложения скоростей, законы преобразования сил; предсказано существование гравитационных волн, распространяющихся со скоростью света» (Логунов, 2004, с.48-49). Ниже автор повторяет свою мысль: «...Пуанкаре открыл псевдоевклидову геометрию пространства-времени, установил четырехмерность физических величин. Он построил уравнения релятивистской механики, предсказал существование гравитационных волн, движущихся со скоростью света» (там же, с.137).

Об этом же сообщает Е.Л. Фейнберг в статье «Читая Эйнштейна» (журнал «Природа», 1971, № 1, с.101-108). Автор говорит о Пуанкаре: «В частности, он понимал, что тогда (в случае постоянства скорости света – Н.Н.Б.) тяготение тоже должно распространяться со скоростью света и при движении тел изменяться в соответствии с преобразованиями Лоренца, выведенными для электромагнитных сил» (Фейнберг, 1971, с.104).

**114. Предсказание эффекта искривления световых лучей вблизи массивного небесного тела.** Понятно, что Альберт Эйнштейн, создавая общую теорию относительности (ОТО), предсказывал эффект искривления световых лучей вблизи массивных небесных тел как релятивистский эффект. Тем не менее, примечательно, что совершенно самостоятельно к мысли об искривлении света пришел немецкий физик, математик и астроном Иоганн Георг фон Зольднер (1776-1833). Разумеется, он рассуждал по аналогии: если гравитация воздействует на траектории крупных тел, то она должна влиять также на движение маленьких частиц (поскольку свет – это корпускулы). О том, что фон Зольднер предсказал гравитационное отклонение лучей света за 100 лет до Эйнштейна, известно с момента появления ОТО.

Владимир Сурдин в статье «Портрет Вселенной сквозь гравитационную линзу» (журнал «Знание - сила», 1998, № 9-10) констатирует: «Отклонение луча света при его прохождении близ массивного тела - явление вполне очевидное, если только считать свет потоком корпускул, как это делали многие физики XVIII века. В таком случае для частиц света справедливы законы ньютоновой небесной механики. Используя их, немецкий ученый Зольднер рассчитал в 1801 году, что луч света от далекой звезды, проходящий вблизи поверхности Солнца, должен отклониться на 0,87 угловой секунды. Но вскоре, благодаря опытам Френеля, в физике утвердилась волновая теория света, и о работе Зольднера надолго забыли» (Сурдин, 1998, с.29).

Об этом же сообщает Б. Паркер в книге «Мечта Эйнштейна» (2000): «...Эйнштейн показал, что луч света, проходящий в поле тяготения Солнца, должен отклоняться на 0,83 дуговых секунды. Это очень небольшой угол, но его можно измерить. Эйнштейн не знал, что такие расчеты уже проделал за 100 лет до него математик и геодезист Йоханн Зольднер. Активный пособник нацистов, немецкий физик Филипп Ленард попытался дискредитировать Эйнштейна и поставить его в неловкое положение, организовав в 1921 году переиздание статьи Зольднера в журнале «Аннален дер физик», но это не произвело большого впечатления» (Паркер, 2000, с.49-50).

Предсказание фон Зольднера обсуждает также Уолтер Гратцер в книге «Эврики и эйфории: об ученых и их открытиях» (2011): «Великий Лаплас в начале XIX века и немецкий астроном Георг фон Зольднер немногим позже независимо предсказали, что свет, рассматриваемый как поток частиц, будет изгибаться гравитационным полем. (Работа Зольднера пылилась в архивах, пока ее не отыскал оппонент Эйнштейна Филипп Ленард, чей антисемитизм и раздражение росли день за днем, и теперь он использовал Зольднера в борьбе со своим заклятым врагом). Ньютонова механика предсказывала сдвиг на 0,875", а модель Эйнштейна – на 1,75"» (Гратцер, 2011, с.277-278).

Дополнительная литература по теме:

- Каку М. Параллельные миры. – М.: «София», 2008. – 416 с.

- Коржиманов А. Как затмение Солнца сделало Эйнштейна мировой звездой // газета «Троицкий вариант». – 2017. - № 18.

**115. Разработка пятимерной модели теории, объединяющей тяготение и электромагнетизм.** После создания общей теории относительности ученые задались целью построить единую теорию поля, которая объединила бы гравитацию с электромагнитными силами. Один из вариантов такой теории предложил немецкий ученый Теодор Калуца (1885-1954), который показал возможность объединить уравнения электромагнетизма и гравитации путем введения пятого измерения. Независимо от него – этот факт редко освещается в современной литературе – аналогичную пятимерную теорию построил советский физик Генрих Александрович Мандель (1898-1946), защитивший в 1937 г. докторскую диссертацию «К единой теории электромагнитного и гравитационного полей».

О заслугах Калуцы в разработке пятимерной теории пишет Брайан Грин в книге «Элегантная Вселенная» (2004) пишет: «В статье, которую Калуца отправил Эйнштейну в

1919 г., он высказал удивительное предположение. Калуца утверждал, что пространственная структура Вселенной может содержать больше измерений, чем три известных нам из жизненного опыта. Как мы вскоре увидим, мотивом для столь радикальной гипотезы было то, что она позволяла построить элегантный и мощный аппарат, объединяющий общую теорию относительности Эйнштейна и теорию электромагнитного поля Максвелла в единую и однородную концептуальную систему» (Грин, 2004, с.129).

Далее автор поясняет: «Калуца выполнил математический анализ и в явном виде выписал новые уравнения при «умеренном» предположении об одном дополнительном пространственном измерении. Он обнаружил, что в этой пересмотренной формулировке уравнения, относящиеся к трем обычным измерениям, по существу, совпадают с уравнениями Эйнштейна. Но благодаря тому, что он включил дополнительное пространственное измерение, Калуца, как и следовало ожидать, получил новые уравнения в дополнение к тем, которые первоначально вывел Эйнштейн. Изучив эти дополнительные уравнения, связанные с новым измерением, Калуца обнаружил нечто удивительное. Оказалось, что дополнительные уравнения представляют собой не что иное, как полученные Максвеллом в 1860-х гг. уравнения, описывающие электромагнитное взаимодействие! Добавив еще одно пространственное измерение, Калуца объединил теорию гравитации Эйнштейна с максвелловской теорией электромагнитного поля» (там же, с.135).

Результаты Генриха Манделя упоминаются в статье Я.И. Френкеля «Теоретическая физика в СССР за 30 лет» (Я.И. Френкель, «На заре новой физики», 1970), где автор пишет: «Существенным вкладом в развитие эйнштейновской теории является также работа Г.А. Манделя (1930 г.), который показал, что путем присоединения к четырем измерениям пространственно-временного мира еще одного, особого, пятого измерения можно достигнуть формального объединения гравитационного и электромагнитного полей. Необходимо отметить, что подобное объединение гравитационных и электромагнитных эффектов в единую теорию выставлялось Эйнштейном в качестве одного из важнейших пунктов программы дальнейшего развития теории относительности» (Френкель, 1970, с.311).

Об этом же сообщает Ю.С. Владимиров в 1-ом томе книги «Между физикой и метафизикой» (2010): «...Вскоре отечественным теоретикам стало тесно в рамках эйнштейновской теории гравитации и ими были предприняты попытки выхода за ее пределы. Так, петроградский физик-теоретик Г.А. Мандель в середине 1920-х годов, **независимо от Калуцы**, пришел к идее пятимерия. В отличие от Калуцы, он считал 5-мерный мир плоским, а наблюдаемый нами мир представлял в виде вложенной в него 4-мерной искривленной гиперповерхности» (Владимиров, 2010, с.60).

Аналогичные сведения содержатся в книге А.Т. Филиппова «Многоликий солитон» (1990): «Оскар Клейн (1894-1977) попытался уточнить теорию Калуцы и разработать какие-то физические следствия (1926 г.). В том же 1926 г. были опубликованы еще две работы, связанные с идеями Калуцы. Ленинградский физик Георгий Александрович Мандель **независимо от Калуцы** также пришел к идее пятимерного обобщения теории тяготения и разработал пятимерную теорию значительно дальше Калуцы. Опираясь на работу Манделя, Владимир Александрович Фок (1898-1974) проделал примерно такую же работу, как и Клейн. Было бы поэтому справедливо называть теорию Калуцы – Клейна теорией Калуцы – Манделя – Клейна – Фока...» (Филиппов, 1990, с.275).

Приведем еще один источник. Ю.Б. Румер в статье «Оптико-механическая аналогия» (журнал «Успехи математических наук», 1953, том 8, № 6) подчеркивает: «**Независимо от Т. Калуцы** к идее пятимерного обобщения теории тяготения пришел советский физик Г.А. Мандель (1926) [4], развивший эту идею значительно дальше Т. Калуцы. В 1926 г. в связи с открытием волновой механики появились независимо друг от друга две сходные по содержанию работы О. Клейна и В.А. Фока [5, 6], означающие значительный шаг вперед.

Отметим, что Клейн заимствовал идею пятимерия у Калуцы, а В.А. Фок у Манделя. Обоим авторам удалось показать, что траектория заряженной частицы может быть строго интерпретирована как геодезическая линия нулевой длины (геометрический луч) в пятимерном пространстве Римана...» (Румер, 1953, с.62).

**116. Формулировка идеи о том, что свойства элементов являются функцией их порядкового номера в таблице Менделеева.** Специалисты указывают, что эту идею высказали независимо друг от друга нидерландский физик Антониус Ван-ден-Брук (1870-1926) и шведский ученый Иоганн Ридберг (1854-1919). Д.Н. Трифонов, А.Н. Кривомазов и Ю.И. Лисневский в книге «Учение о периодичности и учение о радиоактивности. Комментированная хронология важнейших событий» (1974) пишут о событиях 1913 года: «И.Ридберг (в Швеции) опубликовал итоговую работу по изучению атомных весов элементов в связи с периодической системой. Ученый сформулировал утверждение, что система элементов представляет собой периодическую систему, в которой свойства элементов являются функцией их номера (порядкового числа), хотя физическая сущность такой зависимости ему не была ясна. Таким образом, **Ридберг независимо** от А. Ван-ден-Брука развивал идею о порядковом номере элемента» (Трифонов и др., 1974, с.92).

**117. Открытие закона радиоактивного смещения, то есть закона смещения Содди – Фаянса.** Закон радиоактивного смещения открыли независимо друг от друга английский радиохимик Фредерик Содди (1877-1956) и польский ученый Казимир Фаянс (1887-1975). В 1921 г. Ф. Содди удостоен Нобелевской премии по химии.

А.И. Ахиезер и М.П. Рекало в книге «Биография элементарных частиц» (1979) пишут: «Ф. Содди, К. Фаянс **независимо установили** закон радиоактивного смещения: после испускания  $\alpha$ -частицы атом-остаток сдвигается влево на две клетки периодической системы, т.е. в направлении меньших валентностей по водороду. Напротив, испускание  $\beta$ -частицы смещает атом на одну клетку вправо» (Ахиезер, Рекало, 1979, с.221).

Об этом же сообщает О.А. Старосельская-Никитина в книге «История радиоактивности и возникновения ядерной физики» (1963): «Стремясь разместить многочисленные продукты превращения урана и тория в периодической системе Менделеева, Содди уже в 1910 г. пришел к представлению о том, что существуют элементы с различными атомными весами, но почти тождественными химическими и спектроскопическими свойствами. Эти сначала неясные идеи были сформулированы Содди к 1913 г., и вместе с результатами, полученными **независимо от него** уроженцем Польши, крупным химиком и физиком Казимиром (Казимержем) Фаянсом привели к «правилу смещения», или «сдвига», известному как закон Содди - Фаянса» (Старосельская-Никитина, 1963, с.188).

Прочитываем еще одну работу. В.В. Игонин в книге «Атом в СССР. Развитие советской ядерной физики» (1975) повествует: «...Содди, стремясь разместить многочисленные продукты превращения урана и радия в периодической системе Менделеева, пришел в 1910 г. к предположению о том, что существуют элементы с различными атомными весами, но одинаковыми или почти одинаковыми химическими и спектроскопическими свойствами. Эта мысль более отчетливо определилась в 1913 г., когда Содди и **независимо от него** уроженец Польши Казимир Фаянс смогли на основе полученных результатов сформулировать «правило смещения» или «сдвига», известное как закон Содди – Фаянса [142], [143]» (Игонин, 1975, с.118).

Еще один ученый, независимо открывший закон радиоактивных смещений, - британский физик Александр Смит Рассел (Alexander Smith Russel, 1888-1972). М.А. Ельяшевич в статье «Периодический закон Д.И. Менделеева, спектры и строение атома» (сборник «Периодический закон и строение атома», 1971) говорит о законе радиоактивного смещения: «Этот закон был затем сформулирован в конце 1912 года Расселом, работавшим в лаборатории Резерфорда, и **независимо** в «полностью завершенной форме» [14, стр.218]

в начале 1913 года Содди и Фаянсом. Подготовленное всем развитием исследований по радиоактивности одновременное открытие закона несколькими учеными **независимо** было вполне естественным. Существенно, однако, что глубже всего связь этого закона с основными особенностями модели атома Резерфорда была понята Бором» (Ельяшевич, 1971, с.50).

Некоторые историки науки включают в список первооткрывателей закона радиоактивного смещения Георга Хевеши, лауреата Нобелевской премии по химии за 1943 год. Николай Алов в книге «Мария Кюри. Подвиг длиною в жизнь» (2013) отмечает: «Г. Хевеши (в Англии), А.С. Рассел (в Англии), К. Фаянс (в Германии) и Ф. Содди (в Англии) **независимо друг от друга** сформулировали правила радиоактивных смещений и разместили радиоэлементы трех радиоактивных рядов в периодической системе. Приоритет в формулировке правил смещений принадлежит К. Фаянсу» (Алов, 2013, с.303).

**118. Разработка квантовой теории атома.** Датский физик Нильс Бор (Нобелевская премия, 1922 г.) является подлинным создателем квантовой модели атома, в которой утверждается, что атом излучает электромагнитные волны лишь тогда, когда электрон осуществляет переход с одной стационарной внутриатомной орбиты на другую. Нильс Бор гармонично синтезировал (объединил) в своей теории планетарную модель атома, предложенную Резерфордом, квантовую гипотезу Макса Планка и спектроскопические данные. Вместе с тем, следует отметить, что некоторые аспекты теории Бора независимо угадал (отразил) английский математик и физик Джон Вильям Никольсон (1881-1955). В частности, подобно Бору, он счел необходимым по аналогии перенести на атом Резерфорда квантовую гипотезу Планка, постулировав, что электроны в атоме занимают не произвольные орбиты, а те, которые соответствуют указанной гипотезе.

Д. Данин в книге «Нильс Бор» (1978) пишет о реакции Бора на статьи В.Никольсона, опубликованные в 1911-1913 года: «Едва заглянув в статьи англичанина, он сразу увидел: Никольсону пришлось покуситься на классическую механику в том же пункте, что и ему, Бору. Никольсон тоже вынужден был ограничить свободу вращений электронных колец вокруг атомных ядер. Да, электроны и у него объединялись в кольца: он тоже на новый лад развил эту схему, придуманную еще Дж. Дж. (Томсоном – Н.Н.Б.) для атома – кекса. <...> В общем, у Никольсона тоже вопреки классике для каждого кольца была своя частота – своя орбита. И еще прозрачней, чем в Памятной записке Бора, проявлялась связь такой конструкции с квантами Планка: величина, определяющая вращение, изменялась в атоме только на целый квант действия пунктирно ( $h$  либо  $2h, 3h, 4h...$ ). С простой закономерностью возникала в атоме прерывистая череда электронных колец» (Данин, 1978, с.107). Автор продолжает: «Читая англичанина, Бор мог яснее осмыслить собственную манчестерскую гипотезу. Главное у них обоих, казалось бы, совпадало. В тот декабрьский день, когда он обнаружил это, ему бы испытать воодушевление: ведь если два человека **независимо друг от друга** приходят к одной и той же гипотезе, разве не возрастают шансы на ее истинность?» (там же, с.108).

Однако теория Никольсона не соответствовала комбинационному правилу Ритца (важному принципу из области спектроскопии). Макс Джеммер в книге «Эволюция понятий квантовой механики» (1985) пишет: «Никольсон включил планковский квант действия в свою теорию, приняв, что частоты различных наблюдаемых спектральных линий можно объяснить следующим предположением: отношение энергии системы и частоты вращения кольца электронов является целым кратным постоянной Планка. Теория Никольсона, основанная на соответствии между частотами оптических и механических колебаний, конечно, ни в коей мере не была совместима с комбинационным принципом Ритца. Да и введение постоянной Планка отнюдь не было мотивировано какими-либо соображениями относительно стабильности его модели атома. Фактически – за исключением замечания мимоходом, что «электроны в устойчивом движении должны находиться в одной плоскости, чтобы их энергия не была диссипирована в результате

быстрого излучения» [50] – Никольсон полностью игнорировал проблему стабильности» (Джеммер, 1985, с.81).

Об этом же пишут М.А. Ельяшевич, Н.Г. Кембровская и Л.М. Томильчик в статье «Ридберг и развитие атомной спектроскопии» (журнал «Успехи физических наук», 1990, том 160, № 12): «...Модель Бора радикально отличается от той, которая была предложена в 1912 г. Д. Никольсоном [67]. В то же время последняя имела с ней **ряд сходных черт**, и, несомненно, способствовала формированию у Бора представления о дискретном ряде состояний. Как известно, Никольсон исходил из модели Нагаока [69], в основе которой лежало представление об электронном кольце, вращающемся относительно массивного положительного ядра. Развитие данной модели Никольсоном состояло в том, что он ввел связь между энергией кольца и частотой его обращения в соответствии с идеей Планка ( $E = nh\nu$ ). Именно эта, чисто механическая часть модели Никольсона прямо перекликалась с представлениями Бора. Так, в письме к Резерфорду Бор подчеркнул: «При своих вычислениях Никольсон, как и я, имеет дело с системами того же строения, как и Ваша модель атома; и при определении размеров и энергии системы он, как и я, ищет основу в соотношении между энергией и частотой, предложенной в планковской теории излучения» (Ельяшевич и др., 1990, с.159-160). Далее авторы отмечают: «Иными словами, наименьшее по энергии из возможного набора состояний в модели Никольсона могло трактоваться как устойчивое состояние в модели Бора» (там же, с.160).

**119. Открытие формулы, связывающей энергию атомного электрона с частотой его обращения.** Эту формулу получили независимо друг от друга Нильс Бор и австрийский физик-теоретик Артур Эрих Хааз (1884-1941). Можно сказать, что А.Э. Хааз (Гааз) внес определенный вклад в построение квантовой модели атома, поскольку упомянутая формула, как отмечают специалисты, является «фундаментальным соотношением».

М.А. Ельяшевич, Н.Г. Кембровская и Л.М. Томильчик в статье «Ридберг и развитие атомной спектроскопии» (УФН, 1990, том 160, № 12) констатируют: «В 1911 г. А. Гааз в рамках модели Томсона приравнял кинетическую энергию движения электрона по круговой орбите целому кратному величине  $h\nu$ , получив при этом соотношение, по существу, определяющее радиус первой боровской орбиты. В такой «пересыщенной» атмосфере шло формирование боровских представлений о «перманентном» (основном) состоянии в модели атома Резерфорда. Следует подчеркнуть, что подобная ситуация нередко порождает у историков науки стремление непременно отыскать прямого или косвенного предшественника Бора по каждому ключевому пункту реализации его исследовательской программы. <...> Едва ли можно считать подобную постановку вопроса оправданной. Как мы уже отмечали, в те периоды развития науки, когда в ней назревают кардинальные изменения, идеи, образно говоря, начинают **«носиться в воздухе»**. В подобных ситуациях сходные по смыслу утверждения, как правило, могут высказываться несколькими исследователями совершенно **независимо друг от друга**. Скорее всего, именно так всё происходило и в обсуждаемой ситуации, когда шло формирование представлений о стационарных состояниях. Представляется, например, совершенно несомненным отсутствие какого бы то ни было взаимного влияния при постулировании соотношения, связывающего энергию атомного электрона с частотой его обращения, Бором – с одной стороны и Гаазом – с другой. Дело даже не в том, что Бор в свое время недвусмысленно заявлял, что не знал о работе Гааза. Важнее то, что введение этого фундаментального соотношения производилось обоими учеными в совершенно различных исследовательских контекстах» (Ельяшевич и др., 1990, с.158-159).

Авторы добавляют: «О **независимости** подходов Бора и Гааза говорит также и различие в используемых коэффициентах пропорциональности между энергией и частотой: у Гааза – это постоянная Планка, у Бора – отличная от нее величина» (там же, с.159).



**120. Открытие теоремы Бора – ван Левен.** Согласно данной теореме, в состоянии термодинамического равновесия система электрически заряженных частиц (электронов, атомных ядер и т.д.), помещенная в постоянное магнитное поле, не могла бы обладать магнитным моментом, если бы она строго подчинялась законам классической физики. Теорема утверждает, что вещество в классической физике может быть намагничено только в термодинамически неравновесном состоянии: при его переходе в состояние равновесия намагничивание исчезает. Указанную теорему сформулировали независимо друг от друга Нильс Бор и голландская женщина-физик, ученица знаменитого Хендрика Лоренца, Хендрика ван Левен (1887-1974). Н. Бор сделал это в 1911 г., ван Левен – в 1919.

К.Б. Циберкин и Д.И. Кадыров в учебном пособии «Кооперативные эффекты в твердых телах» (2020) пишут: «Теорема Бора – ван Левен была сформулирована в 1911 г. в диссертации Н. Бора, а в 1911 г. **независимо** переоткрыта Х. ван Левен, ученицей Х. Лоренца. Эта теорема продемонстрировала, что для описания магнетизма необходимо сформулировать качественно новые представления о строении вещества, и серьезно поспособствовала дальнейшему развитию квантовой физики» (Циберкин, Кадыров, 2020, с.80).

**121. Построение теории теплоемкости кристаллов.** Немецкий физик-теоретик Макс Борн (1882-1970) наиболее известен как один из создателей матричной механики и человек, предложивший статистическую интерпретацию волновой функции Шредингера. Но в арсенале этого исследователя есть и другие важные результаты. В частности, в 1912 г. совместно Теодором фон Карманом (1881-1963) – совершенно независимо от Петера Дебая – Нильс Бор построил теорию теплоемкости кристаллов.

В.Л. Гуревич и И.Е. Дзялошинский в статье «Петр Йозеф Вильгельм Дебай. Биография и очерк научной деятельности» (П. Дебай, «Избранные труды», 1987) приводят рассказ Макса Борна о том, как он в сотрудничестве с фон Карманом разработал теорию колебаний кристаллической решетки, но затем узнал, что аналогичную теорию уже предложил П. Дебай: «...Мы сформулировали трехмерную задачу и дали ее приближенное решение. После того, как мы послали статью в *Physikalische Zeitschrift*, в Геттинген приехал из Мюнхена профессор Зоммерфельд, чтобы прочесть лекцию. От него мы узнали, что Дебай решил очень простым методом ту же самую задачу, о чем он сообщил в своей лекции, прочитанной в Швейцарии. Это произошло незадолго до того, как была послана в печать наша статья. Таким образом, приоритет принадлежит Дебаю, **опередившему нас** на несколько недель» (Гуревич, Дзялошинский, 1987, с.532).

Об этом же сообщают Д. Сталл, Э. Вестрам и Г. Зинке в книге «Химическая термодинамика органических соединений» (1971): «В 1912 г. Дебай [315] и **независимо** Борн и Карман [147] получили новое теоретическое выражение зависимости теплоемкости от температуры, лучше описывающее экспериментальные значения теплоемкостей при низких температурах, чем уравнение Эйнштейна» (Сталл и др., 1971, с.40).

Этот же вопрос обсуждает А.Т. Григорьян в статье «Макс Борн. 80 лет со дня рождения» (журнал «Природа», 1963, № 1): «Борн внес фундаментальный вклад в развитие физики твердого тела. Именно в этой области он впервые присоединился к квантовой теории, разработав вместе с Т. Карманом в 1912 г., **независимо от П. Дебая**, квантовую теорию теплоемкости кристаллической решетки» (Григорьян, 1963, с.98).

**122. Открытие общего условия квантования энергии электрона в атоме.** Общее условие квантования энергии электрона в атоме сформулировали независимо друг от друга Петер Дебай и Арнольд Зоммерфельд (немецкий физик-теоретик, неоднократно номинированный на Нобелевскую премию).

В.Л. Гуревич и И.Е. Дзялошинский в статье «Петр Йозеф Вильгельм Дебай. Биография и очерк научной деятельности» (П. Дебай, «Избранные труды», 1987) пишут: «Переезду Дебая в Геттинген непосредственно предшествовал выход из печати знаменитой

статьи Бора (июль 1913 г.), в которой вводилось квантование энергии электрона в атоме. Далее Бор показал, что этот результат эквивалентен предположению о том, что момент количества движения электрона при его обращении вокруг ядра в стационарном состоянии кратен универсальной величине – постоянной Планка, деленной на  $2\pi$  ( $h/2\pi$ ). В том же самом году Дебай предложил более общую форму условия квантования... Хочется подчеркнуть, что это условие, предложенное Дебаем, было сформулировано им раньше, чем ему стала доступна первая публикация Бора. Это условие было вновь **независимо сформулировано** в 1915 г.; его обычно связывают с именем Зоммерфельда, и до создания квантовой механики в 1926 г. оно считалось наиболее общей формой условия квантования» (Гуревич, Дзялошинский, 1987, с.534-535).

**123. Разработка метода квантования собственных колебаний поля излучения.** Один из первых методов квантования электромагнитного поля изобрели Пауль Эренфест (1880-1933) и независимо от него Петер Дебай. М.А. Ельяшевич в статье «Развитие Нильсом Бором квантовой теории атома и принципа соответствия» (журнал «Успехи физических наук», 1985, том 147, № 2) пишет: «Наряду с идеей квантования энергии вещества, идущей от Планка, Эйнштейном в 1905 г. в основополагающей статье [46] была выдвинута идея квантования энергии излучения в форме гипотезы квантов света» (Ельяшевич, 1985, с.258). Далее автор указывает: «Существенно, что наряду с представлениями Эйнштейна о корпускулярной структуре излучения идея о квантовании энергии излучения стала развиваться и в другой форме. Сначала Эренфест в 1906 г. [51], а затем **независимо Дебай** в 1910 г. [52] применили эту идею к квантованию собственных колебаний равновесного излучения в полости. Дебай смог вывести закон излучения Планка из свойств самого излучения, не прибегая к моделированию вещества резонаторами. Таким образом, к началу исследований Бора по квантовой теории атома идея квантования энергии излучения была известна как в форме гипотезы квантов света, так и в виде предположения о квантовании собственных колебаний поля излучения» (там же, с.258).

**124. Формулировка идеи о том, что электроны в атоме движутся по эллиптическим орбитам (разработка эллиптической модели атома).** В соответствии с законами, установленными Иоганном Кеплером (1571-1630), планеты движутся вокруг Солнца по эллиптическим орбитам. По аналогии с этим фактом Арнольд Зоммерфельд предположил, что орбиты электронов в атоме также имеют эллиптическую форму. На основе этой аналогии Зоммерфельд развил эллиптическую модель атома. Независимо от него такую же модель создали британский физик Уильям Уилсон (1875-1965) и японский исследователь Джун Ишивара (1881-1947).

П.С. Кудрявцев в 3-ем томе книги «История физики», который озаглавлен «От открытия квант до создания квантовой механики» (1971), пишет: «Бор продолжал в работах 1914-1915 гг. рассматривать теорию водородных атомов. Важнейшим итогом его работ явилось установление принципа соответствия (1918), зародыш которого, как мы видели, был уже в ранних статьях Бора. В 1915 г. одновременно и **независимо друг от друга** Вильям Вильсон в Англии, Арнольд Зоммерфельд в Германии и Ишивара в Японии начали рассмотрение с точки зрения квантовой теории некруговых орбит. Обобщенные квантовые условия для периодических систем, допускающих разделение переменных, были сформулированы Вильсоном и Зоммерфельдом в форме

$$\int p_n dq = nh \quad (1),$$

где слева стоит фазовый интеграл для переменной  $q$ . Зоммерфельд, приведя в своей работе, о которой мы будем говорить дальше, это правило квантования, писал: «Я дружески был осведомлен, что г. Вильсон (W. Wilson, Phil. Mag. Июнь 1915) уже раньше сформулировал, как и я, квантовое условие (1) и притом по форме в точности совпадающие с (1), включая правило о пределах интеграции. В качестве единственного применения г. Вильсон рассматривал, с добавлением некоторых дальнейших гипотез, закон черного излучения. Во

второй заметке (Phil. Mag. Ноябрь 1915) он вычислил мимоходом фазовый интеграл для г-й координаты кеплеровского эллипса, совпадающий с уравнениями (9) и (10) нашего § 4. Однако он не вывел отсюда определенных следствий для понимания серии Бальмера. Работа г. Ишивара, на которую ссылается г. Вильсон, мне не была известна». И так, как нередко случалось в истории физики, одна и та же проблема стала разрабатываться **независимо друг от друга** несколькими исследователями. Это свидетельствует об актуальности проблемы» (Кудрявцев, 1971, с.316-317).

Независимость исследований Зоммерфельда, Уилсона и Ишивары отмечает также М.А. Ельяшевич в статье «Развитие Нильсом Бором квантовой теории атома и принципа соответствия» (УФН, 1985, том 147, № 2): «Вскоре после посылки статьи [82] в «Philosophical Magazine» Бор познакомился со статьями Зоммерфельда [88], [89], сформулировавшего обобщенные квантовые условия для систем со многими степенями свободы и весьма успешно применившего их для решения трехмерной задачи о движении электрона в одноэлектронном атоме с введением трех квантовых чисел и для объяснения тонкой структуры спектральных линий как релятивистского эффекта (на что Бор ранее указывал в заметке [80]) с введением постоянной тонкой структуры  $\alpha$  (смотрите, например, [73, с.22]). Это было большим успехом в развитии модельной теории атома (которую можно обоснованно называть теорией Бора - Зоммерфельда), за которым последовало ее быстрое развитие вплоть до 1925 г., когда была создана квантовая механика» (Ельяшевич, 1985, с.286). Далее автор указывает: «Отметим, что до Зоммерфельда **независимо** обобщенные квантовые условия были сформулированы В. Вильсоном, а также Д. Ишиварой (смотрите, например, [20, р.92]), на работы которых Бор ссылался в статье [82, р.275]» (там же, с.286).

Об этом же пишет Т.Н. Адамецкая в учебно-справочном пособии «История дизайна, науки и техники» (2014), где автор обсуждает события 1913-1915 годов: «Датский физик Н. Бор предложил модель атома, имеющего центральное ядро, окруженное вращающимися по орбитам электронами. Немецкий физик А. Зоммерфельд и **независимо от него** У. Уилсон предложили эллиптическую модель атома» (Адамецкая, 2014, с.27).

Вот еще один источник. Г.А. Сарданашвили в книге «Дмитрий Иваненко – суперзвезда советской физики» (2010) приводит слова Д.Д. Иваненко: «...Большой вклад в теоретические исследования в Японии внес Ишивара, который работал под руководством Эйнштейна. Ишивара сформулировал в 1915 г. общие условия квантования, даже **несколько раньше** Зоммерфельда. Как педагог, основатель журнала «Кагаку» («Наука») Ишивара оказал значительное влияние на развитие теоретической физики в Японии» (Д.Д. Иваненко, 2010).

**125. Квантование торов для интегрируемых систем.** Альберт Эйнштейн открыл квантование инвариантных торов в 1917 г., задолго до обнаружения явления динамического хаоса и разработки математической теории динамических систем в том виде, в каком она сформировалась к 1960-м годам. Независимо от Эйнштейна квантование торов открыл (точнее, переоткрыл) Джозеф Келлер.

Ф. Штайнер в статье «Квантовый хаос» (журнал «Нелинейная динамика», 2006, том 2, № 2) пишет: «Исследование квантового хаоса в сложных системах представляет собой чрезвычайно увлекательную и активную область современной физики, химии и математики. Однако не столь известно, что эта область исследований своим происхождением обязана вопросу, впервые поставленному Эйнштейном [1] во время доклада о связях между классической и квантовой механикой сильно хаотических систем, прочитанного в Берлине 11 мая 1917 года. С исторической точки зрения это кажется почти невозможным, поскольку квантовая механика еще не была изобретена и явление хаоса едва ли было знакомо физикам в 1917 году» (Штайнер, 2006, с.215). Далее автор отмечает: «Эйнштейн был первым физиком, осознавшим, какую важную роль играют инвариантные торы в фазовом пространстве, которые он называл «Trakte» (там же, с.216). «...Примечательным историческим фактом является то, что доклад Эйнштейна,

опубликованный без задержек Немецким физическим обществом [1], не оказал никакого влияния на развитие физики во время последующих сорока лет! В знаменитой работе Бора [5] 1918 года, в которой был изложен принцип соответствия, отсутствуют ссылки на доклад Эйнштейна! «Квантование торов» по Эйнштейну для интегрируемых систем было **переоткрыто** математиком Джозефом Келлером только в пятидесятых [6]. Фриц Райхе (Fritz Reiche) – ассистент Планка в Берлинском университете в 1915-1918 гг., обратил внимание Келлера на доклад Эйнштейна» (там же, с.216).

Автор повторяет свою мысль: «Как уже упоминалось, Келлер [6] в пятидесятых годах **переоткрыл**, что строгий математический вывод квазиклассического поведения квантовой механики требует подробного знания о лежащей в основе структуре классического фазового пространства. В случае интегрируемых систем он смог получить наиболее общее правило квазиклассического квантования, которое оказалось в точности совпадающим с квантованием торов Эйнштейна, за исключением поправок, возникающих из-за индексов Маслова. Сегодня это условие квантования для интегрируемых систем называют ЭБК-квантованием в честь Эйнштейна, Бриллюэна и Келлера» (Штайнер, 2006, с.218).

**126. Использование формализма подвижного репера в теории тяготения.** Формализм подвижного репера разработали независимо друг от друга советский физик-теоретик Владимир Александрович Фок (1898-1974) и немецкий математик Герман Вейль (1885-1955).

Л.Д. Фаддеев в статье «Какой должна быть современная математическая физика» (сборник «Математические события XX века», 2003) пишет о принципе калибровочной инвариантности, который лежит в основе теории Янга - Миллса: «Геометрический смысл этого принципа для электромагнитного поля был выяснен еще в конце 20-х годов благодаря работам В.А. Фока и Г. Вейля [8], [9]. Ими была установлена **аналогия** между калибровочной (или градиентной в терминологии В. Фока) инвариантностью электродинамики и принципом эквивалентности в теории тяготения Эйнштейна. Калибровочная группа в электродинамике коммутативна, она соответствует умножению комплексного поля заряженной частицы на фазовый множитель, зависящий от координат. Теория тяготения Эйнштейна дает пример гораздо более сложной калибровочной группы, а именно группы диффеоморфизмов. Далее, описывая спиноры в теории тяготения, В. Фок [8] и Г. Вейль [9] **независимо использовали** формализм подвижного репера, в котором появилась спиновая связность, ассоциированная с локальными лоренцевыми вращениями. Таким образом, группа Лоренца стала примером первой некоммутативной калибровочной группы Ли» (Фаддеев, 2003, с.459-460).

Здесь [8] – работа В.А. Фока (1929), [9] – работа Г. Вейля (1929).

**127. Вывод уравнений движения масс в общей теории относительности (ОТО).** Уравнения движения масс в ОТО открыли независимо друг от друга В.А. Фок и А. Эйнштейн. Эйнштейн (с сотрудниками) опубликовал статью с изложением данных уравнений в 1938 г., а Фок – в начале 1939.

Ю.В. Новожилов и В.Ю. Новожилов в статье «Владимир Александрович Фок (к столетию со дня рождения)» (журнал «Физика элементарных частиц и атомного ядра», 2000, том 31, № 1) пишут: «Уравнения Эйнштейна включают как уравнения поля тяготения, так и уравнения движения масс. Этот принципиальный вывод был сделан Эйнштейном с сотрудниками [54] еще в 1927 г., но уравнения движения не были получены. Эйнштейн и Фок **независимо вывели** уравнения движения из уравнений Эйнштейна различными методами [55, 56] в 1938 и 1939 гг. Это был крупнейший результат в развитии общей теории относительности после основополагающих работ Эйнштейна» (Новожилов, Новожилов, 2000, с.13).

В другом месте своей статьи авторы вновь переходят к обсуждению независимых результатов Фока и Эйнштейна: «Эйнштейн возвратился к этой проблеме (проблеме вывода

уравнений движения масс – Н.Н.Б.) через 10 лет. Практически одновременно В.А. Фок заметил, что столь важная проблема еще не решена, и начал искать ее решение. Эйнштейн с сотрудниками (Эйнштейн, Инфельд и Гофман [57]) и В.А. Фок [58] **независимо решили** проблему различными методами. Эйнштейн опубликовал свою первую работу по уравнению движения масс раньше В.А. Фока – в 1938 г. В.А. Фок ознакомился с ней, ожидая опубликования своей статьи в ЖЭТФ, и написал добавление к корректуре [58]» (там же, с.38).

Здесь [54] – Новожилов Ю.В. // ЖЭТФ. – 1958. – Том 35. – С.316;

[57] – Einstein A., Infeld L., Hoffman B. // Annals of Mathematics. – 1938. – Vol.39. – P.65.

[58] – Фок В.А. // ЖЭТФ. – 1939. – Том 9. – С.375.

Приведем еще один источник. Л.Ф. Владимирова в книге «От квантовой механики к общей теории относительности. Академик В.А. Фок. Теоретическая физика в чистом виде» (2012) пишет: «Первая работа по развитию идей теории тяготения в собственном смысле была опубликована в начале 1939 года (поступила в печать в феврале 1939 года) в ЖЭТФ [118], который как раз в те годы становился ведущим физическим журналом у нас в стране. Опубликованная статья стала еще одним существенным достижением В.А. Фока. Интересно, что данное исследование, как это уже неоднократно случалось в судьбе Владимира Александровича, появилось в печати почти **одновременно** с публикацией, посвященной решению этой же проблемы другими авторами, среди которых был великий А. Эйнштейн. Речь идет об известной статье А. Эйнштейна, Л. Инфельда, Б. Хофмана «Уравнения гравитации и проблема движения» (1938 год). Но результат был, конечно, получен Фоком **независимо**, хотя и был опубликован чуть позже» (Владимирова, 2012, с.137-138).

Здесь [118] – Фок В.А. О движении конечных масс в ОТО // ЖЭТФ. – 1939. – Том 9. – С.375.

**128. Создание квантовой теории многократно периодических систем.** Квантовую теорию многократно периодических систем построили независимо друг от друга американско-российский физик-теоретик Павел Зигмундович Эпштейн (Пауль Софус Эпштейн, 1883-1966) и немецкий ученый Карл Шварцшильд (1873-1916). Примечательно, что мать Павла Эпштейна – София Ефимовна Лурье – была корреспонденткой великого писателя Ф.М. Достоевского, чьи письма он опубликовал в «Дневнике писателя» (1877).

В. Паули в статье «Вклад Зоммерфельда в квантовую теорию» (В. Паули, «Физические очерки», 1975) отмечает: «Работы Зоммерфельда способствовали быстрому развитию общей квантовой теории так называемых многократно периодических систем, которую сформулировали в 1916 г. **независимо друг от друга** Эпштейн [4] и Шварцшильд [5] и которая была с успехом применена к объяснению эффекта Штарка в спектре водорода» (Паули, 1975, с.221).

Об этом же сообщает Л.С. Полак в очерке «Вариационные принципы механики» (сборник «Вариационные принципы механики», 1959). Автор пишет о проблеме математического описания энергетических уровней квантовых систем: «Первый шаг к решению этой проблемы был сделан Эпштейном в 1916 г. в работе об эффекте Штарка. Эпштейн заимствовал из астрономии метод, много раз прилагавшийся для решения уравнения Гамильтона – Якоби и известный под названием «разделения переменных». Этот метод ведет прямо к определению энергетического уровня без промежуточных вычислений орбит. Другой подход к проблеме был **независимо от Эпштейна** в том же году разработан Шварцшильдом на основании теории условно-периодического движения Штауда – Штеккеля. <...> Эпштейн показал полную эквивалентность обоих методов. Во всех этих методах использован математический прием, состоящий в применении преобразования Лежандра. В старой «классической» квантовой механике стремились ввести такие координаты, которые делают функцию Гамильтона зависимой только от канонически

сопряженных импульсов, так как в этом случае механическая задача легко разрешима» (Полак, 1959, с.859-860).

**129. Открытие уравнения Клейна-Гордона.** Это уравнение, являющееся релятивистской версией знаменитого волнового уравнения Шредингера, открывали независимо друг от друга многие ученые. В частности, его самостоятельно вывели шведский ученый Оскар Клейн (1894-1977) и немецкий физик Вальтер Гордон (1893-1939). Аналогичный результат получили советские физики Владимир Александрович Фок (1898-1974) и Яков Ильич Френкель (1894-1952), а также французский ученый Луи де Бройль (1892-1987). Помимо этого, уравнение самостоятельно открывали Вольфганг Паули и сам Эрвин Шредингер (1887-1961).

Независимость работ О. Клейна и В. Гордона отмечает Д. Мехра в статье «Золотой век теоретической физики»: научная деятельность П.А.М. Дирака с 1924 по 1933 год» (УФН, 1987, том 153, № 1). Автор пишет: «В 1926 г. Клейн получил релятивистское уравнение для скалярного поля подстановкой квантовых операторов импульса и энергии в уравнение  $E^2 = p^2c^2 + m^2c^4$ . Полученное уравнение **независимо** было также открыто в Гамбурге Гордоном и теперь называется уравнением Клейна-Гордона» (Мехра, 1987, с.155).

Результаты В.А. Фока обсуждает Ю.С. Владимиров в монографии «Между физикой и метафизикой. Книга 2. По пути Клиффорда - Эйнштейна» (2011): «Интересуясь в 20-е годы 5-мерным обобщением, ставшим ему известным благодаря работам ленинградского физика Г.А. Манделя, Фок в своей ранней работе 1926 года **практически одновременно** с О. Клейном получил релятивистское обобщение уравнения Шредингера – ключевого уравнения нерелятивистской квантовой механики. Аналогичный результат позднее получил Гордон. Впоследствии это уравнение стали называть уравнением Клейна – Гордона, но мы с Н.В. Мицкевичем, академиком Ф.И. Федоровым и профессором Н.А. Черниковым всячески стремились внедрить термин «уравнение Клейна - Фока» или, на худой конец, «уравнение Клейна – Фока - Гордона», желая устранить допущенную историческую несправедливость» (Владимиров, 2011, с.165).

Об этом же сообщает сам В.А. Фок в «Автобиографии» (сборник «Физики о себе», 1990): «Уже в 1926 г. (до начала моих занятий в Геттингене) я дал – для частиц без спина – обобщение уравнения Шредингера на случай наличия магнитного поля, а также его релятивистское обобщение (которое **одновременно** было получено Клейном). Последнее уравнение иногда называют уравнением Клейна-Фока. Эта работа, по-видимому, и явилась основанием для моей командировки в Геттинген» (Фок, 1990, с.159).

Независимое получение уравнения Клейна – Гордона такими крупными физиками, как Луи де Бройль и Вольфганг Паули, освещается в статье М.А. Ельяшевича «От возникновения квантовых представлений до становления квантовой механики» (УФН, 1977, том 122, № 4): «Естественно было искать релятивистское волновое уравнение для частицы в виде дифференциального уравнения второго порядка относительно координат и времени. Первым опубликовал такое уравнение (исходя из пятимерной формулировки теории относительности) Клейн в работе от 28 апреля 1926 г. [87] (он ссылался на работы Шредингера [71] и [73]). Это уравнение содержит, наряду со вторыми производными по координатам, вторую производную по времени  $d^2/dt^2$ . Оно затем было **независимо получено** в ряде работ - Фоком [95, 114], Шредингером (в четвертом сообщении [77]), Де Дондером и Ван-ден-Дунгеном [103], де Бройлем [111], Кударом [120], Гордоном [125] (в работе, посвященной теории эффекта Комптона). Это уравнение часто называют уравнением Клейна - Гордона; правильное его называть уравнением Клейна – Фока. Получил его уже в апреле 1926 г. также и Паули, который привел его в письме к Иордану (смотрите подробнее в [320]), но не опубликовал, как и свои результаты по связи волновой механики с матричной» (Ельяшевич, 1977, с.699).

Аналогичные сведения содержатся в книге Абрахама Пайса «Гении науки» (2002), где автор указывает: «Ко времени Сольвеевской конференции 1927 года уже было известно релятивистское волновое уравнение, скалярное уравнение, **независимо сформулированное**, по крайней мере, шестью авторами, среди которых были Клейн и Шредингер» (Пайс, 2002, с.75).

О том, что наш соотечественник Я.И. Френкель самостоятельно открыл релятивистское уравнение Шредингера, пишет его сын В.Я. Френкель в книге «Яков Ильич Френкель» (1966): «В примечании к релятивистскому уравнению Шредингера Яков Ильич пишет: «Это уравнение было найдено мною и доложено на семинаре профессора Гильберта в Геттингене в мае 1926 г. Я отказался, однако, от его публикации, узнав, что оно было практически **одновременно** найдено Клейном» (В.Я. Френкель, 1966, с.194).

**130. Построение теории эффекта Штарка для атома водорода.** Теорию эффекта Штарка для атома водорода построили независимо друг от друга Эрвин Шредингер и Владимир Александрович Фок (соавтор «уравнения Клейна - Гордона»). В.В. Игонин в книге «Атом в СССР. Развитие советской ядерной физики» (1975) повествует: «В 1926 г. вскоре после выхода основных работ Шредингера В.А. Фок опубликовал две работы, в которых дает обобщение уравнения Шредингера на случай магнитного поля и на теорию относительности (для частиц без спина). В первой из этих работ была также дана (**независимо от Шредингера** и несколько раньше него) теория явления Штарка для атома водорода – формула для нормального расщепления энергетических уровней [209]. Во второй работе устанавливается волновое уравнение для частицы (со спином нуль) в электромагнитном поле, с учетом принципа относительности. Это релятивистское обобщение уравнения Шредингера (данное одновременно и независимо от О.Клейна), удовлетворяющее требованию градиентной инвариантности, известно под названием уравнения Клейна - Фока» (Игонин, 1975, с.167). Здесь [209] – работа В.А. Фока (1926).

**131. Открытие формулы Клейна-Нишины, которая описывает сечение комптоновского рассеяния света на электроны.** Данная формула была выведена в 1928 г. независимо Оскаром Клейном, Иосиной Нишиной (1890-1951), Игорем Евгеньевичем Таммом и другими учеными.

Я.А. Смородинский в статье «Несколько эпизодов» (УФН, 1987, том 153, № 1) пишет об этой формуле: «И.Е. Тамм получил формулу для сечения рассеяния и послал статью в «Zeitschrift für Physik», где она и была опубликована. Ее название: «О взаимодействии свободных электронов с излучением по дираковской теории электрона и по квантовой электродинамике». Еще до того, как эта работа увидела свет, И.Е. Тамм сообщил Дираку о полученной формуле. Надо отметить, что за несколько месяцев до этого в том же журнале была напечатана работа шведского физика Валлера, в которой содержался практически тот же вывод, что и у И.Е. Тамма. Дирак знал о вычислениях Валлера. Но ни работа И.Валлера, ни работа И.Е. Тамма не были первыми. В 1929 г. в «Zeitschrift für Physik» была опубликована знаменитая работа шведского теоретика Оскара Клейна и его молодого японского сотрудника Нишины с формулой, которая стала известна как формула Клейна-Нишины» (Смородинский, 1987, с.187-188).

Об этом же сообщается в статье Я.А. Смородинского «По законам памяти» (сборник «Воспоминания о Л.Д.Ландау», 1988): «Формула Клейна-Нишины была получена методом квантовой электродинамики И.Е.Таммом (и **независимо** Ланчошом), но строгие методы стали необходимыми лишь много лет спустя, когда физики обратились к радиационным поправкам» (Смородинский, 1988, с.218).

Аналогичную информацию можно найти в книге Ф.Б. Кедрова «Цепная реакция идей» (1975), где констатируется: «В 1930 году Тамм вывел формулу, описывающую рассеяние света свободным электроном. В теории эта формула известна под тройным именем – формула Клейна – Нишины - Тамма» (Ф.Б. Кедров, 1975).

**132. Описание конфигурации электронов инертных газов.** Многие ученые пытались понять, почему инертные газы отличаются высокой степенью инертности, то есть с трудом вступают в реакции с другими химическими элементами. Возникали догадки, что причина заключается в особой конфигурации электронов инертных газов. К идее о «насыщенности» этой электронной конфигурации пришли независимо друг от друга немецкий физик Вальтер Коссель (1888-1956) и американский химик Гильберт Льюис (1875-1946).

П.С. Кудрявцев в 3-м томе книги «История физики», озаглавленном «От открытия квант до квантовой механики» (Москва, «Просвещение», 1971, с.424) пишет: «В 1916 г. **независимо друг от друга** В. Коссель и Д. Льюис обратили внимание на «насыщенный» характер конфигурации электронов инертных газов. В этой конфигурации существенную роль играет число 8 – «священное число», как назвал его Зоммерфельд, и этот факт подсказал Льюису статистическую кубическую модель атома» (Кудрявцев, 1971, с.372-373). Автор добавляет: «Бор и Ланде в 1918 г. также пришли к кубической модели. В ряде работ 1919-1920 гг. Ланде пытался развить динамическую модель кубического атома: он искал орбиты, оббегающие восемь углов куба, по которым могли бы двигаться восемь электронов, взаимно отталкиваясь и сохраняя кубическую симметрию» (там же, с.373).

Об этом же сообщает Э.Н. Рэмсен в монографии «Начала современной химии» (1989): «Химическую устойчивость благородных газов связывали с заполненной внешней оболочкой из 8 электронов (или с заполненной К-оболочкой из двух электронов в случае гелия). В 1916 г. Коссель и Льюис **независимо друг от друга** выдвинули теории химической связи. Оба объясняли образование химической связи стремлением атомов отдать, получить или разделить с другими атомами электроны, чтобы приобрести устойчивую электронную конфигурацию типа конфигурации благородных газов» (Рэмсен, 1989, с.79).

**133. Описание спектров сложных атомов на основе модели атома Бора.** Теоретическое описание спектров сложных атомов с использованием боровской модели атома разработали независимо друг от друга Нильс Бор (автор указанной модели) и советский физик Дмитрий Сергеевич Рождественский (1876-1940).

П.С. Кудрявцев в 3-м томе книги «История физики», озаглавленном «От открытия квант до квантовой механики» (1971) пишет: «Описание спектров в сложных атомах, в первую очередь в атомах щелочных металлов, с помощью модели Бора было начато как самим Бором, так и Д.С. Рождественским. Оба автора **независимо друг от друга** пришли к идее оптического (излучающего) электрона, выделяемого из всей группы электронов атома. Д.С. Рождественский впервые указал на водородоподобный характер отдаленных орбит. Разделение термов на водородоподобные и неводородоподобные обусловлено характером орбиты. Чем дальше проходит орбита от ядра и остальных электронов, тем более водородоподобными являются термы, соответствующие этим орбитам. Рождественский, по существу, впервые указал на различие проникающих и непроникающих орбит, которое было проведено позднее Шредингером в 1921 г.» (Кудрявцев, 1971, с.382).

Об этом же сообщает В.В. Игонин в книге «Атом в СССР. Развитие советской ядерной физики» (1975): «...Советская наука достигла примерно тех же рубежей, что и западная, в чем легко убедиться хотя бы на примере работ Д.С. Рождественского по атомной спектроскопии. Как известно, в этих работах Д.С. Рождественский не только дал решение тех же задач, какие ставила в то время западноевропейская физика (Зоммерфельд, Шредингер), но и в отдельных случаях решил их лучше и правильней (образование дублетов в спектрах щелочных металлов)» (Игонин, 1975, с.10).

Подробно анализируя работы Д.С. Рождественского, В.В. Игонин пишет о событиях 1918-1920 годов: «Дмитрий Сергеевич Рождественский организовал атомную комиссию, задачей которой было: разработать теорию атома Бора и сделать из нее все необходимые выводы [197]. Основная тяжесть работ в этом направлении выпала на долю самого



Рождественского. В ряде работ этого периода «Спектральный анализ и строение атомов» [198], а также «Значение спектральных серий», «Термы высокого порядка», «Сходство между спектрами одноэлектронных и сложных атомов», «Серии спектра ионизированного магния по сравнению со спектром ионизированного гелия» [199] Рождественский не только дает решение тех же задач, какие ставила себе западноевропейская теория атома, но в отдельных случаях решает их лучше и правильней. Основные идеи и важнейшие результаты, полученные Д.С. Рождественским, изложены в работе [198]...» (Игонин, 1975, с.158-159).

Ключевую роль в исследованиях Д.С. Рождественского играла обнаруженная им аналогия между далекими орбитами (и далекими термами) у водорода и водородоподобных элементов. К.К. Баумгарт в очерке «Дмитрий Сергеевич Рождественский» (Д.С. Рождественский, «Собрание трудов», 1949) пишет: «Дмитрий Сергеевич, прежде всего, применил выводы, полученные Бором для спектра водорода, к спектрам щелочных металлов, имеющим один электрон на наружной орбите. Исходя из того факта, что у щелочных металлов для электрона, находящегося на далекой орбите (что соответствует термам высокого порядка), можно рассматривать ядро и окружающие его остальные электроны как один положительный заряд, равный заряду ядра водородного атома, Дмитрий Сергеевич устанавливает **сходство** далеких термов у водорода и «водородоподобных» элементов. Начиная счет с далеких орбит, Дмитрий Сергеевич устанавливает однозначное соответствие уровней энергии у водорода и щелочных металлов. Далее, он устанавливает одинаковость числа орбит и приходит к схеме уровней, весьма похожей на ныне принятую. Он проводит также мысль о **сходстве** спектров-ионизированных атомов со спектрами неионизированных элементов соседних слева групп менделеевской системы и на этом принципе первый дает правильное истолкование спектра магния» (К.К. Баумгарт, 1949).

Об этой же аналогии говорит В.В. Игонин в книге «Атом в СССР. Развитие советской ядерной физики» (1975): «...Исходя из **сходства** далеких орбит (и далеких термов) у водорода и водородоподобных элементов, Рождественский устанавливает одинаковость числа электронных орбит у щелочных металлов и водорода и однозначно указывает на их соответствие: «Таким образом, теперь все известные орбиты сложных элементов приведены в соответствие с орбитами водорода. Все атомы, не только щелочные, одновалентные, но и все остальные, имеют совершенно такой же комплект спектральных серий». «Всё различие спектров водорода и других атомов обуславливается, главным образом, искажением орбит 2s и 2p, у более сложных атомов K Rb Cs, также 3d». Это был результат огромной важности: общая схема уровней, данная Рождественским, чрезвычайно похожа на схемы наших дней!» (Игонин, 1975, с.162).

**134. Открытие радиоактивного химического элемента протактиния (изотопа урана X<sub>2</sub>).** Радиоактивный химический элемент под названием «протактиний», являющийся изотопом урана, открыли независимо друг от друга немецкий физик Отто Ган (1879-1968) совместно с Лизой Мейтнер и польский ученый Казимир Фаянс совместно с Освальдом Гельмутом Герингом (1889-1915). Протактиний открывал также Ф. Содди.

А. Азимов в книге «Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций» (2006) указывает: «...Немецкий физик Ф. Дорн показал, что в результате распада радия образуется некий газообразный элемент. Радиоактивный газ – это было что-то новое! Впоследствии новый элемент получил имя радон (созданное на основе имен химических «родственников», радия и аргона) и соответственно номер 86. Наконец, в 1917 году, **независимо друг от друга**, две группы ученых – О. Ган и Л. Мейтнер в Германии, а также Ф. Содди и Д. Крэнстон в Англии – выделили из урановой руды элемент под номером 91 протактиний» (Азимов, 2006, с.206-207).

Об этом же пишет О.А. Старосельская-Никитина в книге «История радиоактивности и возникновения ядерной физики» (1963). Автор говорит об открытии протактиния –

изотопа урана  $X_2$ : «Открытие закона смещения Содди – Фаянса еще раз подчеркнуло огромное значение периодического закона и периодической системы Д.И. Менделеева. Установление правила сдвига позволило не только объяснить причину существования большого числа изотопов у радиоактивных элементов, но и предугадывать существование и свойства еще не открытых продуктов их распада. Руководствуясь этим законом, Ф. Содди [7] и К. Фаянс [8], оба в 1913 г., предсказали свойства урана  $X_2$ ; в том же году уран  $X_2$  был открыт **независимо** Фаянсом совместно с Герингом [9], Ганом и Мейтнер [10] и, наконец, Флеком [11]» (Старосельская-Никитина, 1963, с.189).

**135. Изобретение эффективного ртутного диффузионного насоса.** Эффективный ртутный диффузионный насос создали независимо друг от друга американский ученый, лауреат Нобелевской премии по химии за 1932 год, Ирвинг Ленгмюр (1881-1957) и советский физик Станислав Антонович Боровик (1882-1958). Сообщение об изобретении «инжектора ртутного пара для получения высокого разрежения» С.А. Боровик сделал на заседании отделения физики Русского физико-химического общества 13 сентября 1916 г.

В.П. Леонов в книге «Введение в физику и технологию элементной базы ЭВМ и компьютеров» (2008) пишет: «В 1905 г. был изобретен первый механический вакуумный насос Геде, а в 1914-1916 гг. американский физик Ирвинг Лэнгмюр и профессор Петроградского университета С.А. Боровик, **независимо друг от друга**, разработали ртутный диффузионный насос, который мог создавать давление в  $10^{-7}$  мм ртутного столба» (Леонов, 2008, с.27).

**136. Теоретическое предсказание дифракции электронов.** Традиционно считается, что дифракция электронов была теоретически предсказана французским ученым Луи де Бройлем, автором концепции корпускулярно-волнового дуализма вещества. Однако независимо от него это же предсказание сделал Альберт Эйнштейн (что неудивительно, поскольку еще до работ Луи де Бройля он подчеркивал необходимость разработки компромиссной теории, объединяющей корпускулярные и волновые представления о свете).

Д.Н. Трифонов, А.Н. Кривомазов и Ю.И. Лисневский в книге «Учение о периодичности и учение о радиоактивности. Комментированная хронология важнейших событий» (1974) пишут о событиях 1925 года: «А. Эйнштейн (в Германии) **независимо от Л. де Бройля** предсказал явление дифракции электронов: «По-видимому, пучок газовых молекул, проходящий через некоторое отверстие, должен отклониться, подобно световому лучу». Эйнштейн отмечал также, что подобное явление может наблюдаться, когда длина волны сравнима с размерами отверстия» (Трифонов и др., 1974, с.132).

Об этом же сообщает Абрахам Пайс в 24-й главе своей книги «Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна» (1989): «При подготовке этой главы я натолкнулся на воспоминания Паули, где он упомянул об одном из высказываний Эйнштейна на физической конференции, проходившей в Инсбруке в 1924 г. По словам Паули, на этой конференции Эйнштейн предложил «искать явления дифракции и интерференции в молекулярных пучках» [P1]. Мне удалось установить, что конференция проходила с 21 по 27 сентября. Это заинтересовало меня – оказывалось, что Эйнштейн пришел к идее о корпускулярно-волновом дуализме вещества другим путем, **независимо от де Бройля**. Де Бройль защищал диссертацию в ноябре. Если Паули не подвела память, то значит Эйнштейн сделал свое замечание за два месяца до защиты де Бройля» (Пайс, 1989, с.419).

**137. Экспериментальное открытие дифракции электронов.** Кто обнаружил дифракцию электронов в эксперименте? Это сделали независимо друг от друга трое ученых – американский физик Клинтон Дэвиссон (1881-1958), английский физик Джордж Паджет Томсон (1892-1975) и советский физик Петр Саввич Тартаковский (1895-1940). В 1937 г. Клинтон Дэвиссон и Джордж Томсон были удостоены Нобелевской премии за свое

открытие. К сожалению, третий первооткрыватель дифракции электронов П.С. Тартаковский не получил данную награду (что, конечно, несправедливо).

О том, что Клинтон Дэвиссон проводил свои исследования независимо от Джорджа Томсона, сообщает В.Чолаков в книге «Нобелевские премии: ученые и открытия» (1986): «Наконец, 6 января 1927 г. Дэвиссон вместе с Лестером Джермером получил четкую картину рассеяния электронов, хорошо согласующуюся с теорией. В то же самое время профессор Абердинского университета Джордж Паджет Томсон, **независимо от группы Дэвиссона** открыл явление дифракции электронов. Лишь месяц спустя после своих американских коллег он также получил убедительные доказательства волнового характера этих частиц. Картины рассеяния, полученные Дэвиссоном и Томсоном, были очень похожи на изображения, получаемые при дифракции рентгеновского излучения, причем эксперименты в этих двух исследованиях ставились по-разному. В то время как Дэвиссон изучал отражение медленных электронов от кристаллов никеля, Томсон исследовал прохождение быстрых электронов через металлическую фольгу. По дифракционным картинам можно было вычислить длину волны, соответствующую движущимся электронам» (Чолаков, 1986, с.53-54).

Теперь приведем работы, освещающие тот факт, что независимо от Дэвиссона и Томсона аналогичный результат получил П.С. Тартаковский. Александра Федоровна Смык в монографии «От волн де Бройля к квантовой механике» (2013) пишет: «**Независимо от Томсона** эксперименты по прохождению электронного пучка через металлическую фольгу вел П.С. Тартаковский [163]. В 1926-1927 гг. в Ленинградском Физтехе молодой сотрудник Тартаковский самостоятельно, без соавторов ставил опыты по наблюдению дифракции медленных электронов с энергиями до 1700 эВ на поликристаллах никеля и алюминия. Результаты экспериментов, в которых Тартаковский наблюдал рассеяние электронов при прохождении тонкой металлической фольги, были опубликованы в 1928 г. Тартаковский ссылается на статью Томсона и дает подробное описание экспериментов по дифракции электронов [163]. В 1932 г. была опубликована книга Тартаковского «Экспериментальные основания волновой теории материи» [164], в это время он уже являлся профессором Томского государственного университета и возглавлял кафедру теоретической физики» (Смык, 2013, с.139-140).

Здесь [163] – Тартаковский П.С. Волновые взгляды на природу материи и опыт // Успехи физических наук. – 1928. - Том 7. - № 3. – С.338-360.

[164] – Тартаковский П.С. Экспериментальные основания волновой теории материи. – Ленинград-Москва: ГТТИ, 1932. – 152.

Об этом же сообщают Н.Н. Петров и И.И. Петрова в статье «Рыцарь новой физики (к 100-летию со дня рождения П.С. Тартаковского)» («Вестник РАН», 1995, том 65, № 5): «В начале 20-х годов А. Комптон экспериментально доказал, что свет обладает как волновыми, так и корпускулярными свойствами. Но выдвинутая в 1924 г. гипотеза де Бройля о волновых свойствах электрона еще ждала экспериментального подтверждения. И в 1928 г. Тартаковский **почти одновременно** с американскими учеными К. Дэвиссоном и Л. Джермером начал опыты по обнаружению дифракции электронов. Американцы наблюдали дифракционную картину при отражении электронов от монокристалла никеля, а Тартаковский – при прохождении медленных электронов сквозь тонкую алюминиевую фольгу. Эта работа, выполненная нашим соотечественником **независимо от Дж. П. Томсона**, зарегистрировавшего явление дифракции при прохождении быстрых электронов сквозь пленку золота (1927), - реальный вклад в экспериментальное обоснование волновых свойств электрона» (Петров, Петрова, 1995, с.444).

Индуктивный характер открытия П.С. Тартаковского и его зарубежных коллег подтверждается многочисленными источниками, где детально анализируются эксперименты, индуктивно натолкнувшие на мысль о дифракции электронов. В.А. Бедняков в статье «Где у отдельно взятого электрона волновые свойства?» («Письма в ЭЧАЯ», 2021, том 18, № 4 (236)) говорит о Дэвиссоне и Джермере: «Они изучали угловую

зависимость интенсивности пучка электронов, отраженного от поверхности кристалла, и обнаружили, что это распределение электронов сходно с распределением интенсивности рентгеновских лучей (пятна Лауэ) при дифракции на кристалле. В 1928 г. Дж. П. Томсон (Нобелевский лауреат) и **независимо от него** П.С. Тартаковский исследовали кольца Дебая - Шеррера, возникающие при прохождении пучка электронов через тонкую поликристаллическую мишень» (Бедняков, 2021, с.322).

Об этом же сообщает Д.И. Вайсбурд в статье «Томская научная школа радиационной физики диэлектриков. Часть 1» («Известия Томского политехнического университета», 2005, том 308, № 2): «Тартаковский Петр Саввич известен миру науки, прежде всего, тем, что в 1926-1928 гг. одним из первых поставил и осуществил знаменитые опыты по прямому наблюдению дифракции электронов. Он пропускал малоинтенсивные электронные пучки сквозь тончайшие металлические фольги (золотые, медные и др.) и наблюдал на фотопластинках четкие, ярко выраженные дифракционные кольца, фотография которых из публикаций Тартаковского воспроизведена в учебнике Э.В. Шпольского «Атомная физика», том 1, 1984 г. **Практически одновременно**, с разницей не более, чем полгода, опыты по дифракции электронов осуществили Клинтон Джозеф Дэвиссон в США и Джордж Паджет Томсон в Англии [2]. <...> Д.П. Томсон прямо наблюдал в том же 1927 г. дифракционные кольца, которые создавал поток электронов, прошедших через тонкие металлические фольги, так же как П.С. Тартаковский. Этот эксперимент получил название «Опыты Томсона и Тартаковского» [2]. В 1937 г. К.Д. Дэвиссон и Д.П. Томсон удостоены Нобелевской премии. Вне сомнений, третьим должен был быть П.С. Тартаковский. Но шел 1937 г., сталинское руководство уже выстроило «железный занавес» между нашей страной и капиталистическим Западом. Культурные и научные контакты были сведены к минимуму» (Вайсбурд, 2005, с.217).

Дополнительная литература по теме:

- Ташлыкова-Бушкевич И.И. Физика. Часть 1. – Минск: МГУИР, 2008. – 182 с.

**138. Открытие эффекта Рамзауэра – Таунсенда (явления аномально слабого рассеяния медленных электронов атомами нейтральных газов).** Этот эффект впервые наблюдал в 1921 году немецкий физик Карл Рамзауэр (1879-1955) при изучении рассеяния электронов атомами аргона, а позже эффект наблюдался и в других веществах. К. Рамзауэр исследовал зависимость сечения упругого рассеяния электрона в зависимости от его энергии. При уменьшении энергии в соответствии с классической механикой сечение должно возрастать, однако в эксперименте при энергиях электронов меньше 16 электронвольт наблюдалось уменьшение сечения практически до нуля. Независимо этот же эффект в 1921 г. обнаружил английский физик Джон Таунсенд (1868-1957). Были и другие ученые, наблюдавшие указанный эффект, который не может быть описан с точки зрения классической механики (его открытие сыграло важную роль при становлении квантовой механики).

Макс Джеммер в книге «Эволюция понятий квантовой механики» (1985), обращая внимание на то, что Вальтер Эльзассер был одним из первых исследователей, правильно объяснивших данный эффект, отмечает: «...Эльзассер понял также, что странные экспериментальные результаты Рамзауэра [206] можно объяснить интерференцией волн де Бройля; кстати говоря, подобные результаты были **независимо получены** примерно в то же время Таунсендом и Бейли [207], а также Чаудхури [208]. Согласно этим исследованиям для медленных электронов с энергией меньше 25 эВ сечение рассеяния на благородных газах, в частности, на аргоне уменьшится так, как будто атом становится совершенно прозрачным для электронов. Строго говоря, «эффект Рамзауэра» или «эффект Рамзауэра - Таунсенда», как стали позже называть это явление, был замечен уже в 1914 г. А. Акессоном, бывшим студентом Ю.Р. Ридберга и М. Зигбана в Лундском университете. Работая над диссертацией [209] на звание доктора философии в лаборатории Ленарда в Гейдельберге, Акессон обнаружил, что эффективное сечение рассеяния для некоторых газов с

уменьшением энергии электронов убывает не в соответствии кинетической теорией» (Джеммер, 1985, с.246).

О независимости исследований Карла Рамзауэра и Джона Таунсенда сообщают также Г. Месси и Е. Бархоп в монографии «Электронные и ионные столкновения» (1958): «Эффект почти полной прозрачности инертных газов с большим атомным весом для электронов с энергией порядка 1 эВ открыли **независимо друг от друга** Рамзауэр [4, 5] и Таунсенд и Бэйли [11], причем последние применили более косвенный метод измерения  $Q$  (описанный в § 6-8)» (Месси, Бархоп, 1958, с.15).

Здесь  $Q$  – среднее значение потери энергии за одно столкновение электрона с атомом инертного газа.

Аналогичные сведения можно найти в книге В.В. Власова «Элементарные процессы в плазме газового разряда» (2008), где автор констатирует: «В ксеноне, криптоне и аргоне сечение рассеяния [электронов] падает до очень низких значений при энергиях порядка 1 эВ. На столь заметную прозрачность в узком интервале энергий, наблюдаемую и в некоторых других газах, впервые обратил внимание Рамзауэр и **независимо от него** Таунсенд и Бейли в 1922 г., которые воспользовались при измерениях другим, диффузионным методом. Эта особенность, позже получившая название «эффект Рамзауэра - Таунсенда», противоречит классической теории рассеяния, которая предсказывает монотонное увеличение сечения при уменьшении энергии бомбардирующих электронов» (Власов, 2008, с.50).

**139. Открытие эквивалентности матричной механики Гейзенберга и волновой механики Шредингера.** Вернер Гейзенберг, создатель матричной механики, первоначально думал, что его теория несовместима с волновой механикой, разработанной Эрвином Шредингером. Аналогично, Шредингер до определенного времени скептически относился к результатам Гейзенберга, полагая, что они не согласуются с волновым уравнением (знаменитым уравнением Шредингера). Однако в 1926 г. целый ряд ученых сделали важное открытие – они обнаружили эквивалентность теоретических построений Гейзенберга и Шредингера. Эту эквивалентность выявили независимо друг от друга Вольфганг Паули, венгерский физик и математик Корнелиус Ланцош (1893-1974), американский физик Карл Генри Эккарт (1902-1973) и, наконец, сам Эрвин Шредингер.

Л.И. Пономарев в книге «Под знаком кванта» (2005) пишет: «С течением времени точки зрения сторонников матричной и волновой механик сближались. Сам Шредингер доказал их математическую эквивалентность еще в марте 1926 г., и **независимо от него** к тому же выводу пришли Карл Эккарт в Америке, Корнелиус Ланцош и Вольфганг Паули в Германии» (Пономарев, 2005, с.186).

Об этом же сообщает Макс Джеммер в книге «Эволюция понятий квантовой теории» (1985): «Ради исторической точности следует упомянуть также, что, по свидетельству Грегора Вентцеля [310], математическую эквивалентность матричной и волновой механики **независимо установил** также Вольфганг Паули» (Джеммер, 1985, с.270).

Приведем еще один источник. Абрахам Пайс в книге «Гении науки» (2002) повествует: «Появляется очевидный вопрос: какова связь между двумя теориями, успешной матричной механикой Гейзенберга и не менее успешной волновой механикой Шредингера? Совсем немного времени понадобилось на то, чтобы не один, а **сразу несколько** физиков доказали, что эти две теории, фактически, эквивалентны. Одним из них был Паули, не опубликовавший свой результат, потому что Шредингер сделал это раньше [87]. Но несколькими коллегами он написал о том, что **независимо от Шредингера** пришел к тому же выводу (более детально это отражено в работе 86)» (Пайс, 2002, с.284).

Здесь [86] – работа Э. Шредингера (1926); [87] – письмо В. Паули, адресованное П. Иордану (1926).

**140. Формулировка идеи о существовании спина электрона.** Гипотезу о существовании спина электрона (который первоначально понимался как способность электрона вращаться вокруг своей оси) выдвинули независимо друг от друга нидерландский физик Ральф Крониг (1904-1995) и ученики Пауля Эренфеста – Джордж Уленбек (1900-1988) и Самуэль Гаудсмит (1902-1978). Уленбек и Гаудсмит – соотечественники Р. Кронига.

Поль Дирак в статье «Происхождение квантовой теории поля» (П. Дирак, «Воспоминания о необычайной эпохе», 1990) пишет: «Одним из первых был Ральф де Лаер Крониг. Ему пришла в голову мысль, что, помимо движения по орбите, электрон может вращаться вокруг своей оси. Он работал тогда с Вольфгангом Паули и рассказал ему об этом. Паули сказал: «Нет, это совершенно невозможно», - и разгромил Кронига. **Совершенно независимо** та же идея пришла двум молодым голландским физикам, Джорджу Уленбеку и Самуэлю Гаудсмиту, которые работали в Лейдене у профессора Пауля Эренфеста. Они написали небольшую статью о спине электрона и показали ее Эренфесту. Идея очень понравилась Эренфесту» (Дирак, 1990, с.95-96).

Об этом же сообщает Макс Джеммер в книге «Эволюция понятий квантовой механики» (1985): «Так или иначе, если статья Стонера о распределении электронов сыграла важную роль в открытии принципа запрета, то, в свою очередь, статья Паули о принципе запрета повлияла на открытие спина. Действительно, концепция вращающегося (spinning) электрона была выдвинута (только для того, чтобы быть отвергнутой) Кронигом и позднее, так сказать, **переоткрыта** Гаудсмитом и Уленбеком под влиянием работы Паули. В январе 1925 г. Р. Крониг, бывший в то время стипендиатом Колумбийского университета (США), приехал в Тюбинген, тогдашнюю спектроскопическую Мекку, чтобы поработать с Ланде, Герлахом и Баком [219]. Ланде только что получил «большое и очень интересное письмо» от Паули с подробностями о принципе запрета и введении четырех квантовых чисел. Когда Крониг увидел это письмо и прочитал замечания Паули о моменте импульса  $i$  с возможными значениями  $l + \frac{1}{2}$  и  $l - \frac{1}{2}$ , ему сразу же пришло в голову, что разница между полным моментом импульса  $i$  и орбитальным моментом импульса  $l$  «может рассматриваться как внутренний момент импульса» электрона. Крониг предположил также, что этому внутреннему моменту импульса, который он объяснил динамически как обусловленный вращением электрона вокруг своей оси, сопутствует магнитный момент величиной в один боровский магнетон» (Джеммер, 1985, с.149-150).

Этот же факт (факт независимости исследований Кронига и Уленбека) рассматривает М.А. Ельяшевич в статье «Периодический закон Д.И. Менделеева, спектры и строение атома» (сборник «Периодический закон и строение атома», 1971). Автор, в частности, отмечает: «Гипотеза о спине электрона была предложена в 1925 году **независимо** Уленбеком и Гаудсмитом, с одной стороны, и Кронигом, с другой [42, стр.242 и 303], и опубликована сначала Уленбеком и Гаудсмитом [54] и лишь позднее Кронигом [55]. Эта гипотеза, как известно, была всесторонне подтверждена экспериментально, в частности, огромным спектроскопическим материалом, и затем получила свое обоснование в релятивистской квантовой механике» (Ельяшевич, 1971, с.102-103).

Уместно также сослаться на воспоминания самого первооткрывателя спина электрона. С. Гаудсмит в статье «Открытие спина электрона» (УФН, 1967, том 93, № 1) приводит фрагмент письма, с которым физик Люэлин Томас (1903-1992) обратился к нему, Гаудсмиту, в марте 1926 года: «Похоже, что Крониг более года назад думал о вращающемся электроны и что-то разработал по этому вопросу. Первый человек, которому он это показал, был Паули. Паули высмеял всё дело до такой степени, что первый человек стал и последним, и никто больше об этом ничего не услышал» (Гаудсмит, 1967, с.157).

Дополнительная литература по теме:

- И.Е. Тамм в дневниках и письмах к Наталии Васильевне // Природа. – 1995. - № 7.

**141. Открытие дисперсионных соотношений в классической электродинамике.** Указанные дисперсионные соотношения вывели независимо друг от друга два голландских

физика - Хендрик Крамерс (1894-1952) и упомянутый выше Ральф Крониг. Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) говорит о Ральфе Крониге: «Независимо от С. Гаудсмита и Дж. Уленбека пришел (начало 1925) к понятию спина электрона. В 1926 **независимо от Х. Крамерса** получил дисперсионные соотношения в области классической электродинамики (соотношения Крамерса - Кронига). <...> В 1939 независимо от Дж. Ван Флека предложил механизм спин-решеточной релаксации (механизм Кронига – Ван Флека)» (Храмов, 1983, с.145).

**142. Изобретение метода Бриллюэна – Вентцеля – Крамерса (метода ВКБ).** Метод ВКБ – это квазиклассическое приближение, то есть метод вычисления в квантовой механике, в котором волновая функция Шредингера представлена как показательная функция, квазиклассически расширенная. Этот метод изобрели независимо друг от друга немецкий физик Грегор Вентцель (1898-1978), французский ученый Леон Бриллюэн (1889-1969) и упомянутый выше голландец Хендрик Крамерс.

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о Крамерсе: «Принимал участие в разработке математического формализма квантовой механики. В 1926 **независимо** от Л. Бриллюэна и Г. Вентцеля предложил метод нахождения приближенных собственных функций одномерного уравнения Шредингера, устанавливающий связь со старыми правилами квантования Бора – Зоммерфельда (метод Бриллюэна – Вентцеля – Крамерса, или БВК)» (Храмов, 1983, с.143).

Об этом же сообщает М. Джеммер в книге «Эволюция понятий квантовой механики» (1985): «В то время казалось странным, что решение уравнения Шредингера на собственные значения давало для водорода совершенно точно боровские уровни энергии: было нелегко понять, как столь различные методы, как методы Бора и Шредингера, могли привести к тождественным результатам. Загадка была решена с помощью нового приближенного метода волновой механики, который был предложен Г. Вентцелем [314] вскоре после публикации статей Шредингера, **независимо выдвинут** Бриллюэном [315], усовершенствован Крамерсом [316] и получил название «метода ВКБ» [317]» (Джеммер, 1985, с.271).

Этот же вопрос рассматривают И.В. Андрианов, Р.Г. Баранцев и Л.И. Маневич в книге «Асимптотическая математика и синергетика: путь к целостной простоте» (2004). Указанные авторы подробно описывают эволюцию метода ВКБ: «...В 20-х гг. XX в. удалось четко установить, что переход от волновой оптики к геометрической связан с пренебрежением длиной волны  $\lambda$  ( $\lambda \rightarrow 0$ ) по сравнению с размерами объекта. Поскольку для видимого света  $\lambda$  имеет порядок  $10^{-7}$  м, во многих случаях геометрическая оптика оказывается хорошим приближением к реальности. Математический переход от волновой оптики к геометрической осуществляется при помощи метода ВКБ (Вентцеля – Крамерса - Бриллюэна)» (Андрианов и др., 2004, с.88).

Далее авторы сообщают: «На примере метода ВКБ интересно проследить, насколько трудно установить автора того или иного асимптотического метода [347, 490]. Действительно, этот метод, насколько известно, впервые применил для исследования эллиптического движения планет вокруг Солнца Франческо Карлини (1783-1846) в 1817 г. На это не обратили особого внимания, хотя в 1850 г. Якоби восстановил работу Карлини в немецком переводе. В 1837 г. Жак Лиувилль (1808-1882) и Георг Грин (1793-1841) снова открыли этот метод, усовершенствованный в 1912 г. Рэлеем (1842-1919), а в 1915 г. – немецким физиком Рихардом Гансом. Наиболее систематические результаты получил в 1924 г. Гарольд Джеффрис (1891-1989) [170]. Однако эти работы остались незамеченными, а название метод получил после публикации в 1926 г. статей Грегора Вентцеля (1898-1978), Хендрика Антони Крамерса (1889-1969) и Леона Бриллюэна (1889-1969). Предыдущие решения, в частности, весьма общее решение Джеффриса, не были замечены. Да и сам Джеффрис в 1956 г. отмечал, что «просмотрел (упустил – Н.Н.Б.) более ранние исследования Ганса» (там же, с.89).

Здесь [347] – Томилова А.Е. История возникновения и развития метода ВКБ // Вопросы теории, истории и методики преподавания. – Ленинград: Ленинградский педагогический институт, 1988. – С.61-68.

Приведем еще один источник. Н. Фреман и П.У. Фреман в книге «ВКБ-приближение» (1967) повествуют: «Приближенный математический метод, связывающий классическую механику с квантовой, - в этой книге мы называем его ВКБ-приближением – известен уже давно. Его возникновение связано еще с работами Карлини (1817), Лиувилля (1837) и Грина (1837). Затем метод развивался многими авторами, и сегодня по нему имеется обширная литература» (Н. Фреман, П.У. Фреман, 1967, с.9). Далее авторы отмечают: «По-видимому, важные в теоретическом отношении результаты, а именно так называемые формулы сопряжения, были получены Гансом (1915), но затем были **переоткрыты независимо** Джеффрисом (1923) и Крамерсом (1926). В 1926 г. Бриллюэн, Вентцель и Крамерс ввели этот метод в квантовую механику, применив его к волновому уравнению Шредингера. С тех пор большинство исследователей, работающих в области теоретической физики, называют этот метод методом ВКБ, хотя даже из тех немногих замечаний по поводу развития теории, которые были сделаны выше, очевидно, что это название не является вполне подходящим. Некоторые авторы пытались ввести в употребление другие названия, как, например, приближение Лиувилля – Грина или метод фазового интеграла» (там же, с.9).

**143. Формулировка идеи о том, что классическая механика и электродинамика не позволяют описать атомные процессы для элементов (начиная с гелия).** Одним из авторов данной идеи является Макс Борн (1882-1970), предложивший статистическую интерпретацию волновой функции Шредингера, которая принесла ему в 1954 г. Нобелевскую премию по физике. Он понял, что понятие траекторий электронов в атоме – понятие, которое использовали Нильс Бор и Арнольд Зоммерфельд в ранней квантовой модели атома, - не имеет смысла. Неэффективность этого понятия (невозможность наблюдать траектории электронов в атоме) своевременно осознал также Вернер Гейзенберг, выдвинувший свой принцип наблюдаемости. Однако следует отметить, что независимо от Макса Борна и Вернера Гейзенберга неприменимость понятий классической механики и электродинамики в атомной физике установил советский ученый Сергей Анатолиевич Богуславский (1883-1923).

Н.А. Капцов в статье «Воспоминания о С.А. Богуславском» (сборник «История и методология естественных наук», выпуск 3 (физика), 1965) пишет о пребывании С.А. Богуславского в Геттингене: «Трудно описать, с каким уважением относились к нему – как ученому и человеку – его геттингенские друзья – профессора Борн, Франк и др., с каким вниманием выслушивались его выступления на коллоквиуме Физического института Геттингенского университета. Да и не только Геттингенского. В то время, когда волновая механика еще не оформилась окончательно, Богуславский, продолжая работать над применением теории Бора к атому гелия, окончательно убедился в невозможности получить согласное с опытом решение данной задачи на основе классической механики и электродинамики. Он выступил с доказательством своего вывода на коллоквиуме в Физическом институте Берлинского университета и после рассказывал, как на этом же заседании выступили пришедшие к аналогичному заключению немецкие физики, вследствие чего он решил не печатать статью по этому вопросу» (Капцов, 1965, с.256).

**144. Открытие закона Ленгмюра – Богуславского.** Американский физик, лауреат Нобелевской премии, Ирвинг Ленгмюр, занимаясь проблемами электровакуумной техники и исследуя зависимость тока вакуумного диода от напряжения, установил, что этот ток пропорционален напряжению, возведенному в степень  $3/2$ . Впоследствии этот факт получил название «закон степени трех вторых». Независимо от Ленгмюра этот же закон открыл Сергей Анатолиевич Богуславский (упомянутый выше).



Н.А. Капцов в статье «Воспоминания о С.А. Богуславском» (сборник «История и методология естественных наук», выпуск 3 (физика), 1965) повествует о работах, опубликованных С.А. Богуславским в трудах Всесоюзного электротехнического института (ВЭИ): «В «Трудах» этого института были напечатаны две его работы, носившие прикладной характер: «О влиянии магнитного поля на силу термоионных токов», ч. I и II и «О влиянии пространственных зарядов на силу термоионных токов». Обе эти задачи были вызваны запросами, возникшими при изготовлении и практическом использовании так называемых катодных ламп. Решение второго из этих вопросов для цилиндрического триода Богуславский получил одновременно с американским физиком Ленгмюром, но **независимо от последнего** и в значительно более простой, наглядной и изящной форме» (Капцов, 1965, с.255-256).

**145. Разработка теории, в которой волновая функция уравнения Шредингера приобретает статистическое толкование.** Статистическая трактовка волновой функции Шредингера – исключительная заслуга Макса Борна: именно этот результат принес ему (пусть и с запозданием) Нобелевскую премию по физике. Но независимо от него к идее о статистической природе волновой функции пришел британский физик Поль Дирак (1902-1984).

Макс Джеммер в книге «Эволюция понятий квантовой механики» (1985) пишет: «Итак, доказывая волново-механический эквивалент адиабатической теоремы, согласно которой для бесконечно медленных возмущений вероятность перехода равна нулю, Борн сформулировал две теоремы, которым было суждено сыграть фундаментальную роль в дальнейшем развитии квантовой теории, ее интерпретации, ее теории измерений, а именно: (1) теорему о спектральном разложении, согласно которой каждой компоненте  $\psi_n$  в разложении  $\psi$  (суперпозиции) соответствует возможное состояние движения; (2) теорему об интерференции вероятностей, согласно которой физический смысл имеют не только абсолютные значения коэффициентов разложения, но и их фазы. Эти результаты были тогда же **независимо получены** Дираком [34] и включены в теорию преобразований квантовой механики, представлявшую собой обобщение всех известных к тому времени форм матричной и волновой механики» (Джеммер, 1985, с.283-284).

Об этом же сообщает сам Поль Дирак в книге «Воспоминания о необычайной эпохе» (1990): «На Сольвеевском конгрессе 1927 года обсуждался еще один важный вопрос – о физической интерпретации квантовой механики. Разгорелось, конечно, немало дискуссий между теми, кто считал, что результаты квантово-механического подхода должны содержать неопределенность, и теми, кто выступал против возникновения какой бы то ни было неопределенности в фундаментальных явлениях природы. Я высказал свою точку зрения, основанную на моей работе об общей интерпретации квантовой механики. Эта работа сразу позволила интерпретировать квадрат модуля волновой функции как вероятность получения определенного результата в любом наблюдении над атомной системой» (Дирак, 1990, с.38).

**146. Предсказание новой элементарной частицы – антипротона.** После того, как в 1932 г. американский физик Карл Андерсон открыл позитрон – частицу, теоретически предсказанную Полем Дираком, разумно было предположить (руководствуясь аналогией) существование антипротона – частицы, являющейся зеркальным отражением протона. Это предположение высказал Дирак (1933). Независимо от него аналогичную гипотезу выдвинул советский физик Яков Ильич Френкель (1894-1952).

Перед нами 1-й том сборника «Лауреаты Нобелевской премии по физике. Биографии, лекции, выступления» (2005). В данном сборнике содержится Нобелевская лекция Поля Дирака под названием «Теория электронов и позитронов», в которой он аргументирует мысль о существовании антипротона. Дирак, в частности, говорит: «Теория электронов и позитронов, которую я только что обрисовал в общих чертах, является самосогласованной

теорией, которая соответствует известным сегодня экспериментальным фактам. Нам бы хотелось иметь такую же удовлетворительную теорию протонов. Это потребовало бы существования отрицательно заряженных протонов, образующих зеркальное отражение обычных положительно заряженных протонов» (Дирак, 2005, с.527). «В любом случае, - продолжает ученый, - я думаю, что отрицательный протон может существовать, так как теорией уже определено, что имеется полная и совершенная симметрия между положительными и отрицательными зарядами. Если эта симметрия действительно по природе фундаментальна, всегда должен быть противоположный заряд у любых частиц» (там же, с.527).

О том, что Я.И. Френкель совершенно самостоятельно пришел к мысли о существовании антипротона, сообщается в сборнике «Я.И. Френкель. Воспоминания, письма, документы» (1986). В этом сборнике представлено его письмо, адресованное П. Дираку и написанное весной 1933 года, уже после экспериментального открытия позитрона. В письме Яков Ильич рассуждает, обращаясь к английскому физiku: «Что вы думаете о протонах? Если их следует трактовать как элементарные частицы, то тогда мы должны предположить также и существование отрицательных протонов. <...> И если, далее, нейтроны должны трактоваться как элементарные частицы, удовлетворяющие принципу Паули, должны быть также и «антинейтроны», которые соответствуют дыркам в почти заполненном распределении нейтронов в состояниях с отрицательной энергией» (Френкель, 1986, с.353).

Отметим, что антипротон экспериментально открыт в 1955 г. командой Эмилио Сегре – итальянского физика, когда-то работавшего вместе с Э. Ферми в Риме, но затем перебравшегося в США. Открытие стало возможно благодаря использованию протонного ускорителя на 6 ГэВ. Эта машина, названная беватроном, была запущена в Лаборатории имени Лоуренса в Беркли в 1954 г. А спустя год Э. Сегре и его коллеги уже получили первые антипротоны, обстреливая протонами медную мишень.

**147. Открытие безызлучательного перехода электрона в атоме.** Речь идет о переходе молекулы или атома из высокоэнергетического состояния в более низкоэнергетическое без испускания фотона. Такой переход часто называют внутренней конверсией энергии. Эту конверсию открыл французский физик Пьер Оже (1899-1993). Независимо от него аналогичный переход описала австрийская женщина-физик Лиза Мейтнер (1878-1968).

С.И. Рогожников в статье «Женщина, которую называли «матерью атомной бомбы» (журнал «Химия и жизнь», 2013, № 4) пишет: «В 1920-х годах Мейтнер предлагает теорию строения ядер, согласно которой в их состав входят альфа-частицы, протоны и электроны, и открывает безызлучательный переход, получивший впоследствии название «эффект Оже» (по имени французского ученого Пьера Оже, открывшего его **независимо** двумя годами позже)» (С.И. Рогожников, 2013).

Об этом же сообщают А.А. Онищенко и М.С. Керимова в статье «Знакомая незнакомя Лиза Мейтнер» (сборник материалов Международной научно-практической конференции «Роль женщины в развитии современной науки и образования», 2016): «В 1920-х годах Мейтнер предлагает теорию строения ядер, согласно которой в их состав входят альфа-частицы, протоны и электроны, и открывает безызлучательный переход, получивший впоследствии название «эффект Оже» (по имени французского ученого Пьера Оже, открывшего его **независимо** двумя годами позже)» (Онищенко, Керимова, 2016, с.582).

**148. Открытие эффекта комбинационного рассеяния света.** Эффект комбинационного рассеяния света экспериментально обнаружили независимо друг от друга индийские физики Венката Раман (совместно с К.С. Кришнаном), с одной стороны, и советские ученые Леонид Исаакович Мандельштам (1879-1944) и Григорий Самуилович Ландсберг (1890-1957) – с другой. В 1930 г. Венката Рамана награжден Нобелевской премией.

Отечественные ученые этой премии не получили. Индийские физики пришли к мысли о возможности комбинационного рассеяния света по аналогии с эффектом Комптона. Л.И. Мандельштам пришел к той же идее по аналогии с явлением модуляции радиоволн звуковыми колебаниями.

В.Я. Френкель в статье «Встречи» (сборник «Воспоминания о И.Е. Тамме», 1995) приводит точку зрения И.Е. Тамма по поводу оценки открытия, сделанного советскими физиками: «Он считал вопиюще несправедливым решение Нобелевского комитета отметить премией работу только одного Рамана. Игорь Евгеньевич подчеркивал, что исследования Л.И. Мандельштама и Г.С. Ландсберга, выполненные практически одновременно с Раманом и совершенно **независимо от него**, отличались большей глубиной, содержали не только описание эффекта, но и правильное его истолкование» (Френкель, 1995, с.376).

О независимости исследований индийских и советских ученых сообщает также С.Э. Фриш в книге «Сквозь призму времени» (1992): «...Мандельштам переехал в Москву, где получил профессию в университете. В Москве совместно с Ландсбергом он открыл комбинационное рассеяние света. Это явление, наблюдаемое **одновременно** индийским физиком Раманом, впоследствии было неправильно связано с именем одного только Рамана. В действительности значение работ советских физиков больше: Раман ограничился описанием фактической стороны явления, в то время как Мандельштам дал его теоретическое толкование» (Фриш, 1992, с.350-351).

Прочитываем еще одну работу. Г.С. Ландсберг в статье «Исследования Л.И. Мандельштама в области оптики и молекулярной физики» (сборник «Академик Л.И. Мандельштам. К 100-летию со дня рождения», 1979) пишет: «Само собой разумеется, что явление комбинационного рассеяния света должно иметь место не только в кристаллах, но и при всех состояниях вещества, ибо оно связано с наличием собственных колебаний молекул, обусловленных квазиупругими связями между отдельными атомами, составляющими молекулу. Индийский физик Раман, подошедший к вопросу совсем по другому пути, - он искал оптическую аналогию так называемому эффекту Комптона - пришел одновременно с нами и **независимо от нас** к аналогичным экспериментальным результатам, исследуя жидкие тела» (Ландсберг, 1979, с.93-94).

**149. Построение теории рэлеевского рассеяния (рассеяния света на звуке).** Эффект рассеяния света на звуке, который можно охарактеризовать как модуляцию света звуковыми волнами, теоретически предсказали независимо друг от друга Л.И. Мандельштам и французский физик Леон Бриллюэн (упоминавшийся выше).

В примечаниях к «Автобиографии» Л.И. Мандельштама (сборник «Физики о себе», 1990) сообщается следующее: «Независимо и до Рамана и Кришнана, в 1928 г., он вместе с Г.С. Ландсбергом открыл эффект комбинационного рассеяния света в кристаллах; предсказал эффект и построил теорию так называемого рэлеевского рассеяния (дисперсия «света на звуке», 1926 г., **независимо от Л. Бриллюэна**; явление было обнаружено на опыте позднее, в 1930 г., в работах Л.И. Мандельштама, Г.С. Ландсберга и Е.Ф. Гросса)» («Физики о себе», 1990, с.69).

Об этом же пишет Е.Л. Фейнберг в статье «Родоначальник (о Леониде Исааковиче Мандельштаме)» (УФН, 2002, том 172, № 1). Автор говорит о Мандельштаме: «...Заметим, что **независимо от него** в 1922 г. во Франции этот эффект тоже предсказал французский физик Л.Бриллюэн. Поэтому он известен в физике под именем эффекта Мандельштама – Бриллюэна. Даже ныне продолжается его изучение, причем с появлением лазеров стало возможным изучать его более детально и использовать для других исследований, в том числе для прикладных целей» (Фейнберг, 2003, с.98).

Аналогичные сведения можно найти в 4-ом томе книги Д.В. Сивухина «Общий курс физики» (2005): «Тонкая структура линий рэлеевского рассеяния была предсказана **независимо друг от друга** Л.И. Мандельштамом и Л. Бриллюэном. По свидетельству Г.С.

Ландсберга, Л.И. Мандельштам выполнил свою работу еще в 1918 г., хотя краткая заметка о ней появилась значительно позже, в 1926 г., когда часть найденных Л.И. Мандельштамом результатов была уже опубликована Бриллюэном (1922 г.). Мандельштам и Ландсберг пытались на опыте обнаружить предсказанное явление при рассеянии света в кварце. Качественно им удалось констатировать существование явления. Однако недостаточная разрешающая способность их спектральной аппаратуры не позволяла исследовать его количественно» (Сивухин, 2005, с.646).

Сошлемся на еще одну работу. А.И. Цаплин в книге «Фотоника и оптоинформатика» (2012) пишет: «Спонтанное рассеяние света на тепловых акустических волнах было рассмотрено Бриллюэном еще в 1922 году. (Одновременно с Бриллюэном и **независимо от него** рассеяние света в твердых телах теоретически исследовал Л.И. Мандельштам). Вынужденное рассеяние, когда акустическая волна, рассеивающая свет, сама возбуждается этим светом, было открыто в 1964 году» (Цаплин, 2012, с.128).

**150. Экспериментальное открытие дифракции света на ультразвуковых волнах.** Дифракцию света на ультразвуковых волнах экспериментально обнаружили французские ученые Пьер Бикар (1901-1992) и Рене Август Люка (1898-1990) и независимо от них выдающийся нидерландский физик, лауреат Нобелевской премии, Петер Дебай (1884-1966). В исследованиях Дебая, приведших к открытию, принимал участие американский физик Фрэнсис Уэстон Сирс (1898-1975).

О.А. Старосельская-Никитина в книге «Поль Ланжевэн» (1962) пишет: «В 1934 г. П. Бикар и Р. Люка выступили в Колледж де Франс с докладом на тему об «Ультразвуке и дифракции света». Из этого доклада, напечатанного в журнале «Ревю д'Акустик» (1934 г., № 5) [103], стало ясно, что физики-теоретики приступили уже не только к изучению влияния упругих волн на распространение световых, но что с 1932 г. начались экспериментальные исследования, которые привели **одновременно и независимо** Дебая и Сирса в Америке [105], Люка и Бикара во Франции [106] к открытию явлений дифракции света на ультразвуковых волнах. Эта новая и чрезвычайно сложная проблема представляла тогда исключительный интерес, поскольку дифракция света на ультразвуковых волнах тесно связана с изучением рассеяния света жидкостями» (Старосельская-Никитина, 1962, с.151-152).

Об этом же сообщает С.М. Рытов в статье «Л.И. Мандельштам и учение о модуляции» (сборник «Академик Л.И. Мандельштам. К 100-летию со дня рождения», 1979): «В 1932 г. Дебай и Сирс в Америке, Люка и Бикар во Франции открыли дифракцию света на ультразвуковых волнах. Может быть, лучше сказать, не открыли, а получили на опыте то, что предсказывал в 1921 г. Леон Бриллюэн, и что еще ранее знал и предвидел Л.И. В чем заключается явление? Ультразвуковая волна представляет собой прозрачную слоистую структуру чередующихся уплотнений и разрежений. Свет, падающий параллельно (или почти параллельно) волновым поверхностям ультразвука, претерпевает рефракцию, причем двоякого рода – во-первых, лучи, прошедшие через уплотнения, больше запаздывают по фазе, чем лучи, прошедшие через разрежения; во-вторых, лучи искривляются, так как непрерывно преломляются в среде с изменяющимся показателем преломления. В результате световая волна, вышедшая из ультразвукового столба, несет на себе печать ультразвука в виде периодических – с периодом  $\Lambda$  (длины волны ультразвука) изменений фазы и амплитуды» (Рытов, 1979, с.164).

**151. Формулировка идеи о возможности определения электронных уровней внутри кристаллической решетки путем исследования спектров поглощения твердых тел.** Указанную идею сформулировал советский физик Иван Васильевич Обреимов (1894-1981). Независимо от него это сделали зарубежные исследователи (например, немецкий физик Петер Прингсгейм). Н.Н. Семенов и А.Ф. Иоффе в «Отзыве о научных трудах И.В. Обреимова» (сборник «Физики о себе», 1990) пишут: «...Наиболее крупным и имеющим

самое фундаментальное значение для развития физики твердых тел является цикл работ, начатых Обреимовым в 1927 г. и ведущихся в настоящее время в Харькове, в созданной Обреимовым криогенной лаборатории УФТИ. Одновременно с Беккерелем в Голландии и Принсгеймом в Германии и совершенно **независимо от них** Обреимов выдвинул идею, что, исследуя спектры поглощения твердых тел при низких температурах, можно будет получить линейчатую структуру и таким образом определить электронные уровни внутри кристаллической решетки» (Семенов, Иоффе, 1990, с.204).

**152. Открытие сверхвысокочастотных колебаний при исследовании работы электронных ламп.** Генерацию электромагнитных колебаний в СВЧ-диапазоне открыли независимо друг от друга немецкий электротехник Генрих Георг Баркгаузен (1881-1956) и советский ученый Сергей Илларионович Зилитинкевич (1894-1981). Отметим, что С.И. Зилитинкевич был крупным специалистом в области радиотехники и электроники, заведовал кафедрой технической физики Ленинградского педагогического института (1930-1934).

О независимых исследованиях Баркгаузена и Зилитинкевича сообщается в книге «Формирование радиоэлектроники» (1988), написанной под редакцией В.М. Родионова: «История распорядилась так, что впервые генерация электромагнитных колебаний СВЧ была получена в устройствах, которые сегодня называют электронными мазерами [5, с.1416]. Эти колебания были обнаружены Г. Баркгаузеном и К. Курцем в 1919 г. при исследовании обычных триодов, в которых сетка находилась под положительным потенциалом по отношению к аноду и катоду [6]. **Независимо** С.И. Зилитинкевич в Ленинграде обнаружил аналогичные колебания в усилительных лампах с сетками [7]. Баркгаузен объяснял механизм колебаний в таком генераторе тем, что вылетевшие из катода электроны ускорялись сеткой, но, пройдя ее, возвращались обратно тормозящим полем в пространстве сетка – анод, проскакивали сетку в обратном направлении, разворачивались, вновь ускорялись сеткой, проходили ее, вновь тормозили и т.д. Такие колебания электрона около сетки происходили до тех пор, пока он не попадал на нее. Каждый электрон был подобен маятнику, совершавшему в общем случае нелинейные колебания, обусловленные электростатическими полями между электродами» («Формирование радиоэлектроники», 1988, с.302-303).

О самостоятельном открытии С.И. Зилитинкевича пишут также Д.И. Трубецков и А.Е. Храмов во 2-ом томе книги «Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков» (2004): «Остановимся чуть подробнее на механизме колебаний, обнаруженных немецкими физиками Баркгаузеном и Курцем в 1919 г. при исследовании обычных триодов, в которых сетка находилась под положительным потенциалом по отношению к аноду и катоду. **Независимо** С.И. Зилитинкевич [4] в Ленинграде обнаружил аналогичные колебания в усилительных лампах с сетками. Баркгаузену принадлежит и первое объяснение механизма колебаний в таком генераторе. Вылетевшие из катода электроны ускоряются сеткой, но, пройдя ее, возвращаются обратно тормозящим полем в пространстве сетка – анод; проскакивают сетку в обратном направлении, разворачиваются, вновь ускоряются сеткой, проходят ее, вновь тормозятся и т.д.» (Трубецков, Храмов, 2004, с.10).

Здесь [4] – Зилитинкевич С.И. Колебательный электронный режим внутри триода // Телеграфия и телефония без проводов. – 1923. - № 18. – С.2.

Приведем еще один источник. Изобретатель отражательного клистрона Н.Д. Девятков в статье «Пути развития электроники сверхвысоких частот в Советском Союзе» (журнал «Известия вузов. Радиофизика», 1958, том 1, № 3) пишет: «Наиболее перспективными оказались пути развития электроники СВЧ на основе электронных ламп. Впервые генерирование электромагнитных колебаний СВЧ электронными лампами было получено в Германии Баркгаузеном и Курцем в 1919 году. Несколько позже, но **независимо от них**, в Ленинграде С.И. Зилитинкевич [1] при исследовании усилительных ламп с сетками также обнаружил сверхвысокочастотные колебания. Эти колебания возникали при

положительном потенциале на сетке и отрицательном потенциале на аноде лампы. Возникновение колебаний Зилитинкевич объяснял так же, как и Баркгаузен и Курц, колебательным движением электронов около положительно заряженной сетки» (Девятков, 1958, с.4).

Здесь [1] – Зилитинкевич С.И. // Телеграфия и телефония без проводов. – 1923. - № 18.

**153. Введение понятия дислокации в теорию твердого тела.** Понятие дислокации появилось в теории твердого тела благодаря трем разным исследователям, работавшим независимо друг от друга. В частности, это сделали английский физик Джеффри Инграм Тейлор (1886-1975), венгерский ученый Эгон Орован (1902-1989) и австро-венгерский химик и философ Майкл Полани (1891-1976).

Джек Коллинз в монографии «Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение» (1984) пишет: «В 1934 г. Тейлор, Орован и Полани [26] – три исследователя, **работавшие независимо**, - предложили практически одно и то же объяснение несоответствию, доставлявшему много беспокойства. Они предположили возможность существования дефектов кристаллической решетки, которые способны двигаться под действием удивительно малых напряжений, вызывая пластическую деформацию. Эти несовершенства решетки были названы дислокациями, а понятие подвижности дислокаций явилось тем недостающим звеном, которое, в конце концов, поставило теорию дислокаций над всеми предшествующими теориями. Основанные на использовании этого понятия интенсивные исследования, проводившиеся более четверти века, убедительно доказали существование дислокаций во всех материалах» (Коллинз, 1984, с.47-48).

Об этом же сообщает Роберт Кан в книге «Становление материаловедения» (2011): «В 1934 г. был изобретен новый вид дефектов кристаллической решетки – дислокация (**независимо** тремя исследователями), и тремя годами позже ее существование было подтверждено. Дислокация может быть вкратце описана как элементарный (но не единственный) вектор пластической деформации в кристаллах. Она изменила понимание процесса деформации, особенно после того, как Коттрел разработал теорию упругого взаимодействия дислокаций [Cottrell, 1953]» (Кан, 2011, с.69). В другом месте книги автор поясняет свою мысль: «...Орован, Полани и Тейлор в 1934 году **независимо друг от друга** для устранения существенного несовпадения между измеренными и исчисленными напряжения пластического течения в монокристаллах металлов постулировали существование дислокаций» (там же, с.212).

Независимость работ Д. Тейлора, Э. Орована и М. Полани освещается также в книге В.А. Займовского и Т.Л. Колупаевой «Необычные свойства обычных металлов» (1984), где авторы констатируют: «Постепенность распространения сдвига по плоскости скольжения обеспечивается особым рода дефектами кристаллической решетки, так называемыми дислокациями. Представление о дислокациях впервые появилось в 1934 г. в теоретических работах Поляни, Орована и Тейлора, опубликованных одновременно, но выполненных **независимо друг от друга**. Это представление позволило преодолеть вопиющее противоречие между реальным сопротивлением сдвигу и теоретическим. А с начала 50-х годов открывается подлинная «дислокационная эпоха» в металлофизике. Появляются мощные приборы – электронные микроскопы, позволяющие непосредственно убедиться в существовании дислокаций в металлах и изучать их поведение» (Займовский, Колупаева, 1984, с.69).

**154. Открытие механизма размножения дислокаций.** Механизм размножения дислокаций установили независимо друг от друга британский физик-теоретик Чарльз Франк (1911-1998) и его коллега Вильям Торнтон Рид, автор книги «Дислокации в кристаллах» (опубликованной на русском языке в 1957 г.).

В.А. Займовский и Т.Л. Колупаева в книге «Необычные свойства обычных металлов» (1984) пишут: «Остроумный механизм размножения дислокаций был предложен английскими физиками Франком и Ридом, которые пришли к этой идее в 1950 г. практически **одновременно и независимо**. Утверждают, что разница составила всего несколько часов, но мы не знаем точно, кто из них был первым. Поэтому механизм размножения дислокаций назвали именем обоих ученых – механизм Франка - Рида» (Займовский, Колупаева, 1984, с.77).

Об этом же сообщают И.А. Одинг и В.Н. Геминев в статье «Прочность и пластичность металлов» (журнал «Природа», 1958, № 3): «Механизм возникновения дислокаций во время пластической деформации был открыт в 1953 г. **независимо друг от друга** Франком и Ридом. Если дислокация при своем движении встречает какие-либо нарушения строения решетки: трещины, внедренные атомы, другие дислокации, лежащие в других плоскостях и т.п., то она закрепляется в этих точках, другие же ее точки продолжают двигаться. Если дислокация закрепились в двух точках D и D', она под действием напряжения  $\tau$  будет продолжать расширяться и выпучиваться, представляя своеобразную плоскую аналогию выдуваемого из трубки мыльного пузырька. Такая, закрепленная в двух точках, дислокация называется дислокационным источником Франка-Рида» (Одинг, Геминев, 1958, с.21).

Этот же вопрос рассматривает Роберт Кан в книге «Становление материаловедения» (2011): «С самого начала было совершенно непонятно, как относительно немногочисленные дислокации, растущие в кристаллах, во время пластической деформации могут резко увеличивать свою концентрацию (плотность) более чем в тысячу раз. Сейчас принято думать, что причиной этого явления служит источник Франка – Рида – сегмент линии дислокации между двумя точками закрепления (образованными другими дислокациями, непараллельными к плоскости источника), который быстро движется под напряжением, проходит полный круг и возвращается к своей начальной форме, чтобы вновь всё повторить. Чарльз Франк (Franck) (1911-1998) оставил краткий и выразительный рассказ о том, каким образом эта структура получила свое имя [Franck, 1980]. Франк и его будущий соавтор Торнтон Рид (Read), который в то время работал в лабораториях компании Bell, познакомились друг с другом в 1950 году в отеле в Питтсбурге. Сразу же после того, как Франк прочитал в Корнелльском университете лекцию, в которой описал структуру источника дислокаций, ему передали в отеле, что Рид хочет что-то ему сказать. Рид высказал в **точности ту же** идею. Сравнив, они обнаружили, что накануне в течение одного и того же часа у них были одинаковые мысли. В этой связи хозяин отеля заметил: «Очевидно, вам следует написать совместную работу», что они и сделали (Franck and Read, 1950). Вот такое редкое и удивительное **совпадение**» (Кан, 2011, с.134).

Дополнительная литература по теме:

- Инденбом В.Л., Орлов А.Н. Физическая теория пластичности и прочности // Успехи физических наук. – 1962. - Том 76. - № 3.

**155. Открытие магнитного метода получения низких температур (охлаждение тел путем адиабатического размагничивания).** Авторами данного метода являются Петер Дебай (Нобелевская премия по химии за 1936 год) и Уильям Фрэнсис Джиок (Нобелевская премия по химии за 1949 год). П. Дебай не скрывал того, что Уильям Джиок (1895-1982) открыл метод адиабатического размагничивания как инструмент получения низких температур независимо от него.

В статье «Магнитный метод получения весьма низких температур» (УФН, 1935, том 15, № 2) П. Дебай пишет: «Магнитный метод получения весьма низких температур **независимо от меня** был предложен Джиоком [4], располагавшим также возможностями для экспериментального осуществления этой идеи. Опыты в этом направлении были предприняты в дальнейшем де Гаазом в Лейдене и Симоном в Оксфорде. Потребовалось довольно много времени, прежде чем были достигнуты благоприятные результаты, но в последнее время успех экспериментов оказался весьма значительным» (Дебай, 1935, с.200).

Здесь [4] – работа У.Ф. Джиока (1927).

Об этом же сообщают Е. Амблер и Р.П. Хадсон в статье «Магнитное охлаждение» (УФН, 1959, том 67, № 3): «Область температур ниже 1°К представляет собой широкое и сравнительно новое поле физического исследования. В нее можно эффективно проникнуть только при помощи процесса «магнитного охлаждения». Около 30 лет назад, в 1926 г., Дебай и Джиок **независимо друг от друга** высказали мысль о том, что обратимые эффекты изменения температуры, наблюдающиеся при намагничивании некоторых парамагнитных солей, могут быть использованы для получения температур, лежащих намного ниже температур, которые можно получить при помощи жидкого гелия. Первые эксперименты, выполненные этим методом, были поставлены Джиоком и Мак-Дугаллом в 1933 г., и с этого времени магнитное охлаждение стало обычной низкотемпературной методикой...» (Амблер, Хадсон, 1959, с.445).

Приведем еще два источника. Ю.Н. Стародубцев в книге «Магнитомягкие материалы. Энциклопедический словарь-справочник» (2011) указывает: «Магнитокалорический эффект используется в системах магнитного охлаждения для достижения низких температур вблизи абсолютного нуля и для создания магнитных холодильников, работающих при комнатной температуре. Дебай (1926) и **независимо** Джиок (1927) первыми предложили метод магнитного охлаждения, а Джиок и Макдугалл (1933) реализовали его на практике» (Стародубцев, 2011, с.234).

Аналогичные сведения содержатся в книге Ю.А. Храмова «Физики. Биографический справочник» (1983), где автор пишет о П. Дебае: «В 1926 **независимо** от У. Джиока предложил для получения температур ниже 1К метод адиабатического размагничивания парамагнетиков (метод магнитного охлаждения)» (Храмов, 1983, с.99).

**156. Открытие областей спонтанной намагниченности, то есть доменов в ферромагнетике.** Доменную структуру ферромагнетиков экспериментально обнаружили независимо друг от друга два исследователя – советский физик Николай Сергеевич Акулов (1900-1976) и американский физик Фрэнсис Биттер (1902-1967).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) говорит о Николае Сергеевиче Акулове: «Сформулировал (1928) закон индуцированной анизотропии, играющий большую роль в современной теории магнитных материалов. В 1934 **независимо** от Ф. Биттера предложил метод магнитной металлографии и экспериментально доказал существование областей спонтанного намагничивания ферромагнетиков» (Храмов, 1983, с.8).

Об этом же сообщает В.В. Кудрявцев в докторской диссертации «Научные школы в отечественной радиофизике: зарождение, развитие, творческое наследие» (2018): «Н.С. Акулов сформулировал закон магнитной анизотропии (1928 г.), играющий большую роль в современной теории магнитных материалов, в 1934 г. **независимо** от Ф. Биттера – предложил метод магнитной металлографии и экспериментально доказал существование областей спонтанного намагничивания ферромагнетиков» (Кудрявцев, 2018, с.208).

Индуктивный характер открытия подтверждается в следующем источнике (в котором описывается эксперимент, проведенный Н.С. Акуловым). Н.С. Перов в книге «Николай Сергеевич Акулов» (2003) повествует: «Особо следует отметить совместную работу Н.С. Акулова с М.В. Дехтярем [22], в которой **независимо от Ф. Биттера** были приведены непосредственные доказательства существования областей спонтанной намагниченности (доменов) в ферромагнетике. Структура доменов была проявлена следующим образом: полированный кристалл ферромагнетика покрывался коллоидной взвесью ферромагнитного порошка и помещался под микроскоп, дающий увеличение в несколько сотен раз. Рассмотрение поверхности кристалла в микроскоп показало, что коллоидные частицы ферромагнитного порошка оседают вдоль определенных линий, формируя правильный узор. Образование этого узора объясняется тем, что на поверхности ферромагнитного тела имеются магнитные поля рассеяния, возникающие на границах



областей спонтанной намагниченности. Эти градиентные магнитные поля притягивают ферромагнитные частицы коллоида и проявляют доменные границы. Такой метод визуализации структуры доменных границ получил название «метод Акулова - Биттера». Метод порошковых фигур, конечно же, имел ограниченные возможности как в силу достаточно больших размеров частичек порошка, так и в силу стационарности картины, не позволяющей изучать процессы перемагничивания и движения доменных границ. Тем не менее, полученные экспериментальные факты дали толчок к теоретическому изучению доменных структур и появлению в середине 30-х годов широко известной работы Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица о структуре доменных границ ферромагнетиков» (Перов, 2003, с.18).

Здесь [22] – работа Н.С. Акулова и М.В. Дехтяря (1932).

**157. Открытие доменной структуры в жидких кристаллах.** Доменную структуру жидких кристаллов (из которых состоят экраны современных телевизоров) открыли независимо друг от друга советский ученый Всеволод Константинович Фредерикс (1885-1944) и американский специалист Ричард Вильямс (род. 1927 г.). В.К. Фредерикс сделал указанное открытие в 1930 году, а Р. Вильямс – спустя почти 30 лет. Другими словами, Р. Вильямс, не зная о результатах советского ученого, заново открыл доменную структуру жидких кристаллов.

А.С. Сонин и В.Я. Френкель в книге «Всеволод Константинович Фредерикс» (1995) пишут о наблюдениях В.К. Фредерикса и его сотрудницы Валентины Васильевны Золиной: «Эти наблюдения имели очень важное значение, хотя количественных измерений Фредерикс и Золина сделать не сумели. Они впервые наблюдали возникновение периодической картины, важную роль в которой играет течение жидкого кристалла, возникающее вследствие анизотропии электропроводности. Теперь эту картину называют доменной структурой Вильямса, по имени американского физика, который спустя почти тридцать лет открыл это явление [125]. В полях большой напряженности Фредерикс и Золина наблюдали турбулентное движение жидкости, очень похожее на ее кипение. Микроскопические турбулентные вихри сильно рассеивали падающий свет, отчего препарат становился молочно-белым. Этот новый эффект тоже был **переоткрыт** спустя тридцать лет Хейльмейером [127] и получил название «динамическое рассеяние» (А.С. Сонин, В.Я. Френкель, 1995). В примечаниях авторы отмечают, говоря об открытии доменной структуры Вильямса: «Еще раньше этот эффект наблюдали Зверева и Капустин [126], поэтому в отечественной литературе их называют именами Капустина - Вильямса» (А.С. Сонин, В.Я. Френкель, 1995).

Здесь [125] – Williams R. Domains in liquid crystals // Journal of Chemical Physics. – 1963. – Vol.39. – P.384-388.

[126] – Зверева Г.Е., Капустин А.П. Поведение жидкокристаллического параазоксианизола в ультразвуковом и электрическом поле // Применение ультразвуки к исследованию вещества. Выпуск 15. – М.: 1961. – С.69-74.

[127] – Heilmeyer G., Goldmacher J. A New Electric-field-controlled reflective optical storage effect in mixed liquid crystal systems // Applied Physics Letters. – 1968. – Vol.13. – P.132-133.

Этот же вопрос обсуждается в статье А.С. Сониной и В.Я. Френкеля «Зачем вы подались в науку, Фредерикс?» (журнал «Природа», 1994, № 10): «В электрических полях выше критических Фредерикс и Золина обнаружили новый интересный эффект – возникновение периодической структуры (названной доменной). Эта структура создается вследствие периодических деформаций нематика, которые могут сопровождаться и периодическим течением вещества. В еще больших электрических полях течение нематика становится хаотичным, возникают микроскопические вихри, которые сильно рассеивают свет. Препарат становится молочно-белым. Этот эффект и образование доменной структуры были в 60-е годы **переоткрыты** американскими учеными, и им стало

приписываться их авторство. И это при том, что почти все основные работы Фредерикса и его сотрудников были опубликованы в немецких журналах и журналах СССР на иностранных языках» (Сонин, Френкель, 1994, с.92-93).

Аналогичные сведения можно найти в книге Г.М. Бартенева и С.Я. Френкеля «Физика полимеров» (1990), где авторы пишут: «Заметим, что Фредерикс впервые обнаружил в электрическом поле суперструктуры, которые назвал фестонами – это своего рода распад жидкости на отграниченные рои, границы между которыми образованы дисклинациями – аналогами дислокаций в обычных кристаллах, и в которых направления директоров меняются. Этот эффект был **«переоткрыт»** сравнительно недавно: Де Женн [243] фестоны Фредерикса уже именует доменами Вильямса; этот термин принят в зарубежной литературе» (Бартенев, Френкель, 1990, с.351).

Авторы приводят работы В.К. Фредерикса и его учеников, в которых изложено его открытие:

- Фредерикс В.К., Золина В. // ЖРФХО. – 1930. Серия физическая. – Том 62. – С.457.
- Цветков В. // ЖЭТФ. – 1939. – Том 9. – С.602.
- Цветков В., Сосновский А. // ЖЭТФ. – 1943. – Том 13. – С.353.

**158. Построение квантово-механической теории ферромагнетизма.** Квантовую теорию ферромагнетизма построили независимо друг от друга Вернер Гейзенберг и Яков Ильич Френкель (который, как отмечено выше, предсказал существование антипротона).

М.О. Горяев в книге «История физики от Архимеда до Эйнштейна» (2002) говорит о В. Гейзенберге: «Совместно с П. Дираком в 1928 г. выдвинул идею обменного взаимодействия и **независимо** от Я.И. Френкеля разработал первую квантово-механическую теорию ферромагнетизма, основанную на обменном взаимодействии электронов» (Горяев, 2002, с.82).

Об этом же сообщает И.К. Кикоин в книге «Рассказы о физике и физиках» (1986): «...В 1928 году Я.И. Френкель в Ленинградском физико-техническом институте и **почти одновременно** с ним немецкий физик Гейзенберг создали квантово-механическую теорию ферромагнетизма. Они показали, что на самом деле никакого молекулярного поля нет. Силы, которые ориентируют «элементарные магнитики» внутри доменов, - электрические силы специфического характера. Их называют теперь обменными силами. Небольшая статья об этом была опубликована Френкелем в 1928 году в июньском номере немецкого физического журнала «Zeitschrift für Physik», а в июльском номере этого же журнала появилась подробная статья Гейзенберга. Так что **независимо друг от друга** они создали теорию ферромагнетизма» (Кикоин, 1986, с.32).

Существуют и другие работы, в которых отмечается независимость исследований В. Гейзенберга и Я.И. Френкеля. Так, И.К. Кикоин в сборнике «Я.И. Френкель. Воспоминания, письма, документы» (1986) повествует о статье Я.И. Френкеля, посвященной квантовой теории ферромагнетизма: «Статья была опубликована в июне 1928 г., а буквально вслед за ней, в июле того же года, появилась статья Гейзенберга, где высказывались те же идеи, но уже с подробной математической разработкой. Основы господствующей сейчас общей теории ферромагнетизма были заложены Френкелем **одновременно с Гейзенбергом**, поэтому она и называется теорией Гейзенберга - Френкеля» (Кикоин, 1986, с.69).

Я.Г. Дорфман в очерке «Магнетизм», который содержится в 1-ом томе книги «Развитие физики в СССР» (1967) повествует: «...Ответственные за ферромагнетизм силы взаимодействия между спинами электронов (к тому времени было уже доказано, что носителями момента в ферромагнетиках являются спины) не могут быть магнитного происхождения. Но какова именно природа этого взаимодействия, оставалось всё же неизвестным. Этот фундаментальный вопрос был решен советским физиком Я.И. Френкелем (1928 г.) [12], опубликовавшим первую квантово-механическую теорию самопроизвольной намагниченности ферромагнетиков, основанную на «обменном» взаимодействии. Аналогичная теория **была независимо** вскоре опубликована немецким

физиком В. Гейзенбергом [13]. Таким образом, был наконец найден физический механизм взаимодействия спинов, приводящий к возникновению ферромагнетизма» (Дорфман, 1967, с.348-349).

**159. Формулировка концепции дырочной проводимости полупроводников.** Концепция дырочной проводимости полупроводников также не имеет одного-единственного автора, которому единолично принадлежал бы приоритет разработки названной концепции. Ее создали независимо друг от друга Яков Ильич Френкель и английский физик-теоретик немецкого происхождения Рудольф Пайерлс (1907-1995).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о Рудольфе Пайерлсе: «Совместно с другими положил начало современной квантовой теории магнитных свойств вещества и теории экситонов. В 1929 **независимо** от Я.И. Френкеля выдвинул идею дырочной проводимости. Известен также «моделью Пайерлса - Набарро» (Храмов, 1983, с.204).

Об этом же сообщает П.Н. Дробот в книге «История и философия нововведений (в области электронной техники)» (2012): «В 1928-1930 годах американский физик Феликс Блох, французский физик Леон Бриллюэн и английский физик-теоретик немецкого происхождения Рудольф Пайерлс изучали особенности поведения электронов в кристаллах и заложили основы зонной теории твердых тел. Пайерлс в 1929 году предложил концепцию дырочной проводимости полупроводников (**независимо** от Якова Френкеля). В дальнейшем теорию дырок развил английский физик Поль Дирак и немецкий физик Вернер Гейзенберг в середине тридцатых годов XX века» (Дробот, 2012, с.49).

**160. Разработка теории выпрямления тока.** Теорию выпрямления тока создали, по меньшей мере, три исследователя – английский физик Невилл Фрэнсис Мотт (1905-1996), немецкий инженер Вальтер Шоттки (1886-1976) и советский ученый Борис Иосифович Давыдов (1908-1963). К сожалению, Бориса Иосифовича Давыдова часто путают с Александром Сергеевичем Давыдовым (1912-1993), интересы которого иногда пересекались с интересами Б.И. Давыдова. Например, хотя в 1940-е годы А.С. Давыдов разрабатывал вопросы теории внутренней конверсии и распада атомных ядер, в послевоенное время он в основном занимался теорией взаимодействия экситонов с фононами и фотонами. Он – автор гипотезы о солитонном механизме транспорта энергии в биологических объектах (специалистам известен термин «давыдовские солитоны»). Тем не менее, А.С. Давыдов никогда не занимался теорией выпрямления тока. Автором этой теории («диффузионной теории выпрямления») является его однофамилец Б.И. Давыдов: именно он **независимо** от В. Шоттки и Невилла Мотта (который в 1977 г. удостоен Нобелевской премии по физике) разработал теорию выпрямления тока.

Б.М. Малашевич в монографии «50 лет отечественной микроэлектронике. Краткие основы и история развития» (2013) пишет: «В 1938 г. Мотт в Англии, Б. Давыдов в СССР, В. Шоттки в Германии **независимо друг от друга** сформулировали теорию выпрямляющего действия контакта металл – полупроводник. В 1939 г. Б. Давыдовым была опубликована работа «Диффузионная теория выпрямления в полупроводниках» (Малашевич, 2013, с.130-131).

Если не обращать внимания на то, что некоторые авторы путают Б.И. Давыдова и А.С. Давыдова, то можно привести следующие работы, в которых отмечается, что теория выпрямления тока была разработана в СССР **независимо** от британских и немецких ученых.

В.П. Леонов в книге «Введение в физику и технологию элементной базы ЭВМ и компьютеров» (2008) отмечает: «В конце 30-х годов прошлого века советский физик, украинский академик А.С. Давыдов, английский физик Невилл Ф. Мотт и немецкий физик Вальтер Шоттки **независимо друг от друга** показали, что в полупроводниковых материалах вблизи границы электронного и дырочного типа проводимостей имеет место обеднение носителями заряда. Возникает эффективный барьер для равновесных

электронов. Ток через такой p-n-переход проходит свободно в одном направлении, а в другом – плохо. Электрическое сопротивление перехода зависит от направления тока. Разработанная теория выпрямления тока в месте контакта веществ с разным типом проводимости получила блестящее экспериментальное подтверждение» (Леонов, 2008, с.83).

Об этом же сообщает А.А. Шука в учебном пособии «Электроника» (2008): «В конце 30-х годов три физика – советский Александр Сергеевич Давыдов, английский Невилл Фрэнсис Мотт и немецкий Вальтер Шоттки – **независимо друг от друга** предложили теорию контактных явлений. Оказывается, в полупроводниковых материалах вблизи границы дырочного и электронного типов полупроводников имеет место область обеднения носителями заряда. В этом месте возникает эффективный электронно-дырочный барьер для равновесных электронов, который не позволяет электронам и дыркам свободно «гулять» по полупроводнику. Через такую систему ток проходит свободно в одном направлении, а в другом - плохо» (Шука, 2008, с.167).

Приведем работу Б.И. Давыдова, в которой подробно освещается теория выпрямления тока:

- Давыдов Б.И. Советские исследования по электронным полупроводникам // Успехи физических наук. – 1947. - Том 33. - № 2. - С.157-164.

**161. Создание модели Ваннье – Мотта.** Речь идет о модели, в которой постулируется существование экситона, отличного от экситона Я.И. Френкеля, предсказанного в 1931 г. В указанной модели рассматривается экситон большого радиуса (предельный случай экситона вообще). Подобные квазичастицы возникают в полупроводниках за счет высокой диэлектрической проницаемости. Высокая диэлектрическая проницаемость приводит к ослаблению электростатического притяжения между электроном и дыркой, что и определяет большой радиус экситона. Эту модель разработали независимо друг от друга швейцарский физик-теоретик Грегори Ваннье (1911-1983) и упомянутый выше Невилл Мотт.

Б.П. Захарченя в статье «Открытие экситона – теория и эксперимент» (журнал «Физика и техника полупроводников», 1984, том 18, № 11) пишет: «Концепция экситонов развивалась вслед за Френкелем работами Пайерлса [4], Слэйтера и Шокли [5]. Очень важная модель была предложена Грегори Ваннье [6] – теоретиком из Принстона и **независимо** Невиллом Моттом [7], работавшим тогда в Бристольском университете. Модель экситона Ваннье – Мотта хорошо известна физикам, занимающимся полупроводниками. Характерной особенностью экситона Ваннье – Мотта является его большой радиус. Кулоновское взаимодействие двух легких частиц, двигающихся по водородоподобным орбитам, ослаблено диэлектрической постоянной кристалла. Несмотря на то, что размеры орбит возбужденных состояний в сотни и даже в тысячи раз превосходят размеры элементарной ячейки, дальнедействующие кулоновские силы связывают электрон и дырку. Поскольку в работах Френкеля говорилось о возбуждении, локализованном на узле решетки, то после работ Ваннье и Мотта стали разделять экситоны на экситоны Френкеля (экситоны малого радиуса) и экситоны Ваннье – Мотта (экситоны большого радиуса). Однако принципиальной разницы между этими двумя физическими моделями нет» (Захарченя, 1984, с.1940-1941).

Эти же вопросы обсуждает Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983). Автор пишет о Грегори Ваннье: «Исследовал молекулярные и кристаллические структуры, локализацию электронов в твердом теле, фазовые переходы. В 1937 **независимо** от Н. Мотта развил представление о связанном состоянии электрона из зоны проводимости и дырки из валентной зоны (экситон Ванье - Мотта)» (Храмов, 1983, с.56).

**162. Построение многоэлектронной теории металлов.** Многоэлектронную теорию металлов разработал советский физик, доктор физико-математических наук Семен Петрович Шубин (1908-1938). Независимо от него аналогичную теорию создал английский физик-теоретик Джон Хаббард (1931-1980). Однако английский исследователь сделал это спустя 30 лет после работ С.П. Шубина. Можно сказать, что Хаббард заново получил ряд результатов, установленных в СССР в 1930-х годах.

Академик Ю.А. Изюмов в статье «Щедрость ума и души» (газета «Наука Урала», № 19-20 (1024), сентябрь 2010 г.) пишет о крупном отечественном физике, академике РАН Сергее Васильевиче Вонсовском (1910-1998): «С.В. многократно пытался довести до сведения международного сообщества приоритет Шубина в создании многоэлектронной теории металлов. Работы Шубина и Вонсовского были опубликованы перед войной и оказались вне поля зрения западных физиков. Надо сказать, они сильно опередили время. Спустя 30 лет после них появилась серия статей Хаббарда, где ряд их результатов был **переоткрыт**, и теперь то, что Шубин и Вонсовский называли «полярная модель», в литературе именуется моделью Хаббарда. Успеху и бурному развитию модели Хаббарда способствовало три обстоятельства. Во-первых, она была сформулирована на языке вторичного квантования, ставшем общим языком в теории многих тел. Во-вторых, Хаббард максимально упростил модель, оставив в ней лишь самое необходимое – взаимодействие электронов на одном узле. В-третьих, к началу 1960-х годов появилось много реальных систем, к которым она оказалась применимой. Это различные классы узкозонных магнетиков и ВТСП-материалы. Просто время ее пришло» (Ю.А. Изюмов, 2010).

**163. Предсказание кинетического обмена электронов за счет виртуального перескока на соседние узлы.** Заслугой Сергея Петровича Шубина (упомянутого выше) является формулировка идеи о возможности кинетического обмена электронов за счет виртуального перескока на соседние узлы кристаллической решетки. Независимо от него – чуть позже – аналогичную идею высказали советский математик и физик Николай Николаевич Боголюбов (1909-1992) и американский ученый Филип Андерсон (1923-2020), получивший в 1977 г. Нобелевскую премию по физике.

Академик Ю.А. Изюмов в статье «Щедрость ума и души» (газета «Наука Урала», № 19-20 (1024), сентябрь 2010 г.) говорит о многоэлектронной теории металлов («полярной модели»), созданной С.П. Шубиным и С.В. Вонсовским: «...Три главных результата были получены еще в полярной модели: переход из металлического состояния в диэлектрик при увеличении кулоновского отталкивания (моттовский переход); дробность атомного магнитного момента благодаря конкуренции внутриатомного обмена и перескоков электронов с узла на узел; кинетический обмен электронов за счет виртуального перескока на соседние узлы (**переоткрыт** Н. Боголюбовым в 1949 и Ф. Андерсоном в 1951 году)» (Ю.А. Изюмов, 2010).

Аналогичные сведения содержатся в статье В.Ю. Ирхина «Семен Петрович Шубин: оборванный восход» (сборник «Физика металлов на Урале», 2012), где автор сообщает: «Работы Шубина заложили основы многоэлектронной теории твердого тела. Его идеи остались недооцененными, через много лет они **переоткрывались** и развивались за рубежом. Однако ничего не пропадает даром. Полвека спустя концепции многоэлектронной модельной физики пережили второе рождение в связи с открытием новых веществ с необычными свойствами, таких, как высокотемпературные сверхпроводники, органические проводники, решетки Кондо, системы с тяжелыми фермионами» (Ирхин, 2012, с.37).

**164. Открытие р-n-перехода в полупроводниках.** Часто его называют электрон-дырочным переходом. Это область соприкосновения двух полупроводников с разными типами проводимости – дырочной и электронной. Энергетические процессы в р-n-переходах являются основой работы полупроводниковых приборов с нелинейной вольт-

амперной характеристикой. Явление р-п-перехода было открыто в 1939 г. американским инженером Расселом Шумейкером Олом (Russell Shoemaker Ohl, 1898-1987) и независимо советским физиком Вадимом Евгеньевичем Лашкаревым (1903-1974).

Александр Микеров в статье «Первые полупроводниковые приборы» (журнал «Control Engineering Россия», 2020, № 5 (89)) описывает открытие, сделанное сотрудником лаборатории Bell Labs: «...В конце 1930-х гг. уже было твердо установлено, что добавки мышьяка или индия превращают чистый кремний в полупроводник п- или р-типа соответственно. Более удивительным было то, что, как обнаружил сотрудник той же лаборатории Рассел Ол (Russell Ohl) в 1939 г., в одном и том же слитке могут быть образованы зоны разной проводимости, на границе которых находится р-п-переход» (Микеров, 2020, с.86).

Об этом же сообщает А.А. Щука в статье «Развитие транзисторной технологии. От точечного к нанотранзистору!» (журнал «Электроника: наука, технология, бизнес», 2007, № 7). Автор повествует о событиях 1930-х годов: «К этому времени удалось экспериментально получить слиток кремния, проводимость которого с одной стороны была электронной (р-типа), а с другой - дырочной (п-типа). Вехой в истории науки стал 1935 год, когда сотрудник фирмы Bell Telephone Labs Рассел Оль вырезал из середины такого слитка образец, содержащий р-п-переход – основу современных дискретных диодов, транзисторов и сверхбольших интегральных микросхем» (Щука, 2007, с.111-112).

Теперь приведем несколько источников, освещающих заслуги Вадима Евгеньевича Лашкарева, открывшего электрон-дырочный переход совершенно самостоятельно. Александр Нитусов в статье «Транзисторная история» (журнал «PC Week/RE», № 41 (599), ноябрь 2007 г.) пишет: «В 1938 г. украинский академик Б. И. Давыдов и его сотрудники предложили диффузионную теорию выпрямления переменного тока посредством кристаллических детекторов, в соответствии с которой оно имеет место на границе между двумя слоями проводников, обладающих р- и п- проводимостью. Далее эта теория была подтверждена и развита в исследованиях В. Е. Лашкарева, проведенных в Киеве в 1939-1941 гг. Он установил, что по обе стороны «запорного слоя», расположенного параллельно границе раздела медь - оксид меди, находятся носители тока противоположных знаков (явление р-п-перехода), а также что введение в полупроводники примесей резко повышает их способность проводить электрический ток. Лашкарев открыл и механизм инжекции (переноса носителей тока) - явления, составляющего основу действия полупроводниковых диодов и транзисторов. Его работа была прервана начавшейся войной, однако по ее окончании Лашкарев вернулся в Киев и в 1946 г. возобновил исследования. Вскоре он открыл биполярную диффузию неравновесных носителей тока в полупроводниках, а в начале 1950-х изготовил первые точечные транзисторы в лабораторных условиях» (А.Нитусов, 2007).

Аналогичные сведения можно найти в статье Н.Н. Боголюбова, Б.М. Вула, С.Г. Калашникова и др. «Памяти Вадима Евгеньевича Лашкарева» (УФН, 1975, том 117, № 2), где авторы сообщают: «В 1939 г. Вадим Евгеньевич по приглашению АН УССР возвращается в Киев, где возглавляет отдел полупроводников в ИФ АН УССР и кафедру физики в университете. Его научное направление снова круто меняется, однако уже через короткое время появляется его классическая работа по исследованию запирающего слоя меднозакисных выпрямителей методом термозонда. Этим методом был **обнаружен** р-п-переход (сам термин появился много позже), всё значение которого для физики и техники полупроводников выяснилось лишь впоследствии» (Боголюбов и др., 1975, с.377).

Открытие В.И. Лашкарева обсуждается также в статье М.И. Баранова «Антология выдающихся достижений в науке и технике. Часть 42» (журнал «Электротехника и электромеханика», 2018, № 1): «...Следует указать то, что научное открытие р-п перехода в кристаллическом кремнии было совершено в 1940 г. сотрудниками американской лаборатории «Bell Labs» Расселом Олом и Джоном Скаффом [17]. Эти физики-твердотельщики установили, что легирование поверхности кристалла кремния атомами

бора приводит к его позитивной р-проводимости, а атомами фосфора – к его негативной п-проводимости. Так были изобретены кремний р-типа и кремний п-типа, сыгравшие огромную роль в развитии твердотельной электроники [17]. В этой связи следует отметить то, что в 1941 г. **независимо от физиков США** украинский физик В.Е. Лашкарев разработал теорию «запирающего слоя» и инъекции носителей заряда на границе раздела меди и закиси меди [17]. Обнаруженные им опытным путем с помощью термозонда два типа проводимости в медно-закисном элементе указывали на наличие между ними переходного слоя, препятствующего прохождению тока [17]» (Баранов, 2018, с.7).

Дополнительная литература по теме:

- Малашевич Б.М. 50 лет отечественной микроэлектронике. Краткие основы и история развития. – М.: «Техносфера», 2013. – 800 с.

- Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Физические основы электроники. – СПб.: изд-во «Лань», 2013. – 560 с.

**165. Изобретение транзистора, то есть открытие транзисторного эффекта.** Практически во всех учебниках первенство изобретения транзистора отдается трем американским ученым, которые в 1956 г. были удостоены Нобелевской премии за это изобретение (открытие транзисторного эффекта). Это Джон Бардин (1908-1991), Уолтер Браттейн (1902-1987) и Уильям Шоккли (1910-1989). Однако независимо от них транзисторы как эффективные полупроводниковые усилители изобретали многие другие специалисты, в частности, немецкие инженеры Герберт Матаре (1912-2011) и Генрих Велькер (1912-1981).

Б.М. Малашевич в монографии «50 лет отечественной микроэлектронике. Краткие основы и история развития» (2013) пишет: «В первой половине 1930-х гг. точечные трех-электродные полупроводниковые усилители изобрели и изготовили, по крайней мере, двое радиолюбителей – канадец Ларри Кайзер и тринадцатилетний новозеландский школьник Роберт Адамс. Несколькими годами позже действующий кристаллический усилитель построили немцы Роберт Польш и Рудольф Хилш. Два немецких физика Герберт Матаре и Генрих Велкер, жившие тогда во Франции, в 1944-1945 гг. пришли к идее германиевого триода и после серии экспериментов в начале июня 1948 г. (до обнародования транзистора) изготовили **свой вариант** германиевого триода, названный ими транзитроном. В начале 1949 г. было организовано производство транзитронов, применялись они во французском телефонном оборудовании. Причем работали они лучше и дольше американских транзисторов. В Нижнем Новгороде О.В. Лосев (изобретатель кристадина) наблюдал транзисторный эффект в системе из трех-четырех контактов на поверхности кремния и карборунда» (Малашевич, 2013, с.132-133).

О том, что Г. Матаре и Г. Велькер независимо изобрели транзистор, сообщают также Л. Уильямс и У. Адамс в книге «Нанотехнологии без тайн» (2010): «В 1948 г. американские физики Джон Бардин (John Bardeen), Уолтер Х. Браттэйн (Walter H. Brattain) и Уильям Шоккли (William Shockley), которые в то время работали в компании Bell Telephone Laboratories, объявили об изобретении транзистора. В 1956 г. они получили Нобелевскую премию по физике «За исследования полупроводников и открытие транзисторного эффекта». (Практически одновременно с ними и **независимо от них** транзистор был создан также немецкими учеными Гербертом Матаре (Herbert Matare) и Хайнрихом Велькером (Heinrich Welker) из лаборатории компании Westinghouse в Париже). С тех пор придумано большое количество разных транзисторов» (Уильямс, Адамс, 2010, с.192).

Аналогичные сведения представлены в статье Александра Микерова «Рождение точечного транзистора» (журнал «Control Engineering Россия», 2020, № 6 (90)): «Параллельно с Bell Labs точечный транзистор при поддержке французского правительства в парижском филиале компании Westinghouse создали немецкие физики Герберт Матаре (Herbert Matare) и Генрих Велкер (Heinrich Welker) – под названием транзитрона, содержащего германиевый кристалл базы (Б) с контактами эмиттера (Э) и коллектора (К) в керамической трубке (1) с окном (2) [3, 4, 6]. Патент на это устройство был оформлен на

шесть месяцев позже Бардина и Браттейна, однако немецкие ученые работали **вполне самостоятельно**, поскольку все материалы Bell Labs были еще засекречены. Мелкосерийное производство транзисторов для телефонной связи началось в 1949 г. Точечные транзисторы были также **независимо созданы** в Праге в 1949 г. из немецких кристаллов германия [7]» (Микеров, 2020, с.78).

Здесь [3] – Быховский М.А. Развитие телекоммуникаций: на пути к информационному обществу. История развития электроники в XX столетии. – М.: «Либроком», 2012.

Приведем еще один источник. М.А. Шустов в книге «История электричества» (2019) констатирует: «В начале июня 1948 г. Г. Матаре и Г. Велкер создают стабильно работающий точечный транзистор. Их транзистор появляется на полгода позже, чем устройство Бардина и Браттейна, но **независимо от него**. О работе американцев Матаре и Велкер не могли знать, поскольку первое упоминание в прессе о «новом радиотехническом устройстве», вышедшем из Bell Telephone Laboratories, появилось только 1 июля 1948 г.» (Шустов, 2019, с.484).

**166. Изобретение гиротронов, то есть мазеров на циклотронном резонансе.** Мазеры на циклотронном резонансе, часто называемые гиротронами, создали независимо друг от друга несколько ученых. В СССР их изобрел Андрей Викторович Гапонов-Грехов (1926-2022), за рубежом - Р. Твисс, Дж. Шнайдер.

А.Д. Сушков в книге «Вакуумная электроника. Физико-технические основы» (2004) указывает: «В 50-х годах XX века **независимо друг от друга** А.В. Гапонов-Грехов и В.В. Железняков (СССР), Р. Твисс (Австралия) и Шнайдер (ФРГ) обосновали возможность получения когерентных (согласованных во времени) СВЧ-колебаний электронов, вращающихся и взаимодействующих с переменными электрическими полями на частотах, близких к циклотронной частоте или кратной ей. Реализация этой возможности привела к появлению нового класса мощных вакуумных СВЧ-приборов, получивших название мазеры на циклотронном резонансе (МЦР)» (Сушков, 2004, с.8).

Об этом же сообщают Д.И. Трубецков и А.Е. Храмов во 2-ом томе книги «Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков» (2004): «Итак, в 1958 г. Р. Твисс [7] первым указал на возможность усиления электромагнитной волны системой неравновесных электронов – осцилляторов на циклотронной частоте. Как отмечается в [8, с.527], в более ранней работе [9] уже имеется упоминание о механизме усиления, подробно описанном Твиссом [7]. В связи с чем в [8] делается вывод: «Можно безусловно предположить, что он понимал циклотронные мазеры перед 1958 г.» [8, с.527]. Твисс вывел формулу для коэффициента поглощения среды, показав возможность отрицательного поглощения. Некоторые исправления расчетов Твисса были приведены позднее в [10]. В 1959 г. **независимо от Твисса** и друг от друга А.В. Гапонов-Грехов [11, 12] и Дж. Шнайдер [13] теоретически показали возможность индуцированного излучения в потоке электронов, вращающихся в магнитном поле. Практически одновременно с теоретическими работами появились сообщения об экспериментальном наблюдении индуцированного циклотронного излучения [14-16]. <...> Подход Шнайдера был основан на квантово-механических представлениях, подход Гапонова-Грехова был классическим» (Трубецков, Храмов, 2004, с.12).

Здесь [11] – Гапонов А.В. Взаимодействие непрямолинейных электронных потоков с электромагнитными волнами в линиях передачи // Известия вузов. Радиофизика. – 1959. – Том 2. - № 3. – С.450.

[13] – Schneider J. Stimulated emission of radiation by relativistic electrons in a magnetic field // Physical Review Letters. – 1959. – Vol.2. – № 12. - P.504.

[14] – Гапонов А.В. // Доклад на сессии научно-технического общества радиотехники и электроники им. А.С. Попова. – М.: 1959.

Процитируем еще одну работу. В.П. Визгин, А.В. Кессених, Н.В. Вдовиченко и др. в очерке «Хроника научных достижений и социальной истории отечественной физики 1949-



1971 гг.» (сборник «К исследованию феномена советской физики 1950-1960-х гг.», 2014) сообщают: «А.В. Гапонов-Грехов и В.В. Железняков выдвинули идею получения индуцированного излучения в потоке возбужденных не изохронных осцилляторов и, тем самым, идею мазера на циклотронном резонансе (**независимо** эта идея была высказана Дж. Шнейдером)» (Визгин и др., 2014, с.57).

**167. Построение теории туннельных явлений в полупроводниках.** Теорию туннельных явлений в полупроводниках разработали независимо друг от друга японский физик Лео Эсаки (род. 1925 г.) и советский ученый Леонид Вениаминович Келдыш (1931-2016). В 1973 г. Лео Эсаки награжден Нобелевской премией по физике.

Жорес Алферов в своей Нобелевской лекции «Двойные гетероструктуры: концепция и применения в физике, электронике и технологии» (УФН, 2002, том 172, № 9) говорит: «Экспериментальное изучение сверхрешеток началось в 1970 г. с работы Л. Эсаки и Р. Тсу [47], где авторы рассмотрели электронный транспорт в сверхрешетке, т.е. в структуре с дополнительным периодическим потенциалом, который создается с помощью легирования или изменения состава полупроводниковых материалов и период которого больше, но сравним с постоянной решетки кристалла. В этом, как его назвал Лео Эсаки, «кристалле, созданном человеком» (man-made crystal), происходит расщепление параболической зоны на мини-зоны, разделенные малыми запрещенными щелями, а зона Бриллюэна определяется периодом сверхрешетки. **Аналогичные идеи** были сформулированы Л.В. Келдышем еще в 1962 г. [48] при рассмотрении периодического потенциала, создаваемого на поверхности полупроводника интенсивной ультразвуковой волной» (Алферов, 2002, с.1077).

Здесь [48] – Келдыш Л.В. О влиянии ультразвука на электронный спектр кристалла // Физика твердого тела. – 1962. – Том 4. – С.2265.

**168. Открытие элементарной частицы нейтрона.** Первооткрывателем нейтрона (элементарной частицы) является английский физик, член Лондонского королевского общества, ученик Эрнеста Резерфорда, Джеймс Чедвик (1891-1974). Это открытие принесло ему в 1935 г. Нобелевскую премию по физике. Но, как отмечают специалисты, независимо от Джеймса Чедвика аналогичное открытие сделал итальянский физик Этторе Майорана (1906-1938), который, к сожалению, не опубликовал своих идей относительно природы частиц, о существовании которых можно было догадаться при исследовании излучения Боте-Беккера. Как известно, немецкий физик Вальтер Боте (1891-1957) совместно с Гансом Беккером обнаружил, что если облучать альфа-частицами бериллий, то из этого элемента исходят какие-то лучи, обладающие огромной проникающей способностью. Эксперимент немецких ученых повторили супруги Жолио-Кюри, но они воздержались от вывода, что имеют дело с потоком новых частиц - нейтронов.

Дж. Холтон в книге «Тематический анализ науки» (1981) пишет: «1932 год стал поистине даром небес для ядерной физики, и происходившие события должны были одновременно и вдохновлять, и беспокоить итальянцев, ибо пока что они могли считать себя лишь боковыми игроками. Великое достижение Чедвика – открытие нейтрона, упущенное супругами Жолио-Кюри, - было **независимо сделано** и в Риме Этторе Майорана, увидевшим в их экспериментальных данных новую частицу. Однако он, несмотря на требования друзей, не опубликовал своих идей и даже не слишком доверял им» (Холтон, 1981, с.310).

**169. Создание теории радиоактивного альфа-распада (теории туннелирования частиц сквозь потенциальный барьер).** Создание теории альфа-распада атомов – заслуга советского физика-теоретика Георгия Антоновича Гамова (1904-1968), который, эмигрировав в США, стал называться Джорджем Гамовым. В основу теории альфа-распада Гамов положил представление о туннельном проникновении частиц сквозь потенциальный

барьер атомного ядра. Независимо от него аналогичную теорию предложили американские физики Рональд Уилфред Герни (1898-1953) и Эдвард Кондон (1902-1974). Это было достижение Нобелевского уровня, но, к сожалению, ни один из авторов теории не получил приглашения в Стокгольм.

О.А. Старосельская-Никитина в книге «История радиоактивности и возникновения ядерной физики» (1963) повествует: «Эта теория была предложена **одновременно и независимо** американскими физиками Р.У. Герни и Е. Кондоном [1] и, в более подробно разработанном виде, молодым ленинградским физиком из Физического института Академии наук СССР Г. Гамовым в период его научных командировок в Кембридж, в лабораторию Резерфорда, а затем в Копенгаген к Нильсу Бору [2]. Первая из серии статей о теории радиоактивного распада была прислана Гамовым из Кембриджа и опубликована в журнале «Успехи физических наук» под заглавием «Очерк развития учения о строении атомного ядра» (Старосельская-Никитина, 1963, с.260).

Об этом же пишет сам Джордж Гамов в книге «Моя мировая линия: неформальная автобиография» (1994): «По мере всё убыстряющейся скорости научных исследований и быстро увеличивающегося числа людей, занимающихся этим, всё чаще и чаще случается, что важные открытия делают одновременно и **независимо друг от друга** двое и более ученых, а то и несколько их коллективов. То же произошло и с моей теорией радиоактивного альфа-распада, которая была выдвинута **одновременно** Рональдом Герни совместно с Эдвардом Кондоном. В действительности их статья, которая была опубликована в Nature, была получена издателями на несколько дней раньше, чем моя, которая была опубликована в Zeitschrift fur Physik. Такие совпадения важных открытий привели к постепенному обесцениванию ежегодных Нобелевских премий (ни Герни и Кондон, ни я не получили ее или ее долю)...» (Гамов, 1994, с.57).

О.А. Старосельская-Никитина в той же книге «История радиоактивности...» (1963) описывает аналогию, которую использовал Георгий Гамов при построении теории альфа-распада: «Возможность для  $\alpha$ -частицы выйти за пределы потенциального барьера есть прямое следствие квантовой механики. Подобно тому, как в оптике свет, падая на границу раздела двух сред, с углом большим, чем угол полного внутреннего отражения, отчасти проникает во вторую среду, так же точно в волновой механике волны де Бройля – Шредингера могут отчасти проникать в область мнимой скорости, давая возможность частицам проникать через барьер. Эти представления Гамова оказались очень плодотворными в учении о радиоактивности...» (Старосельская-Никитина, 1963, с.263).

**170. Открытие статистики Ферми-Дирака.** Статистика Ферми-Дирака – это квантовая статистика, применяемая к системам тождественных фермионов (частиц с полуцелым спином, подчиняющихся принципу Паули). Эта теория определяет вероятность, с которой данный энергетический уровень системы (квантовое состояние системы), находящейся в термодинамическом равновесии, оказывается занятым фермионом. Рассмотренная теория была создана независимо друг от друга Полем Дираком (которого мы упоминали выше) и итальянским физиком Энрико Ферми (1901-1954).

А. Азимов в книге «Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций» (2006) указывает: «Энергия частиц, чей спин в результате удвоения приобретает нечетное целочисленное значение, подчиняется правилам, которые в 1926 году разработали – **независимо друг от друга** – Ферми и Дирак. Эти законы называются статистика Ферми – Дирака, а частицы, которые подчиняются таким правилам, называются фермионы. Такими фермионами являются электрон, протон и нейтрон» (Азимов, 2006, с.273).

Об этом же сообщают А.И. Ахиезер и М.П. Рекало в книге «Биография элементарных частиц» (1979): «Э. Ферми и **независимо от него** П. Дирак, используя принцип запрета Паули, развили квантовую статистику для частиц с полуцелым спином» (Ахиезер, Рекало, 1979, с.224).

Процитируем еще один источник. В 1-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) сообщается: «...Дирак (и **независимо от него** Энрико Ферми) открыл статистическое распределение энергии в системе электронов, известное теперь под названием статистики Ферми – Дирака. Эта работа имела большое значение для теоретического осмысления электрических свойств металлов и полупроводников» («Лауреаты...», 1992, с.418).

**171. Повторное открытие статистики Ферми-Дирака в трудах П. Йордана.** Немецкий физик-теоретик Паскуаль Йордан (1902-1980) – еще один ученый, независимо открывший статистику Ферми-Дирака. Виталий Мацарский в статье «Паскуаль Йордан: кванты, гены и «неарийская» физика» (газета «Троицкий вариант», № 8 (352) от 03.05.2022 г.) повествует: «Макс Борн чувствовал себя глубоко виноватым перед Йорданом. Дело в том, что в декабре 1925 года, дабы удовлетворить огромный интерес к новой квантовой теории, Борн отправился в Штаты прочесть о ней курс лекций. Тогда он был главным редактором журнала *Zeitschrift fur Physik*. В последний момент перед отъездом Йордан принес ему статью для публикации. Борн решил прочесть статью по дороге, сунул ее в чемодан и напроць о ней забыл. Вернулся он только через полгода. Когда он, наконец, добрался до статьи, оказалось, что в ней содержалось полное изложение того, что стало называться статистикой Ферми – Дирака. Йордан описал ее **раньше этих двух авторов**. Паскуаль битву за приоритет не затеял (он вообще, судя по воспоминаниям, был человеком мягким и застенчивым), но в своих работах по сходной тематике эти имена никогда не упоминал. Он предпочитал называть эту статистику «статистикой Паули» (В. Мацарский, 2022).

**172. Открытие метода Томаса – Ферми.** Речь идет о квантово-механической теории электронной структуры системы многих тел, которая разработана с использованием квазиклассического приближения вскоре после открытия уравнения Шредингера. Теория формулируется в терминах электронной плотности и рассматривается как предшественник современной теории функционала плотности. Данная модель правильна только в пределе бесконечного ядерного заряда. Эту приближенную теорию многочастичных квантовых систем построили (изобрели) независимо друг от друга итальянец Энрико Ферми и британский физик-теоретик Люэлин Томас (1903-1992)

Д.Н. Трифонов, А.Н. Кривомазов и Ю.И. Лисневский в книге «Учение о периодичности и учение о радиоактивности. Комментированная хронология важнейших событий» (1974) повествуют: «Э. Ферми (в Италии) **одновременно** с Л. Томасом (в Англии) разработал основы статистической модели атома (модель атома Томаса - Ферми). Модель рассматривает атомные электроны статистически как электронный газ при абсолютном нуле. Принимается непрерывное распределение заряда электронов. Отрицательно заряженное электронное облако образует вокруг ядра подобие атмосферы, остающейся в равновесии благодаря притяжению ядра и отталкиванию электронов. В модели Томаса – Ферми определяется ход плотности электронов и ход потенциала в атоме» (Трифонов и др., 1974, с.137).

Об этом же сообщает Б.М. Понтекорво в статье «Энрико Ферми» (журнал «Природа», 1971, № 10): «В деятельности Ферми по выяснению основ новой физики следует особенно упомянуть его переформулировку квантовой электродинамики, которая представляет собой блестящий (и типичный для Ферми) пример ясной трактовки трудного вопроса. Второе важное направление теоретической деятельности данного периода состояло в продолжении его работ по статистической механике. В 1928 г. он (**независимо от Томаса**) применил свою статистику к определению среднего электрического потенциала в атоме (метод Томаса - Ферми)» (Понтекорво, 1971, с.81).

**173. Открытие релятивистского волнового уравнения электрона.** Релятивистское уравнение движения для классического поля электрона, применимое также для описания

других точечных фермионов со спином  $1/2$ , установлено Полем Дираком в 1928 г. Вместе с уравнениями Максвелла оно (уравнение Дирака) позволяет объяснить свободное взаимодействие электронов с электромагнитным полем, рассеяние света на электроне (эффект Комптона), рождение электронно-позитронной пары при распаде фотона и т.д. Именно за открытие этого уравнения П. Дирак в 1933 г. получил Нобелевскую премию по физике. Независимо от него аналогичное уравнение (второго порядка) получил Хендрик Крамерс, который не стал публиковать свой результат.

П. Дирак в книге «Воспоминания о необычайной эпохе» (1990) пишет: «В связи с релятивистским волновым уравнением я должен заметить следующее: Крамерс говорил мне (через несколько лет после появления моего уравнения), что он **независимо получил** уравнение второго порядка, которое было эквивалентно моему уравнению первого порядка. Возможно, Крамерс исходил из уравнения Паули. Он не опубликовал свою работу, потому что она перекрывалась моей» (Дирак, 1990, с.36).

**174. Изобретение метода вторичного квантования.** Вторичное квантование – метод описания многочастичных квантово-механических систем. Наиболее часто этот метод применяется для задач квантовой теории поля и в некоторых задачах физики конденсированных сред. Данный метод разработали независимо друг от друга Поль Дирак и Паскуаль Йордан (которые в своих исследованиях словно «наступали на пятки» один другому).

Виталий Мацарский в статье «Паскуаль Йордан: кванты, гены и «неарийская» физика» (газета «Троицкий вариант», № 8 (352) от 03.05.2022 г.) пишет: «Сам Йордан считал своим основным вкладом в квантовую теорию первые попытки «вторичного квантования» поля (**независимо от Дирака**). На эту тему он написал несколько работ как самостоятельно, так и в соавторстве с Оскаром Клейном, Вольфгангом Паули и Юджином Вигнером, хотя те и не всегда соглашались с его подходом» (В. Мацарский, 2022).

Об этом же сообщает Поль Дирак в книге «Воспоминания о необычайной эпохе» (1990): «В октябре 1927 года я поехал в Брюссель на Сольвеевский конгресс. Эта поездка мне очень много дала, потому что я встречался со многими выдающимися физиками, среди которых были Эйнштейн и Лоренц. Кое-что из происходившего на конференции я хорошо помню. Я делал доклад о методе вторичного квантования, после чего кто-то сказал, что существует **аналогичный метод** вторичного квантования для статистики Ферми, который предложили Йордан и Вигнер» (Дирак, 1990, с.37).

Этот же вопрос рассматривают Б.В. Медведев и Д.В. Ширков в статье «П.А.М. Дирак и становление основных представлений квантовой теории поля» (УФН, 1987, том 153, № 1): «Метод вторичного квантования амплитуд разложения в интеграл Фурье, развитый Дираком (1927) в применении к электромагнитному полю и Йорданом (1927) и Йорданом и Клейном (1927) в применении к полю электронов, развился в общую теорию произвольного свободного квантового поля. С другой стороны, Гейзенберг и Паули (1929, 1930) построили общую схему квантования поля с произвольным лагранжианом (канонический формализм), не обладающую явной релятивистской ковариантностью» (Медведев, Ширков, 1987, с.61).

**175. Создание квантовой теории преобразований.** Квантовая теория преобразований – это концепция, в которой квантовые переходы и преобразования симметрии описываются на языке теории абстрактных, обобщенных вращений в гильбертовом пространстве векторов. Теорию преобразований разработали независимо друг от друга Поль Дирак, Паскуаль Йордан и немецкий физик-теоретик Фриц Лондон (1900-1954).

Макс Джеммер в книге «Эволюция понятий квантовой механики» (1985) пишет о теории преобразований, построенной Дираком в 1926 году: «Установленная Дираком связь между коэффициентами преобразования и вероятностями была найдена примерно тогда же Гейзенбергом [87] на основе соображений относительно флуктуаций энергии, хотя и

отмечена только для дискретного случая. По-видимому, и Паули в это же время независимо увидел возможность обобщения борновской интерпретации» (Джеммер, 1985, с.296). Далее автор указывает: «Замечания Паули составили основу, на которой в конце 1926 г. Йордан [91] построил, **независимо от Лондона и Дирака**, свою формулировку теории преобразований. Эта формулировка, в конечном счете, как позже убедился Йордан, полностью согласовавшаяся с этими предшествовавшими формулировками, исходила из совершенно иных предпосылок. В ней был принят аксиоматический подход; за основу были взяты амплитуды вероятности Паули...» (там же, с.297).

**176. Разработка метода самосогласованного поля (метода Хартри-Фока).** Метод Хартри-Фока – это квантово-механический приближенный метод решения уравнения Шредингера, в котором многочастичная задача сводится к одночастичной в предположении, что каждая частица движется в некотором усредненном самосогласованном поле, создаваемом всеми остальными частицами системы. Метод разработан английским физиком-теоретиком Дугласом Хартри (1897-1958) и независимо от него советским ученым В.А. Фоком.

А.И. Ахиезер и М.П. Рекало в книге «Биография элементарных частиц» (1979) пишут: «Д. Хартри и **независимо от него** В.А. Фок разработали приближенный метод решения задач квантовой механики многих тел – метод самосогласованного поля, получивший название метода Хартри-Фока» (Ахиезер, Рекало, 1979, с.227).

Об этом же сообщается в учебном пособии «Введение в общую химию» (1980), написанном под редакцией профессора Г.П. Лучинского: «Наиболее эффективным приближением оказался метод самосогласованного поля (ССП), разработанный **независимо** английским физиком Д.Р. Хартри и советским физиком В.А. Фоком. Идея метода состоит в сведении многоэлектронного уравнения Шредингера к одноэлектронному уравнению типа (III.2) с использованием некоторого усредненного потенциала. Для этой цели берется набор заведомо приближенных АО (атомных орбиталей – Н.Н.Б.) и вычисляется средний потенциал, действующий на каждый электрон» («Введение в общую химию», 1980, с.169).

**177. Разработка теории комптоновского рассеяния.** После того, как в 1923 г. американский физик Артур Комптон открыл эффект рассеяния света на свободном электроны, возникла необходимость в формулировке теории, объясняющей данный эффект. Эту теорию разработали независимо друг от друга сам Артур Комптон (Нобелевская премия, 1927 г.) и неоднократно упоминавшийся выше Петер Дебай. По мнению специалистов, Дебай открыл эффект Комптона теоретически, поэтому указанный эффект должен именоваться «эффектом Комптона - Дебая».

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) говорит о Комптоне: «Открыл в 1922 явление изменения длины волны рентгеновского излучения вследствие рассеяния его электронами вещества (эффект Комптона) и **независимо от П. Дебая** построил его теорию (Нобелевская премия, 1927)» (Храмов, 1983, с.138-139).

Об этом же сообщает Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981): «В 1923 г. А. Комптон открыл эффект, названный его именем. Он показал, что квант света, рассеянный на свободном электроны, меняет свою длину волны. В том же году Комптон и **независимо от него** Дебай дали теоретическое истолкование эффекта на основе допущения существования у кванта света импульса» (Гельфер, 1981, с.497).

П.С. Кудрявцев в 3-м томе книги «История физики» (1971) высказывает следующую точку зрения на результаты Комптона и Дебая: «...В случае эффекта Комптона произошла довольно часто встречающаяся в истории науки ситуация, когда к одному и тому же выводу **независимо друг от друга** приходят несколько ученых, из которых кто-то запаздывает с публикацией. Комптон открыл свой эффект экспериментально, Дебай пришел к нему

теоретически. Вероятно, было бы справедливо называть открытый эффект эффектом Комптона – Дебая. Но Дебай запоздал с публикацией, и статья Комптона, содержащая квантовую теорию эффекта, появилась в 1923 г. в «Physical Review» несколько раньше статьи Дебая. В своей статье Дебай развивает квантовую теорию рассеяния, рассматривая рассеянное излучение как «игольчатое» излучение Эйнштейна» (Кудрявцев, 1971, с.369).

Абрахам Пайс считает, что теория рассеяния света на свободном электроны могла появиться в физике значительно раньше, поскольку построение этой теории не представляло трудностей. В книге «Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна» (1989) А. Пайс констатирует: «После 1917 г. в области исследования световых квантов не происходило ничего примечательного до 1923 г., когда Артур Комптон [C1] и Дебай [D2] **независимо сделали** важное открытие – получили релятивистское кинематическое выражение для рассеяния фотонов на покоящихся электронах...» (Пайс, 1989, с.396). Далее автор пишет: «Почему эти элементарные уравнения не были опубликованы на пять или даже десять лет раньше, ведь их вполне можно было получить и тогда? Они могли понравиться даже тем, кто возражал против представления о квантовом составе излучения, так как (вне зависимости от квантовой динамики) из них непосредственно вытекали значительные отличия от классических теорий рассеяния света веществом и, таким образом, появлялась возможность путем простых опытов установить, действительно ли существует фотон» (там же, с.396-397).

**178. Открытие элементарной частицы позитрона.** Открытие позитрона – частицы, являющейся зеркальным отражением электрона, - заслуга американского физика-экспериментатора Карла Андерсона (1905-1991), который в 1936 г. получил Нобелевскую премию за это открытие. Однако следует отметить, что независимо от К. Андерсона позитроны наблюдал советский физик Дмитрий Владимирович Скобельцын (1892-1990). Эти частицы регистрировались при изучении космических лучей с помощью знаменитой туманной камеры Вильсона, помещенной в магнитное поле. К сожалению, Д.В. Скобельцын не смог правильно истолковать свои наблюдения.

С.Д. Хайтун в книге «Кризис науки как зеркальное отражение кризиса теории познания» (2014) пишет: «Приведем здесь пример, иллюстрирующий, как чрезмерная боязнь ученого за свою репутацию, вызываемая атмосферой нетерпимости к «ошибкам» в науке, тормозит открытие. Член-корреспондент РАН Б.Л. Иоффе «напомнил историю Дмитрия Скобельцына, советского физика, обнаружившего в составе космического излучения электроны. В 1929 году, пропуская электроны через камеру Вильсона и закручивая их траекторию магнитным полем, Скобельцын обнаружил, что некоторые из них закручиваются не в ту сторону, в которую должны закручиваться частицы с отрицательным электрическим зарядом. Он был уверен, что работает с электронами, и потому не поверил собственному прибору. Он открыл позитрон, но отказался сообщать о своем открытии. А в 1932-м американский физик Карл Андерсон сделал то же самое, поверил своим глазам, назвал позитрон позитроном и впоследствии получил за его открытие Нобелевскую премию» [39]» (Хайтун, 2014, с.24).

Здесь [39] – Покровский В. Скорость света и еще чуть-чуть быстрее // газета «Независимая», 28.09.2011 г.

Еще один ученый, независимо от К. Андерсона наблюдавший позитроны, - английский физик Патрик Мэйнард Блэккетт (1897-1974), который в 1948 г. получил Нобелевскую премию по физике за усовершенствование туманной камеры Вильсона. Поль Дирак в книге «Воспоминания о необычайной эпохе» (1990) пишет о частице, которую он предсказал теоретически: «Впервые ее наблюдал Блэккетт. Он получил снимок, но, будучи осторожным человеком, не хотел публиковать свой результат до его подтверждения. Андерсон оказался смелее и, получив такой же результат, опубликовал его [25], заслужив славу первооткрывателя позитрона. Этим было положено начало открытию огромного числа новых частиц» (Дирак, 1990, с.43-44).

**179. Открытие явления аннигиляции электрона и позитрона при столкновении.** Явление аннигиляции электрона и позитрона при столкновении экспериментально обнаружили независимо друг от друга два французских физика – Фредерик Жолио-Кюри (1900-1958), получивший в 1935 г. Нобелевскую премию за открытие искусственной радиоактивности, и профессор Лионского университета Жан Тибо (1901-1960). С 1947 г. Жан Тибо был президентом Лионской академии наук, литературы и искусства.

Т.Е. Гнедина в книге «Поль Ланжевен» (1991) пишет: «Открытие нейтрона было лишь первым из длинного ряда аналогичных открытий; за ним почти сразу последовало обнаружение в космических лучах другой новой частицы – положительного электрона, или позитрона. Способность позитрона и электрона аннигилировать была **одновременно обнаружена** Жаном Тибо и Ф. Жолио-Кюри» (Гнедина, 1991, с.118).

Об этом же сообщает Л.В. Грошев в статье «Поглощение и рассеяние  $\gamma$ -лучей» (журнал «Успехи физических наук», 1937, том 17, № 2): «Вскоре после открытия позитронов Жолио [16] и Тибо [17] **одновременно, но независимо** показали, что аннигиляция позитронов в природе, действительно, имеет место. В опытах обоих авторов пучок позитронов методом трохойды Тибо фокусировался на слой вещества (Pb и Al у Жолио и Pt у Тибо). Жолио в своих опытах применял слои вещества, достаточные для полного поглощения позитронов. Он показал, что если пускать на вещество позитроны, то в нем возникает дополнительное  $\gamma$ -излучение, которое отсутствует в том случае, когда на вещество вместо позитронов попадают отрицательные электроны» (Грошев, 1937, с.213).

Жан Тибо в статье «Позитроны» (УФН, 1934, том 14, № 7), говоря о своем открытии позитрон-электронной аннигиляции, отмечает: «...Мы имеем теперь доказательство, самое очевидное из всех существовавших до сих пор, превращения электрических зарядов, иначе говоря, превращения вещества в излучение - процесс, который часто предполагался в последние годы и который является чрезвычайно плодотворной гипотезой во многих космогонических теориях. Этот процесс прямо противоположен процессу превращения излучения в электрические заряды, впервые постулированному Дираком, предполагавшим, что он происходит во многих случаях, когда наблюдаются позитроны» (Тибо, 1934, с.843).

**180. Разработка теории радиоактивного  $\beta$ -распада.** Автором теории бета-распада атомов является итальянский физик, лауреат Нобелевской премии Энрико Ферми. Однако независимо от него некоторые важные результаты, составляющие основу данной теории, получили другие ученые. В частности, французский физик Фрэнсис Перрен (1901-1992), сын Нобелевского лауреата Жана Батиста Перрена (1870-1942), подчеркнул необходимость исследования формы бета-спектра, то есть спектра энергии излучения, возникающего при бета-распаде. Известно, что Энрико Ферми создал теорию бета-распада по аналогии с квантовой электродинамикой. Он заявил, что частицы нейтрино, которые возникают в процессе  $\beta$ -распада, не содержатся внутри атомного ядра или нейтрона, а образуются в самом процессе распада. Эта мысль была подсказана ему тем фактом, что фотон (квант света), излучаемый атомом, не содержится в атоме, а возникает в процессе излучения. Независимо от Ферми эту аналогию использовал при объяснении  $\beta$ -распада советский физик Дмитрий Дмитриевич Иваненко (1904-1994).

О роли Ф. Перрена в выяснении спектра излучения, образующегося при бета-распаде, пишет В. Паули в статье «К старой и новой истории нейтрино» (В. Паули, «Физические очерки», 1975): «...Ферми, воодушевленный дискуссиями Сольвеевского конгресса, построил свою теорию  $\beta$ -распада. Одновременно и **независимо** некоторые выводы Ферми, относящиеся к форме  $\beta$ -спектра и к массе покоя нейтрино, были получены Ф. Перреном» (Паули, 1975, с.114).

О том, что Д.Д. Иваненко независимо от Э. Ферми провел аналогию между бета-распадом и процессом испускания фотонов атомами, пишет Г.А. Сарданашвили в книге «Дмитрий Иваненко – суперзвезда советской физики» (2010). При этом автор цитирует Д.Д.

Иваненко: «Дебройлевская **аналогия** частиц и фотонов подсказывала нам возможность рассматривать бета-распад как излучение частиц, ранее не существовавших в «готовом» виде, подобно излучению фотонов атомами и ядрами. В сущности, уже формализм вторичного квантования поля электронов (Иордан) указывал на возможность и уничтожения частиц, но на это не обращали внимания и трактовали этот формализм только как вспомогательный прием...» (Г.А. Сарданашвили, 2010).

Эту же аналогию Д.Д. Иваненко рассматривает С.С. Герштейн в статье «На заре ядерной физики» (журнал «Природа», 2004, № 8): «...В.А. Амбарцумян и Д.Д. Иваненко высказали смелую гипотезу:  $\beta$ -электрон (потерявший свою индивидуальность и не существующий в ядре) рождается в самом процессе  $\beta$ -распада [8]. Вот как говорил об этом Дмитрий Дмитриевич на Всесоюзной ядерной конференции, состоявшейся в 1933 г. в Ленинграде с участием виднейших советских и иностранных физиков, в том числе П.А.М. Дирака, Ф. Жолио-Кюри, Ф. Перрена и других: «Еще в 1930 г. на основании теории дырок Дирака была высказана мысль, что в ядре вовсе нет электронов. Испускание же  $\beta$ -частиц было предложено толковать как их «рождение» по **аналогии** с излучением фотонов». И далее: «Появление электронов, позитронов и пр. следует трактовать как своего рода рождение частиц, по аналогии с излучением светового кванта, тоже не имевшего индивидуального существования до испускания из атома» [9]» (Герштейн, 2004, с.64).

Аналогичная информация содержится в статье Б.М. Понтекорво «Детство и юность нейтринной физики: некоторые воспоминания» (журнал «Природа», 1983, № 1), где автор пишет: «Читая знаменитую статью Ферми по  $\beta$ -распаду, видишь, как он использовал **аналогии** с дираковской квантовой теорией излучения (ведь фотоны тоже рождаются и уничтожаются) и как по аналогии выбрал V-вариант  $\beta$ -распада. Я всё еще помню его слова: когда возбужденный атом натрия испускает линию 5890 Å, фотон не сидит в атоме – он рождается; точно так же, когда нейтрон переходит в протон, рождаются электрон и нейтрино. **К такому же выводу** о рождении электронов в  $\beta$ -распаде пришел ранее Д.Д. Иваненко [8] в работе, в которой впервые было недвусмысленно сделано утверждение, что нейтрон – элементарная частица, а не связанная система «протон - электрон». Здесь я должен сказать, что примерно в то же время и **независимо от Ферми** аналогичные концептуальные трудности преодолел и Перрен [9]» (Понтекорво, 1983, с.48).

Здесь [8] – работа Д.Д. Иваненко (1932); [9] – работа Ф. Перрена (1933).

**181. Теоретическая разработка эксперимента Штерна-Герлаха, позволившего определить магнитный момент атома.** Как известно, указанный эксперимент, основанный на измерении отклонения атомного пучка в неоднородном магнитном поле, проведен в 1921 г. немецкими учеными Отто Штерном (1888-1969) и Вальтером Герлахом (1889-1979). Результаты, полученные О. Штерном, отмечены в 1943 году Нобелевской премией по физике. Эксперимент позволил установить, что ориентация магнитного дипольного момента атома тоже квантуется. Однако независимо от упомянутых ученых этот же эксперимент теоретически разработали советские физики Петр Леонидович Капица (1894-1984) и Николай Николаевич Семенов (1896-1986). Оба являются лауреатами Нобелевской премии: первый получил ее в 1978 г. за открытие сверхтекучести, а второй – в 1956 г. за создание теории разветвленных цепных реакций.

Е.Н. Добровольский в книге «Почерк Капицы» (1968) приводит воспоминания Якова Григорьевича Дорфмана: «Многие годы из-за войны и революции наши ученые были отрезаны от мировой науки. Но интересно, что работы велись на самом высоком уровне. Достаточно вспомнить опыты Капицы и Семенова по определению спина электрона, то, что сейчас мы называем опытом Штерна и Герлаха. Наши опередили из-за форменной ерунды! В общем-то курьезный случай – полюсные наконечники были изготовлены из немагнитного железа. Пока обнаружили ошибку, пока изготовили... Всё это было бы совсем просто в любой лаборатории, только не в Петрограде двадцать первого года, где даже самая простая задачка превращалась в проблему. И тем удивительней, что в такое



время создавались научные институты, велись крупные исследования. Жизнь не замирала ни на минуту» (Е.Н. Добровольский, 1968).

Об этом же сообщают Вера Дорофеева и Виль Дорофеев в статье «Академик Семенов» (журнал «Юный техник», 1969, № 6): «Этот эксперимент вошел в историю физики под названием «опыт Штерна и Герлаха», хотя он был впервые задуман в блокированном, голодном Петрограде в двадцатые годы. Капица и Семенов разработали тогда метод определения магнитных моментов атома. Сегодня в физико-математической школе Академгородка ученики ставят и не такие эксперименты, но в те годы жесткой нехватки материалов и оборудования это был поистине смелый эксперимент. Смелый не только по научной мысли, не потому, что авторы пытались подвести мину под твердые устои классической физики, а дерзостный по той причине, что в голодном, блокированном городе, отрезанном от внешнего научного мира, при строгом лимите материалов, в лаборатории, отапливаемой жестяной «буржуйкой», молодые ученые замысли и поставили этот опыт. Собственно, из-за этой нехватки материалов немецкие ученые из Ростока Штерн и Герлах опередили Семенова и Капицу. В самом начале опыта не нашлось нужного материала. Пока разыскали, пока изготовили – время было упущено» (Дорофеева, Дорофеев, 1969, с.17).

Аналогичные сведения можно найти в статье «Николай Николаевич Семенов. К 80-летию со дня рождения» («Вестник АН СССР», 1976, № 7), где сообщается: «С 1920 г. Н.Н. Семенов – заведующий лабораторией электронных явлений в созданном А.Ф. Иоффе Физико-техническом институте, сыгравшем выдающуюся роль в становлении советской физики. В том же году еще молодые ученые Н.Н. Семенов и П.Л. Капица выдвинули идею и выполнили расчеты, касающиеся возможности непосредственного определения магнитных моментов атомов на основе экспериментального изучения молекулярного пучка, летящего в магнитном поле. В дальнейшем этот опыт, будучи **независимо осуществлен** в Германии, стал широко известен под названием опыта Штерна (удостоенного за эту работу Нобелевской премии) и Герлаха» («Вестник АН СССР», 1976, с.72).

Дополнительная литература по теме:

- Никеров В.А. Физика. Учебник и практикум для академического бакалавриата. – М.: «Юрайт», 2015. – 415 с.

**182. Формулировка идеи о том, что нейтрон обладает магнитным моментом.** Эту идею сформулировали в 1934 г. независимо друг от друга советские физики С.А. Альтшулер и И.Е. Тамм, с одной стороны, и Отто Штерн совместно Иммануэлем Эстерманом – с другой. Нетривиальность (парадоксальность) идеи заключалась в том, что нейтрон не обладает электрическим зарядом, то есть является электро-нейтральной частицей. Поэтому, казалось бы, он не может обладать магнитным моментом. Именно так считал Нильс Бор, скептически рассматривавший гипотезу И.Е. Тамма о наличии магнитного момента у нейтрона. Однако (как мы теперь знаем), Н. Бор ошибался.

А.И. Франк в статье «Фундаментальные свойства нейтрона: пятьдесят лет исследований» (УФН, 1982, том 137, № 1) пишет: «В начале тридцатых годов, когда был открыт нейтрон, по-видимому, трудно было ожидать, что нейтральная частица может обладать магнитным моментом. Удивление по этому поводу высказывалось даже 10 лет спустя (смотрите, например, [14]). Тем более поразительно, что гипотеза о наличии у нейтрона магнитного момента стала обсуждаться в литературе в 1934 г. Развита О. Штерном с сотрудниками техника измерения магнитных моментов молекул путем отклонения молекулярного пучка в неоднородном магнитном поле (опыт Штерна - Герлаха), позволила измерить магнитный момент протона и дейтрона [21-23]. Было обнаружено существенное различие этих величин. И вот в работе Эстермана и Штерна [23], доложенной в апреле 1934 г. на заседании Американского физического общества, видимо, впервые было высказано предположение, что магнитный момент дейтрона должен быть

равен сумме магнитных моментов протона и нейтрона. Авторы оценили величину  $\mu_n$  в 1,5-2 ядерного магнетона. Почти одновременно и, **несомненно, независимо** в ДАН СССР появилась работа И.Е. Тамма и С.А. Альтшуллера [24]. Анализируя данные о магнитных моментах ядер, известные из спектроскопических работ по сверхтонкому расщеплению, Тамм и Альтшуллер также пришли к выводу о существовании у нейтрона отрицательного магнитного момента, имеющего величину порядка 0,5 ядерных магнетонов» (Франк, 1982, с.9).

Здесь [14] – Странатан Д.Д. «Частицы» в современной физике. – Москва-Ленинград: «Гостехиздат», 1949.

[24] – Тамм И.Е., Альтшуллер С.А. // Доклады АН СССР. – 1934. – Том 1. – С.455.

**183. Формулировка идеи о том, что магнитный момент нейтрона – результат превращения данной частицы в протон и электрон.** Размышляя над тем, почему нейтрон обладает магнитным моментом, Игорь Евгеньевич Тамм предположил, что причина этого – в способности нейтрона превращаться в протон плюс электрон (и протона – в нейтрон плюс позитрон). Независимо к этому же предположению пришли Вернер Гейзенберг и итальянский физик-теоретик Джанкарло Вик (1909-1992).

С.А. Альтшуллер в статье «К истории открытия магнитного момента нейтрона» (сборник «Нейтрон. К пятидесятилетию открытия», 1983) пишет: «Из того факта, что вычисленное сечение рассеяния нейтронов на протонах получается на несколько порядков меньше наблюдаемого, если считать, что рассеяние обязано магнитным взаимодействиям, И.Е. Тамм приходит к интересному выводу о том, что необходимо учитывать вероятность превращения нейтрона в протон плюс электрон и протона в нейтрон плюс позитрон. Позднее Вик и Гейзенберг показали, что существование магнитного момента у нейтрона и аномального магнитного момента у протона объясняется виртуальным распадом нейтрона на протон и электрон, а протона – на нейтрон и позитрон» (Альтшуллер, 1983, с.239).

**184. Разработка теории, описывающей аномальный магнитный момент протона (теории, обобщающей обычное уравнение Дирака).** Теоретически исследуя аномально большой магнитный момент протона, И.Е. Тамм пришел к выводу о необходимости обобщить уравнение Дирака (релятивистское уравнение электрона). Независимо от И.Е. Тамма заключение о целесообразности модифицировать уравнение Дирака сделал американский физик Роберт Оппенгеймер (1904-1967).

С.А. Альтшуллер в статье «К истории открытия магнитного момента нейтрона» (сборник «Нейтрон. К пятидесятилетию открытия», 1983) пишет: «Когда стало известно, что магнитный момент протона аномально велик и, следовательно, не описывается обычным уравнением Дирака, И.Е. Тамм занялся рассмотрением релятивистских волновых уравнений для частиц различных возможных типов. Я хорошо помню, что доклад примерно такого содержания был им сделан на очередном теоретическом семинаре. Помнится, что в особенности большое впечатление на слушателей произвела возможность существования «частицы тока». К сожалению, после семинара выяснилось, что работа И.Е. Тамма в значительной мере **перекрывалась** с недавно опубликованной статьей Карлсона и Оппенгеймера [12]. Ю.Б. Румер по этому поводу тогда сказал, что Игорем Евгеньевичем всё сделано гораздо изящнее и полнее. В частности, «частицы тока» у Оппенгеймера отсутствовали» (Альтшуллер, 1983, с.238-239). Автор добавляет: «Заметим, что, ссылаясь на Паули, И.Е. Тамм отправляет читателя к статье Карлсона и Оппенгеймера [12]. Ясно, что Игорю Евгеньевичу, когда он занялся этой задачей, работа Паули не была известна, и он **независимо нашел** необходимые обобщения уравнения Дирака» (там же, с.239).

**185. Открытие явления внешней парной конверсии, то есть вылета электрон-позитронной пары из атомного ядра при определенных условиях.** Как известно, внешняя парная конверсия (ПК) происходит в кулоновском поле атомного ядра при

взаимодействии жесткого гамма-кванта с атомом, находящимся вне излучающей системы. Это физическое явление было экспериментально обнаружено большим количеством ученых независимо друг от друга. Среди них – Джеймс Чедвик, Патрик Блэккетт, Карл Андерсон, Фредерик Жолио-Кюри, Лиза Мейтнер и др.

Б.Г. Гаспарян, А.П. Гринберг и В.Я. Френкель в статье «Абрам Исаакович Алиханов (биографический очерк)» (сборник «Академик А.И. Алиханов: воспоминания, письма, документы», 2004) указывают: «Существование явления внешней ПК было показано в 1933 г. **независимо и почти одновременно** несколькими группами – Дж. Чэдвиком, П. Блэккеттом и Д. Оккилиани [10], К. Андерсоном [11], И. Кюри и Ф. Кюри [12, 13], Л. Мейтнер и К. Филиппом [14, 15]. Особенно интересны были работы [13, 16], в которых удалось установить, что треки электронов и позитронов часто появляются парами, исходящими из одной точки (наподобие буквы  $\omega$ ); это было непосредственным свидетельством рождения пар под действием  $\gamma$ -лучей» (Гаспарян и др., 2004, с.10).

**186. Предсказание явления внутренней парной конверсии.** Внутренняя парная конверсия – это конверсия энергии возбужденного атомного ядра с образованием электрон-позитронной пары. Этот вид конверсии предсказали независимо друг от друга Роберт Оппенгеймер («отец» американской атомной бомбы) и супруги Жолио-Кюри (Ирен Кюри и Фредерик Жолио-Кюри).

Б.Г. Гаспарян, А.П. Гринберг и В.Я. Френкель в статье «Абрам Исаакович Алиханов (биографический очерк)» (сборник «Академик А.И. Алиханов: воспоминания, письма, документы», 2004) пишут: «Очень приближенный теоретический расчет сечения внешней ПК был дан Р. Оппенгеймером и М. Плессетом [20] на основе теории Дирака. В этой же заметке [20] содержится и первое предположение – о существовании в природе явления внутренней ПК. Такое же предположение было **независимо выдвинуто** в статье И. Кюри и Ф. Жолио [21] в качестве возможного объяснения происхождения части наблюдаемых позитронов» (Гаспарян и др., 2004, с.10).

**187. Открытие искусственной радиоактивности.** Обнаружение искусственной радиоактивности – исследовательский успех Нобелевского уровня. Именно это открытие принесло в 1935 г. Фредерику Жолио-Кюри и его супруге Ирен Кюри (1897-1956) Нобелевскую премию. Однако независимо от них (и практически одновременно) искусственную радиоактивность открыл советский физик Абрам Исаакович Алиханов (1904-1970). К сожалению, А.И. Алиханов задержал публикацию своих результатов на несколько месяцев. Перед нами один из случаев, когда отечественный ученый имел реальную возможность получить Нобелевскую премию, но не получил ее в силу случайных обстоятельств.

Ю.Г. Абов и И.С. Цукерман в статье «Алиханов Абрам Исаакович – основатель ИТЭФ» (сборник «Выдающиеся ученые ИТЭФ», 2015) пишут: «Для измерения энергетического спектра позитронов Абрам Исаакович применил модернизированный магнитный спектрометр Даниша. Регистрация частиц велась с помощью телескопа, состоявшего из двух счетчиков Гейгера-Мюллера, работавших на совпадения. Схема совпадений Росси (Бруно Росси – Н.Н.Б.) впервые в ядерной физике была собрана на электронных лампах с большим усилением. Электроникой в лаборатории А.И. Алиханова занимался М.С. Козодаев. Можно считать, что тогда в ЛФТИ было положено начало ядерной электронике в СССР. На этом приборе были выполнены систематические исследования энергетических спектров электронов и позитронов, испускаемых природными и искусственными источниками. Последние были получены в ядерных ( $\alpha$ ,  $n$ ) и ( $\alpha$ ,  $p$ )-реакциях. Искусственные радиоактивные нуклиды были получены **независимо от работ** супругов Кюри, но сообщения о получении таких источников были опубликованы на несколько месяцев позже» (Абов, Цукерман, 2015, с.5-6).

Об этом же сообщается в статье Ю.Г. Абова «От рентгеновских лучей к элементарным частицам. К 100-летию Абрама Исааковича Алиханова» (журнал «Природа», 2004, № 12): «В поисках источников позитронов супруги Кюри обнаружили, что при облучении некоторых атомных ядер  $\alpha$ -частицами возникают радиоактивные продукты ядерных реакций. Некоторые из них обладают позитронной активностью. Так была обнаружена искусственная радиоактивность. К аналогичному выводу **независимо от них** пришли А.И. Алиханов, его брат А.И. Алиханьян и Б.С. Дзелепов, но опубликовали свое сообщение о «новом типе радиоактивности» на несколько месяцев позже [3]» (Абов, 2004, с.65).

Здесь [3] – Алиханов А.И. Избранные труды. – М.: «Наука», 1975. – 304 с.

Анализ экспериментов А.И. Алиханова, которые привели его к открытию искусственной радиоактивности, показывает, что данное открытие было чисто индуктивным (представляло собой результат индуктивного обобщения эмпирических данных). Приведем еще один источник, в котором описываются эксперименты советского ученого и его коллег. Ю.Г. Абов в статье «От рентгеновской трубки до ускорителя. К 100-летию со дня рождения академика А.И. Алиханова» («Вестник РАН», 2004, том 74, № 3) констатирует: «На модернизированном спектрометре Даниша Алиханов вместе с братом, Артемом Исааковичем Алиханьяном, провел систематические исследования энергетических спектров электронов и позитронов, испускаемых как естественными, так и искусственными радиоактивными источниками. Искусственные радиоактивные продукты исследователи получали в  $(\alpha, n)$   $(\alpha, p)$ -ядерных реакциях. Искусственную радиоактивность тогда называли «новым видом радиоактивности». Алиханов и Алиханьян работали **независимо от супругов Кюри** и направили свое сообщение о «новом виде радиоактивности» [3] в журнал «Nature» на несколько месяцев позже них» (Абов, 2004, с.240).

Дополнительная литература по теме:

- Абов Ю.Г. От физики лучей Рентгена до физики элементарных частиц (к 100-летию со дня рождения академика А.И. Алиханова) // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 2005. - Том 36. - № 1. - С.5-22.

- Alichanov A.I., Alichanian A.I., Dzelepov B.S. // Nature. – 1934. – Vol.133. – P.871.

**188. Теоретическая и практическая разработка эксперимента по регистрации нейтрино путем изучения атомного ядра бериллия, распадающегося в результате захвата электрона.** В 1930 г. Вольфганг Паули предсказал существование новой элементарной частицы нейтрино, но скептически оценивал перспективы экспериментального обнаружения этой частицы, поскольку она плохо взаимодействует с веществом. Несмотря на скептицизм Паули многие ученые искали способы регистрации нейтрино. Один из таких способов предложили Абрам Исаакович Алиханов (упомянутый выше) и его брат Артем Исаакович Алиханьян (1908-1978). Независимо от них аналогичный способ предложил Джеймс Аллен, автор книги «Нейтрино» (переведенной на русский язык в 1960 г.). Перечисленные ученые считали возможным зарегистрировать нейтрино путем анализа фактов распада атомных ядер бериллия при захвате электрона.

Б.Г. Гаспарян, А.П. Гринберг и В.Я. Френкель в статье «Абрам Исаакович Алиханов (биографический очерк)» (сборник «Академик А.И. Алиханов: воспоминания, письма, документы», 2004) пишут: «После открытия явления захвата ядром орбитального электрона (это явление предсказано в 1934 г. Дж. Виком [77] и открыто в 1938 г. Л. Альваресом [78]) появилась новая возможность постановки опыта, связанного с вопросом о существовании нейтрино. При захвате орбитального электрона в наиболее благоприятных случаях все испускаемые ядрами нейтрино имеют одну и ту же энергию, так что этим же свойством монокинетичности обладают и ядра отдачи. Наблюдение таких ядер и явилось бы косвенным доказательством существования нейтрино. На эту новую возможность обратили внимание в лаборатории Алиханова. По словам М.С. Козодаева, в конце 1938 г. на одной из оживленных дискуссий, часто разгоравшихся в лаборатории Алиханова (в них

принимали участие и наведывавшиеся в лабораторию А.Ф. Иоффе, И.Е. Тамм и особенно Л.А. Арцимович), Артем Исаакович Алиханьян выдвинул идею об использовании ядер  ${}^7\text{Be}$ , распадающихся путем захвата электрона, для косвенной проверки существования нейтрино. Такое предложение было связано с только что появившейся статьей о свойствах  ${}^7\text{Be}$  [79]» (Гаспарян и др., 2004, с.22-23).

Далее авторы указывают: «Главной трудностью запланированных экспериментов, как полагали Алиханов и Алиханьян, было получение плотного моноатомного слоя атомов  ${}^7\text{Be}$ , который давал бы максимальный поток нейтрино. Изготовление источника предполагалось осуществить осенью 1941 г. на циклотроне Радиевского института АН СССР (РИАН). По воспоминаниям Б.С. Джелепова, к началу 1941 г. уже был изготовлен стеклянный прибор. Подготовка опытов была прервана в начале Великой отечественной войны. В 1942 г. измерение спектра ядер отдачи при распаде было успешно выполнено в США Дж. Алленом [83]. Это еще один из многочисленных примеров в науке **независимого возникновения** одинаковых идей» (там же, с.23).

**189. Построение теории деления атомных ядер.** В основе теории деления атомных ядер под воздействием медленных нейтронов лежит аналогия между атомным ядром и каплей жидкости. Эту аналогию при разработке указанной теории использовали независимо друг от друга Яков Ильич Френкель (1894-1952) и Нильс Бор, работавший над концепцией распада урана совместно с американским физиком-теоретиком Джоном Арчибальдом Уилером (1911-2008). В данном случае мы имеем возможность наблюдать одновременное открытие, обусловленное использованием стандартных процедур логики (аналогии). Мы видим, что Я.И. Френкель и Н. Бор построили одну и ту же теорию не потому, что обладали одинаковыми генами, а потому, что применяли одну и ту же аналогию – прием мышления, доступный каждому человеку. Это лишний раз свидетельствует об ошибочности наследственной концепции таланта, предложенной Ф. Гальтоном.

Независимость исследований Я.И. Френкеля и Н. Бора при разработке теории деления ядер отмечают многие авторы. Л.И. Пономарев в книге «Под знаком кванта» (2005) пишет: «Узнав об открытии деления урана, Бор сразу же понял, что наиболее естественно оно объясняется в рамках капельной модели ядра. В самом деле, возбужденное ядро деформируется, иногда настолько сильно, что ему проще разделиться на две части, чтобы избавиться от энергии возбуждения, чем испустить несколько частиц. Совместно со своим учеником Джоном Арчибальдом Уилером (род. 1911) Нильс Бор развил теорию деления ядер. (Ту же задачу **независимо решил** советский физик Яков Ильич Френкель (1894-1952))» (Пономарев, 2005, с.261). Далее автор указывает: «В науке и раньше так случалось, что два исследователя **независимо друг от друга** открывали одно и то же явление. Само по себе это не очень удивительно, если мы верим в объективность законов природы» (там же, с.295). «...Книга Природы открылась всем им одновременно, а они лишь записали ее письма» (там же, с.296).

Об этом же сообщает В.Я. Френкель в книге «Яков Ильич Френкель» (1966). Автор пишет о работе Я.И. Френкеля, в которой построена модель деления атомных ядер: «Подробные расчеты приведены Яковом Ильичем в самой статье в ЖЭТФ. В ней показано, что основные черты явления можно понять с помощью модели жидкой заряженной капли. При этом неустойчивость ядра оказывается обусловленной колебаниями его поверхности. Та же идея была **независимо** несколькими месяцами позже выдвинута и развита в работе Н. Бора и Д. Уилера «В этих двух работах Френкеля и Бора – Уилера были впервые сформулированы основы современной теории деления тяжелых ядер» [21]» (В.Я. Френкель, 1966, с.339).

Здесь [21] – Смородинский Я.А., Тамм И.Е. Работы Я.И. Френкеля по теории электронов и тяжелых ядер // Собрание избранных трудов Я.И. Френкеля. Том 2. – Москва-Ленинград: изд-во АН СССР, 1958.

Этот же вопрос рассматривает Я.А. Смородинский в сборнике «Я.И. Френкель. Воспоминания, письма, документы» (1986): «Я помню его доклад на семинаре в Физтехе в 1939 г. о предложенной им модели ядра как заряженной делящейся капли, несколько позднее и **независимо развитой** в большой статье Н. Бора и Дж. Уилера» (Смородинский, 1986, с.219).

В том же сборнике представлена работа, содержащая аналогичное описание. С.Е. Бреслер, Ю.Н. Образцов и К.А. Тер-Мартirosян в очерке «Научное наследие Я.И. Френкеля» сообщают: «Если ядро получает энергию, оно приходит в колебательное движение. <...> Когда интенсивность соответствующих колебаний становится достаточно большой, ядро, форма которого при меньших энергиях напоминала гантель, разрывается на две ядерные капли меньшего размера. Этот механизм деления, предложенный впервые Яковом Ильичом, является общепринятым. **Практически одновременно**, но несколько позже он был подробно рассмотрен в известной работе Бора и Уилера (1939 г.). Поэтому капельную модель ядра называют моделью Бора - Френкеля» (Бреслер и др., 1986, с.14).

Процитируем еще один источник. В.Я. Френкель в статье «К биографии Я.И. Френкеля» (Я.И. Френкель, «На заре новой физики», 1970) указывает: «...Плодотворной оказалась и теория электрокапиллярного деления тяжелых ядер медленными нейтронами, развитая Френкелем в 1939 г. [27]. О том, что ядро можно трактовать по аналогии с жидкой каплей, говорили еще Гамов в 1929 г. и Вейцеккер в 1935 г. и **независимо друг от друга** Бор и Френкель в 1936 г. После исторических работ Гана и Штрассмана, установивших факт деления ядер урана медленными нейтронами, Лиза Мейтнер и Отто Фриш в развитие работы Бора (1937 г. [28]) выдвинули представление о колебаниях ядерной жидкости [29]. Френкель был первым, кто дал этим идеям количественное оформление с учетом того обстоятельства, что колеблется в этом случае заряженная жидкость» (В.Я. Френкель, 1970, с.23).

Дополнительная литература по теме:

- Щелкин К.И. Физика микромира. – М.: «Атомиздат», 1968. – 248 с.

Нильс Бор всегда восхищался способностью Я.И. Френкеля генерировать аналогии. Например, в статье «О превращениях атомных ядер, вызванных столкновениями с материальными частицами» (Нильс Бор, «Избранные научные труды», том 2, 1971) он пишет: «...Распад составной системы, при котором освобождается нейтрон, представляет наглядную аналогию с испарением жидких или твердых веществ при низких температурах. Эта **аналогия** была подчеркнута Френкелем в вышедшей недавно статье, в которой он путем сравнения с известными формулами для испарения вывел выражение для вероятности вылета нейтрона из возбужденного ядра...» (Бор, 1971, с.22).

Об этом же Н. Бор говорит в статье «Квант действия и атомное ядро» («Избранные научные труды», том 2, 1971): «Прежде всего, как впервые заметил Френкель, испускание нейтронов сильно возбужденными ядрами в большой степени напоминает обычный процесс испарения, к которому можно, по крайней мере, приближенно применить известную формулу кинетики реакций для зависимости скорости испарения от температуры и теплоты связи. Это **сравнение** непосредственно объясняет и то, что испущенные при ядерных реакциях нейтроны не уносят всю избыточную энергию, а обнаруживают распределение по энергиям, поразительно сходное с максвелловским для соответствующих ядерных температур» (Бор, 1971, с.267).

**190. Формулировка капельной модели ядра в исследованиях Г.А. Гамова.** Известный физик Георгий Антонович Гамов (1904-1968) – еще один ученый, который вполне самостоятельно пришел к капельной модели ядра. Он обсуждал эту модель с П. Эренфестом еще в 1929 г. (за девять лет до Я.И. Френкеля и Н. Бора).

Л. Ашкинази в статье «Гамов: Георгий Антонович, Джордж, «Джо» (журнал «Квант», 2022, № 5) пишет: «По окончании четырехмесячной стажировки в Геттингене Гамов переезжает в Копенгаген, где Датская академия наук предоставила ему годичную

стипендию для работы у Нильса Бора (квантовая механика) в Институте теоретической физики. Он посещает другие важнейшие научные центры того времени; так, в 1929 году в Лейдене он обсуждает с Паулем Эренфестом (теорфизика) капельную модель ядра. Такое рассмотрение приводило к открытию возможности деления ядер; но это выяснилось 10 лет спустя благодаря работам Якова Френкеля (теорфизика), Нильса Бора и Джона Уилера (космология, ядерная физика)» (Ашкинази, 2022, с.4-5).

**191. Выдвижение гипотезы о фазовых переходах ядерной материи.** Эту гипотезу сформулировали независимо друг от друга два советских физика - Исай Израилевич Гуревич (1912-1992) и Исаак Яковлевич Померанчук (1913-1966). В частности, они предположили, что более тяжелые атомные ядра имеют более низкую температуру и находятся в другом фазовом состоянии по сравнению с более легкими ядрами. Это должно было объяснить зависимость плотности ядерных уровней от атомного веса.

И.И. Гуревич в статье «Исаак Яковлевич Померанчук» (сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке», 1988) повествует: «Хочу привести один случай из моей жизни. В 1938 г. мне удалось установить немонотонную зависимость плотности ядерных уровней от атомного веса. Я много думал о причинах этого явления и обсуждал возможные варианты объяснения с Исааком Яковлевичем и другими физиками. Наконец, наиболее вероятным объяснением мне показалось предположение о фазовых переходах ядерной материи (более тяжелые ядра имеют более низкую температуру и находятся в другом фазовом состоянии по сравнению с более легкими). Сделав простейшие модельные вычисления, я пришел к Исааку Яковлевичу и рассказал ему об этой гипотезе. К моей большой радости, он сказал, что тоже пришел к тому же заключению. Я тут же предложил ему написать соответствующую статью. К моему глубокому огорчению, он ответил решительным отказом, мотивируя, что я придумал это несколько раньше и полнее. Никакие мои уговоры на него не действовали, и мне пришлось опубликовать эту гипотезу только от себя, сославшись в конце статьи, что **независимо** эта идея была высказана И.Я. Померанчуком» (Гуревич, 1988, с.43).

**192. Построение теории детонации Зельдовича – Гриба - Неймана – Деринга.** Детально изучая структуру фронта волны детонации и механизм ее распространения, ученые разработали теорию детонации, отличную от классической концепции Михельсона – Чепмена - Жуге. Одно из важных положений новой теории – существование области повышенного давления во фронте детонационной волны. Эту теорию создали независимо друг от друга советский физик Яков Борисович Зельдович (1914-1987), американский математик Джон фон Нейман (1903-1957) и немецкий физик-теоретик Вернер Деринг (1911-2006). Аналогичную теорию разработал также ученик С.А. Христиановича – Анатолий Андреевич Гриб (1912-1978), защитивший в 1940 г. кандидатскую диссертацию «Гидродинамическая теория взрывной волны».

Ю.В. Семенов и П.С. Уткин в книге «Численное моделирование детонационных процессов в газах» (2011) пишут: «Появление новых экспериментальных данных, которые не укладывались в рамки классической теории, привело к необходимости более детального теоретического изучения структуры фронта и механизма распространения газовой детонации» (Семенов, Уткин, 2011, с.8). «Вопрос был назревшим, и неудивительно, что в разных странах практически одновременно и, по-видимому, **независимо появились** очень близкие по идее работы: Зельдовича (СССР, 1940 г.), фон Неймана (США, 1942 г.), Деринга (Германия, 1943 г.) и Гриба (СССР, 1944 г.), опубликованные со значительным опозданием по условиям военного времени. Важнейший вывод теории Зельдовича – Неймана – Деринга (ЗНД) – существование области повышенного давления во фронте ДВ (детонационной волны – Н.Н.Б.) – получил впоследствии экспериментальное подтверждение при исследовании детонации газов и конденсированных сред» (там же, с.9).

Об этом же сообщают П.В. Меньшиков, В.А. Кутуев и С.Н. Жариков в статье «Анализ результатов исследований методик расчета скорости детонационных взрывчатых веществ» (журнал «Проблемы недропользования», 2022, № 3): «Первая математическая модель детонационной волны в газах, опирающаяся на теорию ударных волн, была разработана достаточно давно и вслед за техническим прогрессом требовала развития. У истоков стояли В.А. Михельсон, Д.Л. Чепмен, Е. Жуге. Намного позднее развитие эта теория получила в работах Я.Б. Зельдовича, Д. Неймана и В. Деринга, **независимо предложивших** модель детонационной волны, учитывающую физическую зону превращения исходного ВВ в конечные продукты взрыва» (Меньшиков и др., 2022, с.92).

Независимость исследований разных ученых отмечают также Ю.Б. Харитон, Р.З. Сагдеев и др. в статье «Труды и творческий путь Якова Борисовича Зельдовича» (Я.Б. Зельдович, «Избранные труды. Химическая физика и гидродинамика», 1984). Авторы, в частности, констатируют: «ЯБ удалось логически безупречно обосновать правило Чепмена – Жуге. Вопрос был назревшим. По-видимому, **независимо** к аналогичному результату в 1942 г. пришел В. Деринг в Германии, а в 1943 г. И. фон Нейман в США. Следует отметить также, что в 1940 г. теорией детонации занимался советский ученый А.А. Гриб, ученик академика С.А. Христиановича. В связи с условиями военного времени он опубликовал свои результаты (с менее полным анализом химической реакции, но более подробной картиной гидродинамики разлета продуктов взрыва) только в 1944 г.» (Харитон и др., 1984, с.23).

**193. Открытие ядерного магнитного резонанса.** Ядерный магнитный резонанс (ЯМР) – это резонансное поглощение или излучение электромагнитной энергии веществом, содержащим атомные ядра с ненулевым спином во внешнем магнитном поле. Эффект ЯМР открыли независимо друг от друга две научные группы, работавшие в США: одну из них возглавлял Феликс Блох (1905-1983), а вторую – Эдвард Парселл (1912-1997). Ядерный магнитный резонанс лежит в основе работы всех магнитно-резонансных томографов, применяемых в медицине для исследования внутренних органов и тканей.

Анатоль Абрагам в книге «Время вспять, или Физик, физик, где ты был?» (1991) пишет: «ЯМР был открыт в Кембридже в конце 1945 года Парселлом, Паундом и Торри (E.M. Purcell, R.V. Pound, H. Torrey) и **совершенно независимо** и почти одновременно в Станфорде, на западном берегу Америки, Феликсом Блохом, Хансеном и Пакардом (Felix Bloch, Hansen, Packard). Я посвятил большую часть своей научной деятельности изучению и преподаванию ядерного магнетизма» (Абрагам, 1991, с.169-170).

Об этом же сообщает А. Азимов в книге «Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций» (2006): «Метод ЯМР разработали в 1946 году две **независимые группы** ученых: одна под руководством Е.М. Перселла (позднее он стал первым, кто выявил, что в космосе нейтральные атомы водорода испускают волны радиочастотного диапазона); другая под руководством американского физика швейцарского происхождения Феликса Блоха. За это научное достижение Перселл и Блох в 1952 году стали солауреатами Нобелевской премии в области физики» (Азимов, 2006, с.481-482).

Аналогичные сведения можно найти в книге М. Бертолотти «История лазера» (2011), где автор повествует: «Сообщения о первых экспериментах по [ядерному] магнитному резонансу были сделаны Блохом и Парселлом в течение одного месяца и **независимо друг от друга**. В январском выпуске 1946 г. престижного американского журнала Physical Review, Парселл, Торрей и Паунд (г.р. 1919) сообщили в коротком письме редактору (полученному 24 декабря 1945 г.), что они наблюдали поглощение радиочастотной энергии в твердом материале (парафин) в результате переходов, индуцированных между энергетическими уровнями, которые соответствуют различным ориентациям спина протона в постоянном магнитном поле» (Бертолотти, 2011, с.188).



Приведем еще один источник. Х. Гюнтер в книге «Введение в курс спектроскопии ЯМР» (1984) констатирует: «В 1945 г. две группы физиков, **работавших независимо**, - Перселл, Торри и Паунд в Гарвардском университете и Блох, Хансен и Паккард в Станфордском университете – впервые успешно наблюдали явление ядерного магнитного резонанса (ЯМР) в твердых телах и жидкостях. Уже через очень короткий период времени, в начале 50-х годов, это явление было впервые применено для решения химической задачи» (Гюнтер, 1984, с.10).

**194. Обнаружение ядерного магнитного резонанса в экспериментах Е.К. Завойского.** Советский физик Евгений Константинович Завойский (1907-1976) наблюдал сигналы ЯМР в 1941 г., то есть раньше американских ученых, но он столкнулся с проблемой воспроизводимости полученных результатов из-за того, что в опытах использовался магнит низкого качества. В результате отечественный ученый сменил тематику исследований и открыл электронный парамагнитный резонанс (ЭПР).

Алексей Крушельницкий в статье «ЯМР для «чайников», или Десять основных фактов о ядерном магнитном резонансе» (газета «Троицкий вариант», № 9 (128), 7 мая 2013 г.) пишет: «Сейчас уже хорошо известно, что Завойский также наблюдал сигнал ЯМР, это было перед войной, в 1941 году. Однако в его распоряжении был магнит низкого качества с плохой однородностью поля, результаты были плохо воспроизводимыми и потому так и остались неопубликованными. Справедливости ради надо заметить, что Завойский был не единственным, кто наблюдал ЯМР до его «официального» открытия. В частности, американский физик Исидор Раби (лауреат Нобелевской премии 1944 года за исследование магнитных свойств ядер в атомных и молекулярных пучках) в конце 30-х годов также наблюдал ЯМР, но считал это аппаратным артефактом» (А. Крушельницкий, 2013).

**195. Открытие ферромагнитного резонанса.** Ферромагнитный резонанс был теоретически предсказан российским физиком Владимиром Константиновичем Аркадьевым (1884-1953). Он основывался на экспериментах 1911-1913 годов, в ходе которых ему удалось наблюдать избирательный характер поглощения сантиметровых электромагнитных волн ферромагнетиками. Надежное (экспериментально достоверное) открытие ферромагнитного резонанса произошло позже, а именно в 1946-1947 гг. Успеха достигли независимо друг от друга английский физик Джеймс Говард Гриффитс (1908-1981) и упомянутый выше Евгений Константинович Завойский (безусловно, заслуживавший Нобелевской премии).

Василий Птушенко в статье «ЭПР, СССР и Нобелевские премии» (журнал «Наука и жизнь», 2019, № 12) сообщает: «В 1946 году американские физики Эдвард Парселл и Феликс Блох впервые экспериментально продемонстрировали родственное (по отношению к ЭПР – Н.Н.Б.) явление – ядерный магнитный резонанс. В том же году английский физик Джеймс Гриффитс обнаружил ферромагнитный резонанс (в 1947 году это явление **независимо открыл** и Завойский)» (В. Птушенко, 2019).

Об этом же сообщают Е.К. Завойский, С.А. Альтшулер и Б.М. Козырев в статье «Парамагнитный резонанс» (Е.К. Завойский, «Избранные труды. Электронный парамагнитный резонанс и физика плазмы», 1990). В частности, указанные авторы отмечают: «Естественным продолжением исследований ПР, обусловленного магнитными моментами электронов, явилось открытие в 1946 г. Перселлом [6] и Блохом [7] с сотрудниками ядерного магнитного резонанса. К работам по ПР непосредственно примыкает также открытие ферромагнитного резонанса, сделанное Гриффитсом [8] и теоретически предсказанное еще в 1935 г. Ландау и Лифшицем [9]. Следует отметить, что на основе открытого Аркадьевым [10] избирательного поглощения энергии переменного электромагнитного поля ферромагнетиками Дорфман [11] еще в 1923 г. высказал идею о существовании явления магнитного резонанса» (Завойский и др., 1990, с.54). В примечаниях к сказанному авторы статьи говорят о Джеймсе Гриффитсе: «Он открыл это

явление в ферромагнетиках в присутствии сильных внешних магнитных полей. Аркадьев наблюдал это же явление еще в 1911-1913 гг. в тех же веществах в отсутствие внешних магнитных полей» (там же, с.54).

Этот же вопрос рассматривает Б.А. Калиникос в статье «Спиновые волны в ферромагнитных пленках» (СОЖ, 1996, № 5): «После экспериментального открытия явлений парамагнитного резонанса (1944 год, Е.К. Завойский), а затем ферромагнитного резонанса (1946 год, Дж. Гриффитс и Е.К. Завойский **независимо друг от друга**) как экспериментальный, так и теоретический интерес к сверхвысокочастотным процессам в ферромагнетиках значительно возрос» (Калиникос, 1996, с.94).

**196. Предсказание циклотронного резонанса.** Циклотронный резонанс – явление поглощения или отражения электромагнитных волн проводниками, помещенными в постоянное магнитное поле, на частотах, равных или кратных циклотронной частоте носителей заряда. Циклотронная (гиромагнитная) частота – частота обращения заряженной частицы в постоянном магнитном поле в плоскости, перпендикулярной вектору данного поля. Циклотронный (диамагнитный) резонанс предсказали в 1951 г. независимо друг от друга советский физик Яков Григорьевич Дорфман (1898-1974) и английский ученый Роберт Бэлсон Дингл (1926-2010).

В.П. Визгин, А.В. Кессених, Н.В. Вдовиченко и др. в очерке «Хроника научных достижений и социальной истории отечественной физики 1949-1971 гг.» (сборник «К исследованию феномена советской физики 1950-1960-х гг.», 2014) пишут: «Я.Г. Дорфман (**независимо от Р. Дингла**) предсказал циклотронный (диамагнитный) резонанс в полупроводниках. Обнаружен Д. Дрессельхаузом, А. Киппом и Ч. Киттелем (США) в 1953 г. в кристаллах Германия» (Визгин и др., 2014, с.21).

Об этом же информируют С.В. Вонсовский, П.Л. Капица, И.К. Кикоин и др. в статье «Памяти Якова Григорьевича Дорфмана» (УФН, 1975, том 117, № 4): «В 1951 г. Я.Г. Дорфман предсказал еще одно важнейшее резонансное явление – резонанс в электронных проводниках – циклотронный резонанс. Он указал также на возможность использования этого эффекта для определения эффективных масс носителей тока в полупроводниках. Несколько месяцев спустя к **аналогичному выводу** пришел английский физик Дингль. Экспериментально циклотронный резонанс в полупроводниках был обнаружен в 1955 г. американскими исследователями (Дрессельхаузом, Кипом и Киттелем)» (Вонсовский и др., 1975, с.707).

Аналогичные сведения представлены в очерке Я.Г. Дорфмана «Магнетизм», который содержится в 1-ом томе книги «Развитие физики в СССР» (1967): «...Ландау установил, что электронный газ, подчиняющийся квантовой механике, должен обнаруживать в магнитном поле наряду с ранее указанным спиновым парамагнетизмом также специфический диамагнетизм («диамагнетизм Ландау»), обусловленный трансляционным движением. Дальнейшее теоретическое исследование диамагнетизма электронов проводимости в приближении эффективной массы показало, что диамагнетизм может быть весьма просто связан с эффективной массой электрона. Это обстоятельство навело на мысль Я.Г. Дорфмана [44], что в полупроводниках и металлах должен существовать циклотронный (диамагнитный) резонанс электронов проводимости, зависящий от эффективной массы электронов. Он может, следовательно, служить в качестве экспериментального метода ее определения. Несколько позднее аналогичная идея была **независимо высказана** в Англии Р. Динглем [45]» (Дорфман, 1967, с.353).

Здесь [44] – Дорфман Я.Г. Парамагнитный и диамагнитный резонанс электронов проводимости // Доклады АН СССР. – 1951. – Том 81. - № 5. – С.765.

[45] – Dingle R.V. Some magnetic properties of metals. III. Diamagnetic Resonance // Proc. Roy. Soc. London. – 1952. – Vol.212. – Ser.A. - № 1108. – P.38.

**197. Открытие и разработка оптических методов исследования резонансов Герца в атомах.** Первооткрывателем оптических методов исследования резонансов Герца является французский ученый Альфред Каствлер (1902-1984). Его хорошо знают специалисты в области лазерной техники, поскольку именно А. Каствлер, работая над комбинацией оптического и магнитного резонансов, открыл метод «оптической накачки», позволивший создать лазерные устройства. В 1966 г. А. Каствлер был удостоен Нобелевской премии по физике. Однако независимо от него оптические способы исследования резонансов Герца открыл американский физик Фрэнсис Биттер (1902-1967). Выше мы отмечали, что Ф. Биттер разделяет с Н.С. Акуловым приоритет открытия доменной структуры ферромагнетиков (областей спонтанной намагниченности этих веществ).

С.Ю. Вербин в статье «Номинирование на Нобелевскую премию по физике (1900-1966): опыт первоначальной систематизации» (журнал «Вопросы истории естествознания и техники», 2018, том 39, № 4) перечисляет ученых, которые номинировались на престижную премию за открытие метода двойного радио-оптического резонанса: «Вместе с А. Каствлером, лауреатом премии 1966 г. «за открытие и разработку оптических методов исследования резонансов Герца в атомах» - его французский соавтор Жан Броссель (1918-2003) в 1960, 1965 и 1966 гг., а в 1962 г. – Ф. Биттер, предложивший аналогичный метод двойного радио-оптического резонанса **независимо от Каствлера**» (Вербин, 2018, с.686).

**198. Разработка метода порошкового дифракционного анализа кристаллов.** Метод порошкового дифракционного анализа (метод порошковой дифракции) изобрели независимо друг от друга швейцарский физик Пауль Шеррер (1890-1969) и американский ученый-радиотехник Альберт Уоллес Халл (1880-1966). Отметим, что П. Шеррер (совместно с Петером Дебаем) изобрели указанный метод в 1916 г., а А.У. Халл – годом позже.

С.Ю. Вербин в статье «Номинирование на Нобелевскую премию по физике (1900-1966): опыт первоначальной систематизации» (журнал «Вопросы истории естествознания и техники», 2018, том 39, № 4) перечисляет ученых, которые открывали метод порошковой дифракции и номинировались на Нобелевскую премию: «П. Шеррер – в 1939 г. за разработку метода порошкового дифракционного анализа кристаллов вместе с П. Дебаем, нобелевским лауреатом по химии 1936 г. «за вклад в понимание молекулярной структуры в ходе исследований дипольных явлений и дифракции рентгеновских лучей и электронов в газах», и с **независимо разработавшим** этот метод американцем Альбертом Халлом (1880-1966). Шеррера, бывшего с 1927 г. директором Института физики в Цюрихе, номинировали на премию также в 1951 г.» (Вербин, 2018, с.686).

**199. Открытие метода ядерного адиабатического размагничивания.** Данный метод размагничивания предложил нидерландский физик Корнелис Якоб Гортер (1907-1980). Независимо от него к идее использования способа ядерного размагничивания пришли сотрудники Оксфордского университета Ф. Саймон (Симон) и Н. Курти. Отметим, что К.Я. Гортер наиболее известен своими экспериментами, проводившимися с целью обнаружить ядерный магнитный резонанс (эти эксперименты не увенчались успехом).

С.Ю. Вербин в статье «Номинирование на Нобелевскую премию по физике (1900-1966): опыт первоначальной систематизации» (журнал «Вопросы истории естествознания и техники», 2018, том 39, № 4) указывает: «Метод ядерного адиабатического размагничивания был **независимо предложен** номинированным в 1946, 1953 и 1956 гг. Ф. Саймоном и К.Я. Гортером, которого номинировали с 1956 г. (с перерывами), причем в 1956 г. совместно с Саймоном» (Вербин, 2018, с.701).

Об этом же сообщает О. Лоунамаа (O. Lounasmaa) в статье «Новые методы приближения к абсолютному нулю температур» (УФН, 1971, том 103, № 2): «Ядерное охлаждение или же адиабатическое размагничивание, при котором используются не электронные, а ядерные магнитные свойства вещества, было впервые предложено

сотрудниками Оксфордского университета Н. Курти и Ф. Симоном и сотрудником Лейденского университета К. Гортером еще в 1934 г., однако на практике этот метод не был реализован вплоть до 1955 г. С тех пор новый значительный прогресс в этом направлении был достигнут лишь совсем недавно, в первую очередь сотрудниками Калифорнийского университета в Сан-Диего Е. Осгудом и Дж. Гудкингом и сотрудником Оксфордского университета О. Сымко. Сейчас ядерное адиабатическое размагничивание находится на пути к тому, чтобы стать полезным методом, открывающим возможности экспериментирования в субмиллиградусной области» (Лоунасмаа, 1971, с.376-377).

Процитируем еще одну работу. Е.И. Микулин в монографии «Криогенная техника» (1969) пишет: «Ядерный парамагнетизм является источником энтропии (неупорядоченности) вблизи  $0,001^{\circ}\text{K}$ ; если уменьшить энтропию такого парамагнетика, то последующее размагничивание позволит достичь температур порядка  $10^{-5} - 10^{-6}^{\circ}\text{K}$ . Эта идея была высказана Н. Курти и Ф. Симоном, а также К. Гортером в 1934 г. и практически осуществлена Курти в 1956 г. Для осуществления процесса уменьшения энтропии такой системы необходимы высокие магнитные поля...» (Микулин, 1969, с.30).

**200. Открытие явления сверхпластичности.** Явление сверхпластичности открыли независимо друг от друга советский ученый Андрей Анатольевич Бочвар (1902-1984) совместно с З.А. Свидерской и британский специалист в области металлургии С.Е. Пирсон (С.Е. Pearson). С.Е. Пирсон обнаружил данное явление в 1934 г., а А.А. Бочвар – в 1945.

А.Е. Гвоздев, А.Н. Сергеев, А.Н. Чуканов и др. в статье «Из истории состояния сверхпластичности металлических систем» («Чебышевский сборник», 2019, том 20, вып.1) пишут: «А.А. Бочвар и З.А. Свидерская обнаружили очень странное поведение литых сплавов цинка с 15-20 % алюминия (Zn – 22 % Al («цинкаль»)) при дилатометрическом анализе: закаленные образцы при нагреве до температур выше  $150^{\circ}\text{C}$  становились такими мягкими, что спрессовывались под действием пружинки оптического дилатометра. При этом твердость сплава монотектоидного состава оказалась на порядок меньше, чем у чистых компонентов сплава: цинка и алюминия, а относительное удлинение достигло 450 %, что было совершенно необычно для литого материала [15]. А.А. Бочвар был первым, кто понял, что перечисленные факты указывают на существование нового явления, названного им «сверхпластичностью». Этот термин стал международным. Чтобы объяснить экспериментально наблюдаемые большие деформации при исчезающе малых напряжениях, предложил теорию [15, 16], суть которой заключалась в том, что в двухфазных материалах типа цинкаля изменение формы образца может осуществляться за счет направленного диффузионного переноса массы. А.А. Бочвар первым указал на то, что при сверхпластической деформации (СПД) должен протекать еще один процесс, который был назван им «залечиванием» очагов разрушения при перемещениях. Таким образом, в работах А.А. Бочвара в 40-е годы XX века было вновь открыто явление СП» (Гвоздев и др., 2019, с.359-360).

Далее авторы указывают, что до А.А. Бочвара явление сверхпластичности наблюдал Е.А. Пирсон: «В 1934 г. была опубликована работа преподавателя металлургии в Армстронг-Колледже (Великобритания) С.Е. Пирсона (Pearson С.Е.) [13], которая сейчас признана классической несмотря на то, что она была полностью забыта в конце 30-х гг. Известный польский исследователь Мацей Грабский приписывает Пирсону в своей книге [14] честь открытия явления СП. Пирсон исследовал механическое поведение сплавов на основе олова: олово-свинец (Sn-Pb) и олово-висмут (Sn-Bi). Из слитков методом обратного выдавливания Пирсон получал пруток. Цилиндрические образцы испытывались на растяжение при различных условиях нагружения и разном времени выдержки после экструзии. Для достижения еще больших удлинений Пирсон предложил проводить испытание при постоянном напряжении течения. С этой целью он уменьшал величину приложенной к образцу нагрузки по мере уменьшения площади его поперечного сечения, что позволило достичь рекордного значения удлинения в 1950 % для сплава Sn-Bi. Для того

чтобы сфотографировать полученный в итоге образец, длина которого составила 82,1 дюйма (при исходной длине рабочей части 4 дюйма), его пришлось свернуть в спираль. Эта фотография стала классическим примером СП и приводится теперь во многих учебниках» (Гвоздев и др., 2019, с.359). Авторы добавляют: «Работа С.Е. Пирсона была незаслуженно забыта в конце 1930-х гг. Исторически сложилось так, что развитие дальнейших исследований явления сверхпластичности связано с именами наших соотечественников – советских ученых – академика А.А. Бочвара и его сотрудницы З.А. Свицерской» (там же, с.359).

Здесь [15] – Бочвар А.А. О разных механизмах пластичности в металлических сплавах // Известия АН СССР. Отделение технических наук (ОТН). – 1948. - № 5. – С.649-653.

[16] – Бочвар А.А., Свицерская З.А. Явление сверхпластичности в сплавах цинка с алюминием // Известия АН СССР. ОТН. – 1945. - № 9. – С.821-824.

[13] – Pearson С.Е. // The Journal of the Institute of Metals. – 1934. – Vol.54. – P.111-123.

Независимость исследований разных ученых, открывших явление сверхпластичности, рассматривается также в книге В.А. Займовского и Т.Л. Колупаевой «Необычные свойства обычных металлов» (1984), где авторы пишут: «В 1934 г. преподаватель металлургии английского Армстронг-колледжа С. Пирсон опубликовал статью с отчетом о результатах испытаний образцов из сплавов свинца с оловом и висмута с оловом. Он обнаружил аномально высокую пластичность этих сплавов. Образцы при растяжении можно было удлинить в 20 раз! На это сообщение не последовало никакой реакции, и работа С. Пирсона вскоре **была забыта**. Второе рождение сверхпластичности относится к 1945 г., когда советские ученые А.А. Бочвар и З.А. Свицерская обнаружили необычное поведение сплавов цинка с алюминием. При небольшом подогреве эти сплавы становились чрезвычайно мягкими и давали огромные остаточные деформации. Академик А.А. Бочвар первым предложил сам термин «сверхпластичность», который в дальнейшем стал общепринятым, и указал на существенные черты явления» (Займовский, Колупаева, 1984, с.93-94).

**201. Открытие взаимодействия Дзялошинского – Мория.** Как известно, многие вещества, демонстрирующие свойства антиферромагнетиков, обладают небольшой спонтанной намагниченностью. Возникла необходимость объяснения этого феномена. Ученые показали, что этот феномен – результат магнитной кристаллографической анизотропии. Правильное объяснение нашли независимо друг от друга советский физик-теоретик Игорь Дзялошинский (1931-2021) и японский физик, сотрудник Токийского университета, Тору Мория. Благодаря им в физике появилось понятие «антисимметричный обмен» - фактор, который вносит вклад в общее магнитное обменное взаимодействие между двумя соседними магнитными спинами. Другое название антисимметричного обмена – «взаимодействие Дзялошинского - Мория».

А.Г. Гуревич в монографии «Физика твердого тела» (2004) пишет: «Еще довольно давно было замечено, что многие вещества (например, гематит  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), которые по их основным свойствам должны были быть отнесены к антиферромагнетикам, обладают, тем не менее, небольшой спонтанной намагниченностью. Долгое время ее объясняли наличием примесей, однако в 1956 г. Боровик-Романов и Орлова [19] установили, что такая намагниченность является имманентным свойством этих веществ. Вскоре Дзялошинский и, **независимо**, Мория теоретически показали, что небольшая (по сравнению с суммой абсолютных значений магнитных моментов) намагниченность возникает вследствие магнитной кристаллографической анизотропии. В кристаллах с некоторыми структурами она приводит к «скашиванию» моментов различных подрешеток по отношению к их антипараллельной ориентации, которая стимулируется обменным взаимодействием. Такие вещества называют слабыми ферромагнетиками либо неколлинеарными или скошенными (canted) антиферромагнетиками» (Гуревич, 2004, с.248).

Отметим, что в журнале «Успехи физических наук» имеется ряд публикаций Т. Мория:

- Мория Т. Теория поглощения и рассеяния света магнитными кристаллами // УФН. – 1969. – Том 98. - № 1. – С.81-94.

- Мория Т. Последние достижения теории магнетизма коллективизированных электронов // УФН. – 1981. – Том 135. - № 1. – С.117-170.

**202. Открытие явления инверсии магнитного поля в экситонном спектре полупроводника без центра инверсии.** Явление инверсии магнитного поля в экситонном спектре полупроводника без центра инверсии обнаружили независимо друг от друга советский физик Борис Петрович Захарченя (1928-2005) и американский физик Джон Джозеф Хопфилд (род. 1933 г.). Джон Хопфилд в основном известен как создатель физической модели ассоциативной нейронной сети. Он построил в 1982 г. эту модель после того, как обнаружил аналогию между нейронными сетями и спиновыми стеклами – магнитными веществами с аморфной неупорядоченной структурой.

Ж.И. Алферов, А.С. Боровик-Романов, Ю.М. Каган и др. в статье «Борис Петрович Захарченя (к шестидесятилетию со дня рождения)» (УФН, 1987, том 155, № 1) пишут: «В 1957 г. Б.П. Захарченя вместе с Б.Ф. Гроссом открыл явление осцилляции магнитопоглощения в закиси меди. (Независимо это явление наблюдалось американскими физиками Лэксом и Звердлингом на кристаллах германия и Бурштейном и Пайкусом – на антимониде индия). В 1961 г. **независимо и одновременно** с американскими физиками Томасом и Хапфильдом Б.П. Захарченя наблюдал явление инверсии магнитного поля в экситонном спектре полупроводника без центра инверсии. Эффект состоит в сильном изменении интенсивности зеемановских компонент и их сдвиге при переключении направления магнитного поля, если свет ему перпендикулярен. Эффект инверсии явился первым убедительным доказательством движения экситона в кристалле и сыграл значительную роль в развитии идей пространственной дисперсии в кристаллах» (Алферов и др., 1987, с.167).

**203. Применение преобразования Фурье в ЯМР-спектроскопии.** Применение преобразования Фурье в ЯМР-спектроскопии – весьма важный научный результат. Это один из тех результатов, за которые швейцарский физико-химик Рихард Роберт Эрнст (1933-2021) получил Нобелевскую премию по физике. Однако независимо от него аналогичный результат получил советский ученый, сотрудник Ленинградского государственного университета Федор Иванович Скрипов (1921-1961).

А.В. Кессених и В.В. Птушенко в книге «Магнитный резонанс в интерьере века: биографии и публикации» (2019) пишут: «В Ленинграде работы в области магнитно-резонансной спектроскопии начались достаточно рано, как минимум с начала 1950-х гг. В Ленинградском государственном университете (ЛГУ) Ф.И. Скриповым была организована лаборатория магнитной спектроскопии. Скриповым были начаты работы (продолжающиеся в ЛГУ и по сей день) в области ЯМР в земном поле [Скрипов, 1958]. Любопытно, что в своей работе он фактически впервые применил преобразование Фурье в ЯМР-спектроскопии [Морозов и др., 1958]. Характерная история: попытка запатентовать этот метод наткнулась на сопротивление советского патентного ведомства и приоритет отечественной науки был утрачен, как это бывало в ее истории слишком часто [Устынюк, 2017]. (Чуть позже тот же подход был **независимо предложен** и разработан Р. Эрнстом)» (Кессених, Птушенко, 2019, с.85).

Об этом же сообщает П.А. Куприянов в кандидатской диссертации «Развитие методов ядерного магнитного резонанса в магнитном поле Земли» (2017): «Первые попытки оценить константу косвенного спин-спинового взаимодействия (КССВ) в земном магнитном поле можно увидеть, например, в [13], где авторы в 1957 г. оценивают КССВ протона и фтора по частоте биений в ССИ (сигнале свободной индукции – Н.Н.Б.) от фторбензола. Однако в

том же 1957 г. полноценное фурье-преобразование сигнала ядерного магнитного резонанса от трибутилфосфата в земном поле (ЯМРПЗ) было осуществлено в Ленинградском государственном университете на кафедре радиофизики Ф.И. Скриповым, А.В. Мельниковым и А.А. Морозовым [14]. За рубежом об этом факте **принято умалчивать**, и первое применение преобразования Фурье приписывать другим авторам и десятилетием позже» (Куприянов, 2017, с.6).

Приведем еще один (весьма информативный) источник. Ю.А. Устынюк в монографии «Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Часть 1 (вводный курс)» (2016) повествует о методе преобразования Фурье: «Идею о том, что этот метод можно использовать и для обработки интерферограмм в ЯМР, впервые предложил и реализовал ленинградский физик Ф.И. Скрипов. Он пытался запатентовать этот способ, но малоквалифицированные эксперты патентного ведомства сочли эту идею абсурдной, и в патенте было отказано. Две работы Ф.И. Скрипова появились в 1956 и в 1958 годах (смотрите, например, Скрипов Ф.И., Известия АН СССР, серия физическая, 1958, 22, 1141). Поскольку [работы] были напечатаны в советских журналах на русском языке, они остались незамеченными учеными других стран. И, как и во многих других случаях, когда «идея носится в воздухе», тот же подход был чуть позже **независимо предложен** и детально разработан Ричардом Эрнстом. Этот пример утраты приоритета нашими учеными отнюдь не является единичным. Изоляция научного сообщества наших ученых в годы «холодной войны», когда получить разрешение на публикацию научной статьи в иностранном журнале «в компетентных органах» было очень трудно, привела и ко многим другим досадным потерям» (Устынюк, 2016, с.30).

**204. Изобретение магнитно-резонансной томографии (технологии МРТ-сканирования).** Обсуждая открытие ядерного магнитного резонанса (ЯМР), сделанное Феликсом Блохом и Эдвардом Парселлом, мы говорили о том, что ЯМР лежит в основе всех магнитно-резонансных томографов – приборов, позволяющих исследовать внутренние органы и ткани путем измерения электромагнитного отклика атомных ядер этих органов, находящихся в сильном постоянном магнитном поле. Кто же изобрел магнитно-резонансную томографию? С точки зрения многих специалистов, это сделали американский химик Пол Кристиан Лотербур (1929-2007) и британский физик Питер Мэнсфилд (1933-2017), которые в 2003 г. получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине. Однако независимо от них к идее магнитно-резонансной томографии пришел советский и российский ученый, доктор технических наук Владислав Александрович Иванов (1936-2007), а также американский исследователь Реймонд Дамадьян (1936-2022).

В статье «Резонансная история: кто на самом деле изобрел МРТ?» («Российская газета», 26.07.2022 г.) сообщается: «Метод ядерно-магнитного резонанса развивался и использовался для химического и физического молекулярного анализа, для измерения магнитных полей. До открытия, которое позволило бы использовать этот метод в медицине, оставался один шаг. Его сделал молодой талантливый советский физик Владислав Иванов. <...> Выпускник военно-воздушной академии им. А.Ф. Можайского Владислав Иванов служил в Дальневосточном военном округе в городе Сучан Приморского края. В академии Иванов занимался измерением магнитных полей на экспериментальной базе в Воейково под Ленинградом. В Сучане изучал зависимость навигации летающих объектов от магнитного поля Земли. Измерения он проводил с помощью прибора, в котором использовался ядерный магнитный резонанс в воде. В какой-то момент Иванов подумал: а нельзя ли с помощью этого метода исследовать организм человека? Человек, как известно, на 80% состоит из воды, то есть из атомов водорода и кислорода. Ядро атома водорода - это протон. А протоны можно заставить «говорить», если поместить их в специально ориентированное магнитное поле. Конечно, от отдельных протонов сигнал будет очень слабым. Но сигнал от целого ансамбля атомов будет звучать достаточно «громко». И это звучание можно преобразовать в объемную картинку! Но для этого нужно изобрести

специальный прибор. Свою первую заявку на изобретение «свободно-прецессионного протонного микроскопа» Владислав Иванов подал в 1959 году. Через год оформил еще три заявки. По сути дела, Иванов изобрел четыре уникальных прибора. В том числе и «устройство для исследования внутреннего строения материальных тел», то есть то, что сегодня называется магнитно-резонансным томографом» («Российская газета», 2022).

Заслуги Р. Дамадьяна, в том числе тот факт, что его патент на метод сканирования тела человека с помощью ЯМР опережал публикации П. Лотербурга, упоминаются в книге А.В. Аганова «Введение в магнитно-резонансную томографию» (2014). Автор данной книги, в частности, пишет: «В 1972 г. профессором химии Университета штата Нью-Йорк в Стони-Брук Полом Лаутербургом (Paul Lauterburg) в журнале «Нейчур» была направлена статья с описанием нового метода «Зойгматография» на основе ЯМР (по аналогии с рентгеновской томографией). Статья была не понята редакцией и отклонена. Лишь третья версия статьи была принята и увидела свет 13 марта 1973 г. [1]. В ней было приведено первое ЯМР-изображение неоднородного объекта, состоящего из двух наполненных водой трубок. <...> Заметим, что администрация Университета Стони-Брук, где работал П. Лаутербург, не верила в эту идею и прошение о подаче заявки на патент отклонила. Публикации П. Лаутербурга предшествовал патент, выданный Реймонду Дамадьяну (Raymond Damadian), который предложил возможность сканирования тела человека с помощью ЯМР для медицинского исследования» (Аганов, 2014, с.3-4).

**205. Предсказание эффекта Франца – Келдыша.** Речь идет об эффекте изменения поглощения света полупроводником в электрическом поле. В этом эффекте появляется поглощение на частотах, меньших ширины запрещенной зоны полупроводника. Указанный эффект (явление сдвига полос поглощения в полупроводниковых кристаллах под влиянием электрического поля) предсказали в 1957-1958 гг. независимо друг от друга немецкий физик Вальтер Франц (1911-1992) и советский физик Леонид Вениаминович Келдыш (1931-2016).

И.К. Кикоин и Ю.Н. Смирнов в статье «Пути развития физики твердого тела» (журнал «Природа», 1968, № 2) указывают: «Чрезвычайно важен для характеристики квазичастиц и вопрос об их энергетическом спектре. Так, энергетический спектр электронов и «дырок» в полупроводнике определяет основные и технически важные полупроводниковые свойства. Понятно поэтому стремление физиков найти способ влиять на энергетический спектр полупроводника внешними воздействиями. Сам энергетический спектр электронов в полупроводнике определяют, изучая поглощение света исследуемым образцом. В частности, если энергия падающих на полупроводник фотонов меньше энергии, необходимой для «освобождения» электрона, то такие фотоны вовсе не будут поглощаться. Иными словами, полупроводник характеризуется определенным порогом поглощения: для света, частота которого ниже этого порога, полупроводник прозрачен (вспомним, что энергия фотона пропорциональна его частоте). Л.В. Келдышу (и, **независимо от него**, Францу) удалось теоретически предсказать, что под действием внешнего электрического поля этот порог должен сместиться в сторону меньших частот. Предсказание превосходно подтвердилось опытами В.С. Вавилова и его сотрудников, и, таким образом, физики получили простой и эффективный метод воздействия на важнейшие свойства полупроводниковых материалов» (Кикоин, Смирнов, 1968, с.9-10).

Об этом же сообщают В.П. Визгин, А.В. Кессених, Н.В. Вдовиченко и др. в очерке «Хроника научных достижений и социальной истории отечественной физики 1949-1971 гг.» (сборник «К исследованию феномена советской физики 1950-1960-х гг.», 2014): «Л.В. Келдыш и **независимо от него** В. Франц разработали теорию поглощения света в полупроводниковых кристаллах под действием электрического поля и предсказали соответствующий сдвиг полос поглощения (эффект Келдыша - Франца). В 1961 г. Т. Мосс подтвердил этот эффект экспериментально» (Визгин и др., 2014, с.53).



Процитируем еще одну работу. А.Н. Георгобиани, Л.Н. Иванов и П.А. Тодуа в статье «Эффект Келдыша – Франца и области его применения» (журнал «Природа», 1979, № 7) констатируют: «В 1958 г. Л.В. Келдыш в СССР и В. Франц в ФРГ **независимо друг от друга** теоретически исследовали положение края полосы собственного поглощения света в полупроводнике, помещенном в сильное электрическое поле, и показали, что электрическое поле смещает край полосы собственного поглощения в область меньших энергий. При этом резкая граница поглощения приобретает вид плавно меняющейся экспоненты (на языке специалистов это утверждение выглядит более экзотично: со стороны длинноволнового края полосы поглощения появляется экспоненциально спадающий хвост)» (Георгобиани и др., 1979, с.28).

**206. Изобретение понятия матрицы плотности в квантовой механике.** Матрица плотности (оператор плотности, статистический оператор) – это один из способов описания состояния квантово-механической системы. В отличие от волновой функции Шредингера, пригодной лишь для описания чистых состояний, оператор плотности в равной мере может задавать как чистые, так и смешанные состояния. Формализм, основанный на понятии матрицы плотности, создали независимо друг от друга советский физик Лев Давидович Ландау (1908-1968), американский физик Джон фон Нейман (1903-1957), а также Феликс Блох (1905-1983). Ландау и фон Нейман сделали это в 1927 г., а Феликс Блох (первооткрыватель ядерного магнитного резонанса) – в 1946 г.

А.И. Ахиезер в статье «Учитель и друг» (сборник «Воспоминания о Л.Д. Ландау», 1988) пишет: «Ландау впервые ввел в квантовую механику понятие матрицы плотности (**независимо** от Ф. Блоха и И. фон Неймана)» (Ахиезер, 1988, с.60).

Об этом же сообщает Борис Горобец в книге «Круг Ландау» (2006): «В 1927 г. Лев Ландау, на несколько месяцев раньше И. фон Неймана, ввел в квантовую механику понятие матрицы плотности, с помощью которой развил способ наиболее общего квантово-механического описания сложных систем» (Горобец, 2006, с.182). «Интересное соображение высказали теоретики-физики из ИОФАН. По их сведениям, сам Ландау считал матрицу плотности своим высшим достижением в физике...» (там же, с.183). Автор подчеркивает: «...Сам фон Нейман признавал приоритет Ландау, правда, не слишком это акцентировал в своих ссылках» (там же, с.184).

Процитируем еще одну работу. М.И. Монастырский в статье «Джон фон Нейман» (УФН, 2004, том 174, № 12) указывает: «Еще один результат фон Неймана, полученный в 1927 г., имеющий важное значение для статистической квантовой физики, - введение матрицы плотности (незаменимый аппарат при описании не отдельной частицы, а системы частиц); этот результат был получен фон Нейманом в большой общности и сразу же был использован в квантовой теории измерений. Но здесь он должен **разделить славу** с Л. Ландау, который несколько ранее (на несколько месяцев) ввел матрицу плотности в специальном случае – в задаче о затухании в волновой механике [19]. Эта замечательная работа Ландау, выполненная им в 19-летнем возрасте, цитируется фон Нейманом» (Монастырский, 2004, с.1376).

**207. Открытие уравнения Дирака.** Речь идет о релятивистски инвариантном уравнении движения для биспинорного классического поля электрона, которое применимо также для описания других точечных фермионов со спином  $\frac{1}{2}$ . Это уравнение получено Полем Дираком в 1928 году. Как говорят специалисты, именно за открытие этого уравнения П. Дирак получил в 1933 г. Нобелевскую премию по физике. Однако – как это ни удивительно – независимо от него к открытию аналогичного уравнения вплотную подошли Л.Д. Ландау и Д.Д. Иваненко. Другими словами, советские ученые самостоятельно получили результат Нобелевского уровня, но он оказался незамеченным.

Т.Ю. Лисовская в статье «Станет ли наука экзотикой? Беседы М.Я. Азбеля и М.И. Каганова о судьбах науки» (журнал «Природа», 1996, № 5) приводит слова М.Я. Азбеля: «В

майском номере «Physical Today» я прочитал поразительную историю. Оказывается, почти одновременно с Дираком, работавшим над своей знаменитой статьей об уравнении для волновой функции электрона, в котором используются матрицы 4-вектора спина, советские ученые Л. Ландау и Д. Иваненко опубликовали, в сущности, очень близкую по идее работу. Ландау уже тогда был известен, статья напечатана в «Zeitschrift für Physik», который тогда читали все, и... она ушла на дно, даже не создав волн. В. Паули в своих воспоминаниях на многих страницах перечисляет всех, кто хоть как-то был причастен к проблеме. Увы! Он даже не упоминает Ландау!» (Лисовская, 1996, с.131).

**208. Открытие «уровней Ландау» (проквантованных уровней энергии электрона в магнитном поле).** «Уровни Ландау» - это уровни энергии электрона в магнитном поле, которые подвергнуты квантованию. В 1930 г. Л.Д. Ландау опубликовал статью, посвященную поведению электронов в магнитном поле. В этой статье он проквантовал указанные энергетические уровни электрона, после чего появились термины «уровни Ландау» и «диамагнетизм Ландау». Однако независимо от него эти же энергетические уровни электрона проквантовали Я.И. Френкель и М.П. Бронштейн. Следовательно, нужно говорить об «уровнях Ландау – Френкеля - Бронштейна», а не об «уровнях Ландау».

Моисей Каганов в статье «Непростая история» (журнал «Семь искусств», № 10 от 26.11.2019 г.) пишет: «Статья Л.Д. Ландау [1] привела к возникновению двух терминов: «Ландау уровни» и «Ландау диамагнетизм» (смотрите, например, [10, том 1, с.462 и 466]). Автором (Л.Д.) статья названа «Диамагнетизм металлов». Из названия ясно, какой свой результат автор считал главным. Что касается диамагнетизма газа электронов, то присвоение ему имени Ландау абсолютно справедливо. Присвоение имени Ландау уровням энергии электрона в магнитном поле, надо признаться, не так бесспорно. В том же 1930 г. вышла статья Я.И. Френкеля и М.П. Бронштейна «Квантование свободных электронов в магнитном поле» [11] (смотрите также [12]). Формула (11) этой статьи только обозначениями отличается от формулы (8) статьи Ландау. Таким образом, энергию электрона в магнитном поле **практически одновременно** с Ландау проквантовали Френкель и Бронштейн. В работе Ландау нет ссылки на работу Френкеля и Бронштейна, а у них – на работу Ландау» (М. Каганов, 2019).

Далее автор указывает: «В работе 1930 г. Ландау, по-видимому, не мог процитировать их работу, так как, скорее всего, ее не знал, как не знали о работе Ландау Френкель и Бронштейн. Сделал и написал Ландау свою работу в Англии, в Кембридже. В командировке за рубежом он находился уже довольно долго» (М. Каганов, 2019).

Американский физик Исидор Айзек Раби (1898-1988), лауреат Нобелевской премии по физике за 1944 год – исследователь, вплотную подошедший к квантованию энергии электрона в магнитном поле независимо от других ученых. М. Каганов в той же работе «Непростая история» приводит фрагмент статьи Я.И. Френкеля и М.П. Бронштейна «Квантование свободных электронов в магнитном поле» (1930): «Раби показал на основании уравнений Дирака, что квантование свободных электронов в магнитном поле действительно имеет место. Для того чтобы убедиться, что дискретный ряд уровней энергии свободного электрона, движущегося в магнитном поле, не является одним из парадоксов, связанных с уравнениями Дирака, а соответствует реальному физическому явлению, хотя еще и не обнаруженному экспериментально, полезно показать, что такое квантование неизбежно возникает во всякой форме квантовой теории – как в «полуклассической механике Бора, так и волновой механике Шредингера и Дирака» (М. Каганов, 2019).

Здесь [1] – Landau L.D. Diamagnetismus der Metalle // Zeitschrift für Physik. – 1930. – Bd.64. – S.629-637.

[10] – Физика твердого тела (энциклопедический словарь). – Киев: «Наукова думка», 1996.

[11] – Френкель Я.И., Бронштейн М.П. Квантование свободных электронов в магнитном поле // ЖРФХО. – 1930. – Том 62. - № 5. – С.485-493.

[12] – Вопросы теоретической физики. Сборник статей к 100-летию со дня рождения Я.И. Френкеля. – СПб.: ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 1994. – С.260.

**209. Создание теории антиферромагнетизма.** Эту теорию построили независимо друг от друга французский ученый Луи Неель (Louis Neel, 1904-2000), лауреат Нобелевской премии по физике за 1970 год, и наш соотечественник Л.Д. Ландау. В частности, он выдвинул гипотезу о магнитной слоистой структуре при рассмотрении явления антиферромагнетизма независимо от Л. Нееля, который сформулировал предположение о магнитных подрешетках при анализе того же явления.

А.С. Боровик-Романов в статье «Лауреаты Нобелевской премии 1970 г. в области физики» (журнал «Природа», 1971, № 2) повествует: «В 1932 г. Л. Неель высказал предположение, что если в природе существуют вещества, в которых знак константы обменного взаимодействия между соседними спинами отрицателен, то в таких веществах возможно упорядоченное состояние, при котором правое и левое направления спинов будут чередоваться в шахматном порядке. При этом все параллельные друг другу спины можно объединить в подсистемы или подрешетки, которые намагничены навстречу друг другу. Полный магнитный момент вещества при таком состоянии в отсутствие магнитного поля равен нулю. Позднее такое состояние было названо антиферромагнетизмом. Термодинамическая теория антиферромагнетизма и, в частности, фазового перехода вещества из парамагнитного состояния в антиферромагнитное была **развита независимо** Л.Д. Ландау (1933 г.). Однако введенная Неелем модель магнитных подрешеток оказалась очень плодотворной и широко применяется сейчас для описания антиферромагнитных и более сложных ферромагнитных структур» (Боровик-Романов, 1971, с.102-103).

Об этом же сообщают А.Г. Гуревич и Г.А. Мелков в книге «Магнитные колебания и волны» (1994): «Идея антиферромагнитного упорядочения элементарных магнитных моментов вещества была **выдвинута независимо** Неелем и Ландау [129]. Неель предположил существование «шахматной» структуры, в которой каждый момент имеет в качестве всех ближайших соседей моменты, направленные в противоположную сторону. Ландау предложил модель антиферромагнетика, в которой чередуются слои моментов, направленных в противоположные стороны. До работ по магнитной нейтронографии антиферромагнетиков наличие той или иной антиферромагнитной структуры оставалось гипотезой, выдвигаемой для объяснения их магнитных свойств. Эти работы (смотрите, например, [32]) доказали реальность существования антиферромагнитного упорядочения и позволили определить магнитные структуры многих веществ» (Гуревич, Мелков, 1994, с.70).

Здесь [129] – Ландау Л.Д. Возможное объяснение зависимости восприимчивости от поля при низких температурах // Ландау Л.Д. Собрание трудов в 2-х томах. Том 1. – М.: «Наука», 1969. – С.97.

Наконец, этот же вопрос рассматривают Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшиц в книге «Теоретическая физика», а именно в 8-ом томе данной книги «Электродинамика сплошных сред» (2005). Авторы, в частности, указывают: «Идея о том, что обменное взаимодействие может привести к состоянию с подрешетками с антипараллельными магнитными моментами, была впервые высказана Неелем (L. Neel, 1932). **Независимо от него**, такая же идея была высказана Л.Д. Ландау (1933), причем им было сформулировано представление об антиферромагнитном состоянии как о термодинамической фазе, отличной от парамагнитной фазы, и о необходимости существования точки фазового перехода между ними. Мы будем говорить о такой точке как об антиферромагнитной точке Кюри» (Ландау, Лифшиц, 2005, с.249).

Дополнительная литература по теме:

- Белов К.П. Ферромагнетики и антиферромагнетики вблизи точки Кюри // Успехи физических наук. – 1958. - Том 65. - № 2. - С.207-256.

**210. Создание каскадной теории электронно-фотонных ливней в космических лучах.** Данную теорию построили независимо друг от друга три группы ученых. Первая группа – индийский физик Хоми Джехангир Баба (1909-1966) и немецкий ученый Вальтер Гайтлер (1904-1981), вторая группа – Л.Д. Ландау и его коллега Юрий Борисович Румер (1901-1985). Наконец, третья группа – американский физик Роберт Оппенгеймер (1904-1967) и его сотрудник Джон Карлсон (1899-1954).

Г.Т. Зацепин, Г.В. Куликов и Г.Б. Христиансен в статье «У истоков физики космических лучей сверхвысоких энергий» («Вестник РАН», 1992, № 11) пишут: «Для понимания природы космических лучей принципиальное значение имело открытие в 1929 г. Скобельцыным так называемых ливней космических лучей [2]. Изучая образование комптон-электронов гамма-лучами в камере Вильсона, помещенной в магнитное поле, он обнаружил, что сравнительно часто на одной фотографии наблюдаются два или три следа частиц космических лучей. Группы частиц космических частиц, или ливни, встречались гораздо чаще, чем, если бы частицы были независимы друг от друга, что свидетельствовало о наличии генетической связи между ними. Открытие ливней показало, что в космических лучах происходят процессы, не имеющие аналогов в области меньших энергий. Это обстоятельство сделало изучение космических лучей одним из наиболее актуальных направлений физики 30-х годов. Под влиянием работ Скобельцына и других исследователей Х. Баба и В. Гайтлер, а также **независимо от них** Л.Д. Ландау и Ю.Б. Румер разработали основы электромагнитной каскадной теории» (Зацепин и др., 1992, с.92-93).

О независимой работе Р. Оппенгеймера над каскадной теорией космических ливней пишет В.Ф. Сокуров в книге «Физика космических лучей: космическая радиация» (2005): «В 1938 г. П.М. Блэкетт (Англия) и Дж. Оккилиани (Италия) с помощью камеры Вильсона, управляемой телескопом из счетчиков Гейгера-Мюллера, обнаружили ливни вторичных заряженных частиц, которые впервые наблюдал Д.В. Скобельцын в 1929 г. в виде групп треков «ультра-бета-частиц». А несколько ранее, в 1937 г., индийский физик Г. Баба и В. Гайтлер в Англии, а также **независимо от них** Дж. Карлсон и Р. Оппенгеймер в США построили каскадную теорию электронно-фотонных ливней» (Сокуров, 2005, с.6-7).

Заслуги Х.Д. Баба упоминаются в статье Д.И. Блохинцева «Памяти Хоми Джихангира Баба» (журнал «Атомная энергия», 1966, том 21, № 1): «Знакомство советских физиков с Хоми Баба первоначально было заочным. В 1937 г. им совместно с В. Гайтлером была опубликована каскадная теория электронно-фотонных ливней в космических лучах [1-3]. Эта теория стала основой для понимания поведения мягкой компоненты космических лучей» (Блохинцев, 1966, с.7).

**211. Открытие явления сверхтекучести жидкого гелия.** Сверхтекучесть жидкого гелия – фазовое состояние гелия, в котором он проявляет свойства жидкости с нулевой вязкостью. При максимальном охлаждении он течет без трения по любой поверхности. Это физическое явление открыли независимо друг от друга советский физик Петр Леонидович Капица (1894-1984), а также канадские ученые Джон Фрэнк Аллен (1908-2001) и Дон Мизнер (1911-1996). Это открытие принесло в 1978 г. П.Л. Капице Нобелевскую премию по физике (он получил ее совместно с А. Пензиасом и Р. Вильсоном, открывшими космическое реликтовое излучение).

П.Е. Рубинин в статье «Нобелевская неделя П.Л. Капицы» (сборник «Петр Леонидович Капица. Воспоминания. Письма. Документы», 1994) пишет о П.Л. Капице: «...В 1938 г. он удивил всех физиков, открыв сверхтекучесть гелия, обнаружив, что внутреннее трение (вязкость) жидкого гелия исчезает ниже 2,2 К (так называемая лямбда-точка гелия). Это же открытие было **независимо сделано** Алленом и Майзнером в Мондонской лаборатории. Последующие исследования сверхтекучести Капица провел так

же блестяще, и в то же время он руководил и вдохновлял в работе своих младших сотрудников, из которых мы должны вспомнить, прежде всего, Льва Ландау, лауреата Нобелевской премии 1962 г. «за пионерские теоретические работы по конденсированному состоянию, особенно жидкого гелия» (Рубинин, 1994, с.508-509).

Об этом же сообщает Антонио Рохо в книге «Физика низких температур. Ландау. Сверхтекучесть» (2015): «Наука – коллективная деятельность, которая требует обмена мнениями. Часто случается, что одно и то же открытие делается **независимо друг от друга** одновременно разными учеными или даже группами исследователей. В январе 1938 года в журнале «Nature» были опубликованы две статьи о вязкости гелия, одна из которых являлась продолжением другой. Первая дошла до издательства 2 декабря 1937 года, ее отправил из Москвы Петр Капица. Вторая – 27 декабря того же года, за подписью канадских ученых Джона Аллена и Остина Майзнера из лаборатории Монда в Кембридже. Некоторые физики спорили о первенстве открытия сверхтекучести и о том, знал ли Капица об успехах своих «наследников» в его лаборатории. В любом случае это вопрос интерпретации тех или иных фактов» (Рохо, 2015, с.97-98).

Этот же вопрос рассматривает С. Транковский в статье «Сверхпроводимость и сверхтекучесть» (журнал «Наука и жизнь», 2004, № 2): «В 1922 году все тот же Камерлинг-Оннес увидел, что сжиженный им гелий ведет себя совершенно удивительным образом. Налитый в пробирку, он в ней не удерживается, а вытекает через край, поднимаясь по стенкам, и каплями падает с ее нижнего конца. Если же эту пробирку опустить в ванну с гелием, жидкость станет перетекать до тех пор, пока уровни в пробирке и ванне не сравняются. Этот феномен нашел объяснение только спустя полтора десятка лет, когда П.Л. Капица открыл явление сверхтекучести (Нобелевская премия 1978 года). (Одновременно и **независимо от него** это же открытие сделали американцы Г.Ф. Аллен и А.Д. Мейзнер)» (Транковский, 2004, с.6).

Аналогичные сведения можно найти в работе:

- Паевский А. Нобелевские лауреаты: Петр Капица // сайт «Индикатор», 28 ноября 2018 г.

## **212. Построение двухкомпонентной (двухжидкостной) модели сверхтекучего гелия.**

Двухкомпонентную модель сверхтекучего гелия построили независимо друг от друга Лев Ландау и венгерский физик Ласло Тисса (1907-2009). В рамках этой модели они – опять же независимо – предсказали существование второго звука в жидком гелии. Вторым звуком – это слаботазухающие колебания температуры и энтропии в сверхтекучем гелии.

Е.М. Лифшиц в статье «История открытия и объяснения сверхтекучести жидкого гелия» (сборник «Воспоминания о Л.Д. Ландау», 1988) указывает: «Следует сказать, что примерно одновременно с Ландау, **независимо от него**, некоторые качественные представления описываемой ниже картины были высказаны венгерским физиком Л. Тиссой (находившимся в то время в Париже); его статья, опубликованная в 1939 г. во Франции, была получена в СССР в силу условий военного времени лишь в 1943 г.» (Лифшиц, 1988, с.294). Автор продолжает: «...Замечательным подтверждением теории послужило открытие явления, получившего название второго звука. Предсказание, сделанное **независимо** Ландау и Тиссой, заключалось в том, что в гелии II могут распространяться с различными скоростями два типа волн» (там же, с.297).

Об этом же сообщается в статье Е.М. Лифшица «Теория сверхтекучести гелия II» (Е.М. Лифшиц, «Избранные труды», 2004): «Хотя, таким образом, микроскопическая теория в работах Тиссы, по существу, вовсе отсутствует, необходимо в то же время отметить его несомненную заслугу, заключающуюся во введении, **независимо от Л. Ландау** [19], идеи о макроскопическом описании гелия II с помощью разделения его плотности на две части и введения двух полей скоростей. На основании этих представлений он предсказал еще в 1938 г. существование второго вида звуковых волн в гелии II (названных им температурными волнами)» (Лифшиц, 2004, с.266).

Здесь [19] – Гинзбург В.Л. // ЖЭТФ. – 1943. – Том 13. – С.213.

Отметим, что статья Е.М. Лифшица «Теория сверхтекучести гелия II» впервые опубликована в журнале «Успехи физических наук» (1948, том 34, с.512).

Наконец, сам Ласло Тисса отмечает независимость своих исследований в статье «Вспоминая молодого Эдварда Теллера» (журнал «Природа», 2002, № 3): «Политическая атмосфера в СССР стремительно ухудшалась, и я вернулся сначала в Венгрию, а затем нашел место в Париже. Здесь я встретился с Фрицем Лондоном, который познакомил меня со своей феноменологической теорией сверхпроводимости. В силу этого мы были в надлежащем настроении, чтобы сразу же откликнуться на открытие сверхтекучести жидкого гелия в январе следующего года. Переоткрытие Лондоном бозе-эйнштейновской конденсации подсказало двухжидкостную модель гелия II. Лондон не хотел распространять эту модель на гидродинамику и предоставил мне возможность попытаться что-то здесь сделать. Мне **удалось предсказать** существование тепловых волн, но теоретическое основание выглядело недостаточно убедительно, и предсказание не приняли настолько серьезно, чтобы предпринять экспериментальную проверку» (Тисса, 2002, с.68).

**213. Экспериментальное открытие вихревых структур в жидком гелии.** Как известно, теория сверхтекучести, построенная Л.Д. Ландау в начале 1940-х годов, отрицала возможность существования вихрей в жидком гелии. Однако эти вихри были обнаружены в жидком гелии экспериментально. Данное открытие сделали независимо друг от друга советский ученый Элевтер Луарсабович Андроникашвили (1910-1989) и британский физик Д. Осборн.

Э.Л. Андроникашвили в статье «Квантовая когерентность и проблема сверхтекучести» (журнал «Природа», 1973, № 1) пишет о том, как он и Д. Осборн обнаружили свойства жидкого гелия, свидетельствующие о его способности вращаться как целое и создавать вихревые структуры: «Существует срыв сверхтекучести, при котором движущееся тело рождает ротоны и поэтому тормозится. Этому явлению соответствует критическая скорость Ландау. Ее измерил Г. Райфилд, наблюдавший в гелии II движение ионов. Наконец, при критической скорости, равной скорости звука (240 м/сек), рождаются фононы. В период, когда о критических скоростях практически ничего еще не было известно, автор, а также Д. Осборн в Кембридже, **независимо друг от друга**, обнаружили, что во вращающемся стакане обе компоненты гелия II движутся как целое – вопреки принципу потенциальности сверхтекучей компоненты. <...> Эта противоречивая ситуация прояснилась только после создания теории квантованных вихрей» (Андроникашвили, 1973, с.15).

Об этом же сообщается в статье Э.Л. Андроникашвили «Сверхтекучий гелий и макроскопический квант» (журнал «Техника - молодежи», 1972, № 4): «Уже в 1947 году мне было ясно, что гелий вращается как целое при любых температурах: глубина мениска оставалась такой же, как и у всех других жидкостей при всех достижимых скоростях. Ландау эти мои опыты очень не понравились. Он считал, что вместо искомого эффекта наблюдаются какие-то «нестационарности», имеющие хотя и второстепенное значение, но забивающие эффект. Такой же точки зрения он продолжал придерживаться и тогда, когда к **аналогичным заключениям** пришел в 1949 году английский физик Д. Осборн» (Андроникашвили, 1972, с.40-41).

Независимость открытий Андроникашвили и Осборна обсуждается также в статье Э.Л. Андроникашвили, Ю.Г. Мамаладзе и др. «О свойствах квантованных вихрей, возникающих при вращении гелия II» (журнал «Успехи физических наук», 1961, том 73, № 1): «Закритические явления, связанные с вращением гелия II, были впервые отмечены Капицей [1], наблюдавшим теплопередачу вдоль капилляра, в который был вставлен стеклянный стержень. Вращение стержня внутри неподвижного капилляра немедленно приводило к резкому уменьшению теплопередачи. В дальнейшем свойства вращающегося гелия II изучались в работе Осборна [2] и, **независимо от него**, в работе Андроникашвили

и Каверкина [3], которые визуально наблюдали форму мениска жидкого гелия, заполнявшего прозрачный стакан и вовлекаемого в движение вращением стакана» (Андроникашвили и др., 1961, с.3).

**214. Теоретическое обоснование существования вихрей в сверхтекучем гелии.** Идею об образовании вихревых структур в жидком гелии, находящемся в состоянии сверхтекучести, выдвинули и разработали независимо друг от друга два американских физика – Ричард Фейнман (лауреат Нобелевской премии 1965 г.) и Ларс Онсагер (лауреат Нобелевской премии 1968 г.).

Э.Л. Андроникашвили «Сверхтекучий гелий и макроскопический квант» (журнал «Техника - молодежи», 1972, № 4) пишет о том, как была найдена правильная интерпретация экспериментов, поставленных им и Д. Осборном и «намекавших» на возникновение вихревых структур в жидком гелии: «Вопрос разъяснился только после того, как Л. Онсагер на одном из международных конгрессов 1949 года, выступив в прениях по соответствующему докладу, высказал предположение о том, что в жидком гелии при определенных условиях и, прежде всего, при достаточных скоростях могут образовываться небольшие вихорьки, движение вокруг которых подчиняется законам квантовой механики. Та же идея была **независимо от Онсагера** высказана несколько позже замечательным американским физиком Ричардом Фейнманом, тогда тридцатисемилетним молодым теоретиком. Фейнман предложил один из возможных чисто умозрительных, но очень красивых вариантов образования вихрей» (Андроникашвили, 1972, с.41).

Аналогичные сведения содержатся в статье Э.Л. Андроникашвили, Ю.Г. Мамаладзе и др. «О свойствах квантованных вихрей, возникающих при вращении гелия II» (УФН, 1961, том 73, № 1): «На основании экспериментов Осборна [2] и Андроникашвили, Каверкина [3] выяснилась необходимость приписать вращающемуся гелию II особые физические свойства. Соответствующие попытки предпринимались в ряде теоретических работ [7, 8, 9], однако правильное объяснение эти эксперименты нашли только в связи с гипотезой о возможности образования в гелии II квантованных вихревых нитей, предложенной Онсагером [10] и **независимо от него** Фейнманом [11]» (Андроникашвили и др., 1961, с.4).

**215. Открытие формулы, описывающей зависимость между частотами осцилляций магнитного момента металла (при изменении внешнего поля) и формой поверхности Ферми.** Данную формулу, которая служит объяснением экспериментальных результатов, связанных с наблюдением эффекта де Гааза – ван Альфена в различных металлах, открыли независимо друг от друга американский физик, лауреат Нобелевской премии, Ларс Онсагер (1952) и советский ученый, брат Е.М. Лифшица – Илья Михайлович Лифшиц (1917-1982). Напомним, что эффект де Гааза - ван Альфена – это осцилляции магнитного момента металла при изменении внешнего поля.

Д. Шенберг в статье «Наше сотрудничество» (журнал «Природа», 1998, № 5) пишет о результатах Л. Онсагера (о его формуле, полученной в 1952 г.): «Было показано, что существует простая зависимость между частотами осцилляций и формой поверхности Ферми. Таким образом, стало ясно, что всё многообразие экспериментальных данных связано с особенностями поверхностей Ферми исследованных металлов. То обстоятельство, что эти поверхности могут принимать весьма замысловатую форму, гораздо более сложную, чем эллипсоидальные поверхности Ферми висмута, в то время еще не было до конца осознано» (Шенберг, 1998, с.83).

Далее автор говорит о результатах И.М. Лифшица: «...Хотя я и был хорошо знаком с экспериментальными работами моих харьковских коллег по эффекту де Гааза – ван Альфена, о предпринимавшихся там еще с 1950 г. мощных усилиях по развитию теории я не знал ничего. Поэтому первые относящиеся к этой теме статьи И.М. Лифшица с соавторами (1954-1955) меня сильно удивили. Оказалось, что он не только совершенно

**независимым образом** вывел ту же формулу, что и Онсагер, но и продвинулся дальше, получив (вместе с А.М. Косевичем) полную формулу для амплитуды колебаний и ее зависимости от температуры, поля и ориентации в случае произвольной электронной структуры» (там же, с.83).

**216. Изобретение ускорителя частиц, основанного на использовании электрического тока высокого напряжения.** В основе этого ускорителя, часто называемого ускорителем Кокрофта – Уолтона, лежит «умножитель напряжения» - устройство для преобразования низкого переменного напряжения тока в высоковольтное постоянное напряжение. Указанный ускоритель разработали ирландский физик Эрнест Уолтон (1903-1995) и его коллега, британский ученый Джон Кокрофт (1897-1967). С помощью этого ускорителя они смогли расщепить ядро лития, то есть осуществить трансмутацию атомного ядра с помощью искусственно ускоренных частиц. Этот исследовательский успех принес им в 1951 г. Нобелевскую премию по физике. Однако независимо от них аналогичный ускоритель частиц изобрел норвежский физик Рольф Видероз (1902-1996). История создания упомянутого ускорителя достаточно проста. В 1919 г. швейцарский физик Генрих Грайнахер разработал принципиальную схему умножителя с удвоением напряжения, преобразующего переменное напряжение в высокое постоянное напряжение. Заслуга Э. Уолтона и Дж. Кокрофта заключается в том, что они по аналогии перенесли в область ускорительной техники «умножитель Грейнахера» (каскадный удвоитель напряжения).

Педро Валошек в книге «Развитие ускорителей элементарных частиц. Жизнь и работа Рольфа Видероз» (1998) приводит слова Р. Видероз: «...Керст и Сербер сформулировали теорию лучевого трансформатора, которую в принципе можно рассматривать как продолжение моих идей 1928 г. [Wi28], а также идей Эрнеста Уолтона [Wa29], которые мы разрабатывали **независимо друг от друга** приблизительно в одно и то же время» (Валошек, 1998, с.55-56).

**217. Формулировка идеи о создании ускорителя частиц, названного циклотроном.** Идея о возможности создать ускоритель частиц, названный циклотроном, принадлежит двум американским ученым, которые пришли к ней независимо друг от друга. Первый из них – Эрнест Орландо Лоуренс (1901-1958), получивший Нобелевскую премию за свое изобретение, а второй – уроженец Венгрии Лео Сцилард (1898-1964), умудрившийся ввести в науку понятие информации до Клода Шеннона и разработавший мутационную теорию старения (о чем должны знать биологи).

Ричард Роудс в книге «Создание атомной бомбы» (2020) пишет: «**Независимо** от американского физика Эдварда (Эрнеста – Н.Н.Б.) О. Лоуренса и по меньшей мере на три месяца раньше его Сцилард разработал основополагающий принцип и общую конструкцию устройства, которое стало известно – как изобретение Лоуренса – под названием циклотрона, ускорителя заряженных частиц в магнитном поле, то есть своего рода ядерного насоса. Сцилард подал патентную заявку на этот прибор 5 января 1929 года [48]. Лоуренс впервые подумал о конструкции циклотрона около 1 апреля 1929 года [49], а годом позже изготовил его миниатюрную рабочую модель – за что и получил в 1939 году Нобелевскую премию по физике» (Роудс, 2020, с.29).

Об этом же сообщает Эдуард Филатьев в книге «Бомба для дядюшки Джо» (2012): «И в том же 1929 году два молодых физика – американец Эрнест Лоуренс и Лео Сцилард из Венгрии – **независимо друг от друга** придумали тот самый «пулемёт», который способен был заменить прежнее «ружьё» для «охоты» на атомы. Учёные предложили «обстреливать» микроскопические атомные «мишени» не отдельно летящими ядерными «пулями», а мощными пучками альфа-частиц. Или потоком протонов. Предварительно разогнав их до невероятно больших скоростей. С помощью электромагнита, в специальном ускорителе. В 1931 году Эрнест Лоуренс вместе с другим американцем Милтоном Ливингстоном построил такой прибор. Его назвали циклотроном» (Э. Филатьев, 2012).



Этот же вопрос обсуждает Валерий Лесов в статье «Лео Сцилард – мессия, легкий на подъем» (газета «Троицкий вариант», 2022, № 13), где автор пишет о Сциларде: «Экспериментальную работу в области ядерной физики он начинал летом 1934 года в Лондоне, в радиевом департаменте Госпиталя святого Варфоломея. В письме Фридриху Панету в августе 1934 года он сообщал: «Я трачу на это максимум времени». Менее чем через год Сцилард запатентовал **проект циклотрона** и теоретически обосновал возможность цепной ядерной реакции. Эти достижения позднее он упоминал с гордостью, хотя был аккуратен в словах, чтобы не исключать заслуг других известных физиков» (В. Лесов, 2022).

Приведем еще один источник. Владимир Шапиро в статье «Мораль и бомба. О моральной ответственности ученых и политиков в ядерную эпоху» (журнал «Семь искусств», № 10 (137), октябрь 2021 г.) отмечает: «В истории физики принято считать, что циклотронный ускоритель изобрел Эрнест Лоуренс, он в 1939 году получил Нобелевскую премию за создание первого циклотрона. Однако концепция циклотрона была запатентована Сцилардом на несколько месяцев раньше первого публичного заявления Лоуренса о его изобретении» (В. Шапиро, 2021).

**218. Изобретение бетатрона (индукционного ускорителя частиц).** К идее индукционного ускорения частиц (электронов), которая была реализована в бетатроне, пришли независимо друг от друга, по меньшей мере, четверо ученых. Это американский физик Джозеф Слепьян (1891-1969), уже упоминавшийся нами норвежский исследователь Рольф Видероз, немецкий физик Макс Штеенбек (1904-1981) и американский ученый Дональд Керст (1911-1993). В бетатроне используется электромагнитная индукция, открытая Майклом Фарадеем, то есть эффект порождения вихревого электрического поля переменным магнитным полем. Первый работающий бетатрон построил Д. Керст (1940).

А.Н. Лебедев и А.В. Шальнов в 1-м томе книги «Основы физики и техники ускорителей» (1981) пишут: «...В 1940 г. Д. Керстом в США был запущен циклический индукционный (не резонансный) ускоритель – бетатрон на 2,3 МэВ, основная идея которого содержалась еще в патентах Слепьяна. Близко к созданию бетатрона подошел Видероз, впервые сформулировавший так называемое бетатронное условие, позволяющее сохранить при ускорении радиус орбиты почти постоянным, что оказалось важным с практической точки зрения. Кроме того, в начале 40-х гг. были четко выяснены условия устойчивости движения электронов в бетатроне, что имело принципиальное значение» (Лебедев, Шальнов, 1981, с.9-10).

Педро Валошек в книге «Развитие ускорителей элементарных частиц. Жизнь и работа Рольфа Видероз» (1998) приводит слова Р. Видероз: «В 1946 г. Дональд Керст в своей оригинальной статье в журнале «Nature» точно изложил иллюстрацию истории бетатрона [Ke46]. Он привел все опубликованные и неопубликованные работы по этой теме, о существовании которых он знал. Из его статьи стало ясно, что основная идея конструкции бетатрона, или лучевого трансформатора, была разработана **независимо в разных местах** в одно и то же время. К концу лета 1943 г., все еще находясь в Осло, я был уже достаточно подготовлен для того, чтобы начать конструкцию бетатрона» (Валошек, 1998, с.62-63).

О том, что Р. Видероз и М. Штеенбек (Стеенбек) до исследований Д. Керста разрабатывали идею бетатрона, пишет А.П. Гринберг в статье «Ускорение электронов с помощью электромагнитной индукции (бетатрон Керста)» (УФН, 1945, том 27, № 1): «На протяжении последних двух десятилетий неоднократно делались как теоретические предложения, так и попытки экспериментального осуществления индукционного прибора для ускорения электронов. Наиболее существенные расчеты, сопровождавшиеся и экспериментом, принадлежат Р. Видероз [3] и относятся к 1927 г. Результаты и этих, и других опытов, о которых мы подробнее скажем ниже, были полностью отрицательными, главным образом вследствие недостаточной теоретической разработки вопроса о необходимых условиях работы такого прибора. В 1935 г. те выводы по этому вопросу,

которых не хватало в теории Видероз, были даны Стеенбеком [10] в тексте патента, содержащего, кроме того, ряд ценных конструктивных предложений. К сожалению, эти сведения не получили тогда сколько-нибудь широкой известности. Проведенные Стеенбеком эксперименты дали обнадеживающие результаты, но дальше предварительной стадии он не пошел» (Гринберг, 1945, с.37).

**219. Формулировка проекта линейного резонансного ускорителя частиц.** Авторами идеи линейного резонансного ускорителя частиц следует считать Рольфа Видероз, Эрнеста Орландо Лоуренса (изобретателя циклотрона) и шведского физика Густава Адольфа Изинга (1883-1960). По мнению специалистов, они пришли к данной идее независимо друг от друга (хотя некоторые авторы полагают, что Э.О. Лоуренс знал работы Изинга и использовал их).

А.Н. Лебедев и А.В. Шальнов в 1-м томе книги «Основы физики и техники ускорителей» (1981) указывают: «...Качественно новым этапом в развитии ускорителей следует считать появление резонансных методов, не требующих высоких напряжений. Первые идеи такого рода были высказаны, по-видимому, шведским ученым Изингом в 1924 г., но не привели к созданию работоспособной модели. Линейным вариантом резонансного ускорителя занимался также швейцарский физик Р. Видероз, много сделавший и для разработки бетатрона. В их схемах не было никаких принципиальных недостатков и, по-видимому, лишь отсутствие в конце 20-х годов мощных коротковолновых генераторов не позволило осуществить их на практике» (Лебедев, Шальнов, 1981, с.8). «На реальную основу резонансное ускорение было поставлено в работах Э. Лоуренса, проводившихся в лаборатории Калифорнийского университета в Беркли. Практически одновременно в 1930-1932 гг. в этой лаборатории появились работающие модели циклотрона – первого циклического ускорителя, в создании которого важную роль сыграл М. Ливингстон, и линейного резонансного ускорителя с трубками дрейфа (Д. Слоан)» (там же, с.8-9).

В. Чолаков в книге «Нобелевские премии: ученые и открытия» (1986), сравнивая исследования Эрнеста Лоуренса и Густава Изинга, отмечает: «Почти **одновременно** с Лоуренсом шведский физик Густав Адольф Изинг также предложил способ ускорения заряженных частиц повторяющимися импульсами, однако при этом предполагалось, что частицы движутся по прямой. Этот замысел лег в основу конструкций линейных ускорителей. Это один из примеров того, что большинство крупных открытий обычно делается не одним, а одновременно – и **часто независимо** – несколькими исследователями. Но, как мы уже говорили, Нобелевская премия индивидуальна. Возможно, было бы более правильным считать, что награждение одного ученого является символическим признанием усилий всего «невидимого коллектива» исследователей, большинство из которых остаются неизвестными широкой публике» (Чолаков, 1986, с.73).

**220. Открытие принципа автофазировки и изобретение синхротрона (ускорителя частиц).** Принцип автофазировки как новый принцип ускорения частиц открыли независимо друг от друга советский физик Владимир Иосифович Векслер (1907-1966) и американский исследователь Эдвин Макмиллан (1907-1991). Принцип автофазировки – закон, обеспечивающий стабильность частицы в резонансном циклическом ускорителе в продольном направлении, - позволил создать такие машины для ускорения частиц, как синхроциклотроны и синхротроны. В 1951 г. Э. Макмиллан получил Нобелевскую премию, но не за принцип автофазировки, а за открытие первого трансуранового элемента с атомным номером 93 – нептуния.

Независимое открытие Векслера и Макмиллана описывается во многих источниках. А.И. Ахиезер и М.П. Рекало в книге «Биография элементарных частиц» (1979) пишут: «В.И. Векслер открыл новый принцип ускорения частиц. Это принцип автофазировки, который затем широко использовался при создании новых ускорителей заряженных частиц – фазотрона, синхротрона, синхрофазотрона, микротрона. В 1945 г. этот принцип был **предложен независимо** Э. Макмилланом» (Ахиезер, Рекало, 1979, с.239).

Об этом же сообщает В. Рыдник в книге «Охотники за частицами» (1965). Автор называет принцип автофазировки «лазейкой», которая позволила преодолеть барьеры на пути повышения мощности ускорителей частиц: «В стене перед заветной областью больших энергий стоит поискать лазейку. И в 1944 году эту лазейку, почти одновременно и совершенно **независимо друг от друга**, находят советский физик Владимир Иосифович Векслер и американский ученый Эдвин Мак-Миллан. Лазейка называется по-научному «принцип автофазировки» (Рыдник, 1965, с.167).

Аналогичные сведения содержатся в книге А.М. Блоха «Советский Союз в интересе Нобелевских премий» (2005): «...Принцип автофазировки, позволивший поднять предел достижимых энергий в ускорителях элементарных частиц в тысячи и десятки тысяч раз, был, **независимо друг от друга**, предложен Владимиром Векслером в феврале 1944 года и Эдвином Макмилланом год спустя. Приоритет советского ученого никогда не подвергался сомнению. После появления в 1945 году краткого сообщения американца в «Physical Review» многие его коллеги тут же переслали ему фотокопии оставшихся для него неизвестными статей Векслера в «Докладах Академии наук СССР»; журнал в то время печатался параллельно на русском и английском языках. Свое авторитетное слово сказал по этому поводу лауреат Нобелевской премии по физике Эрнест Лоуренс, создатель первого циклотрона, заявив во всеуслышание о неоспоримом приоритете Векслера» (Блох, 2005, с.344).

Прочитываем еще одну работу. Педро Валашек в книге «Развитие ускорителей элементарных частиц. Жизнь и работа Рольфа Видероз» (1998) приводит рассказ Р. Видероз: «История изобретения синхротрона исключительно интересна. Идея буквально витала в воздухе в то время. В Америке Эдвин М. Макмиллан открыл наиболее важный принцип, который был опубликован в изящной статье в сентябрьском номере «Physical Review» 1945 г. Она занимала приблизительно две страницы и получила мировую известность [Mc45]. Приблизительно в то же время в Москве Владимир Векслер **совершенно независимо** открыл тот же принцип [Ve45], и он подробно описал его в своей статье. В Англии Олифантом и его коллегами был обнаружен тот же принцип (по крайней мере, его часть) опять же совершенно независимо» (Валашек, 1998, с.92).

**221. Открытие принципа сильной фокусировки для ускорения частиц.** Все первые циклические ускорители были основаны на слабой фокусировке градиента магнитного поля. Чтобы обойти ограничения, присущие слабофокусирующим ускорителям, была предложена следующая идея. Если заменить слабый фокусирующий радиальный градиент магнитного поля чередой сильных градиентов (то фокусирующих, то дефокусирующих), можно получить общую сильную фокусировку – как радиальную, так и вертикальную. Эту идею (принцип жесткой фокусировки) сформулировали в 1952 г. американские исследователи Эрнест Курант, Милтон Ливингстон и Хартланд Снайдер. Независимо от них аналогичную идею выдвинул в 1949 г. греческий физик Николас Кристофилос (1916-1972).

С.В. Багоцкий в статье «Николас Кристофилос, неизвестный крупный физик» (журнал «Химия и жизнь», 2016, № 12) пишет: «В 1952 году появилась статья американских физиков Эрнеста Куранта, Милтона Ливингстона и Хартланда Снайдера из Брукхейвенской национальной лаборатории, которые **независимо** от Кристофилоса, но позже него сформулировали принцип сильной фокусировки. И тогда греческий физик-любитель едет в Соединенные Штаты, встречается с авторами статьи и убеждает их в своем приоритете» (Багоцкий, 2016, с.53).

Об этом же сообщает Анатолий Абрагам в книге «Время вспять, или Физик, физик, где ты был?» (1991): «Летом 1952 года – тремя американскими физиками из Брукхейвена – Ливингстоном, Курантом и Снайдером (Livingston, Courant, Snyder) – было сделано очень важное изобретение, которое круто изменило искусство строить ускорители. Они «меж делом и досугом» открыли, что, если заменить слабый фокусирующий радиальный

градиент чередой сильных градиентов (то фокусирующих, то дефокусирующих), получается общая сильная фокусировка как радиальная, так и вертикальная (так называемая жесткая фокусировка). В МИТ, совместно с Брукхейвеном, сформировали группу физиков для работы по проектам машин нового типа. Я получил из КАЭ (комиссии по атомной энергии – Н.Н.Б.) инструкцию постараться быть принятым в эту группу. Меня приняли радушно, и я там работал часть своего времени. Скоро оказалось, что принцип чередующихся градиентов был изобретен **двумя годами раньше** неким Кристофилом, греческим инженером из Афин, специалистом по лифтам (как знать, может быть, именно небольшое число высотных домов в Афинах оставляло Кристофилосу досуг для изобретения жесткой фокусировки)» (Абрагам, 1991, с.177-178).

**222. Открытие метода встречных пучков (формулировка идеи о применении встречных пучков частиц в ускорителях).** Метод встречных пучков частиц, сталкивающихся в ускорителе и дающих ценную информацию об этих частицах (в том числе о процессах их превращений), предложили независимо друг от друга Рольф Видероз и Дональд Керст, создатель работающей модели бетатрона. По мнению специалистов, к идее встречных пучков самостоятельно пришел американский физик Вольфганг Панофский (1919-2007), возглавлявший в свое время Национальную ускорительную лабораторию SLAC (США).

Е.Б. Левичев, А.Н. Скринский, Г.М. Тумайкин и Ю.М. Шатунов в статье «Работы со встречными электрон-позитронными пучками в ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН» (УФН, 2018, том 188, № 5) пишут: «Идея встречных пучков принадлежит норвежскому инженеру Р. Видерозе, подавшему заявку на патент на использование этого метода в 1943 г. и получившему его в 1953 г. [1]. В дальнейшем метод был развит Д. Керстом [2], предложившим сталкивать протонные пучки в кольцевом фазотроне [3]... Дж. О'Нил в 1956 г. на Женевской конференции по физике высоких энергий предложил электрон-электронные встречные пучки и в том же году – протон-протонные накопительные кольца [4]. Керст указал на огромный энергетический выигрыш в случае использования релятивистских встречных пучков по сравнению с зондированием ускоренными частицами неподвижной мишени – методом, принятым ранее» (Левичев и др., 2018, с.461).

Об этом же сообщает С.М. Комаров в статье «Ускорение в Новосибирске» (журнал «Химия и жизнь», 2018, № 9): «...В 1956 году на конференции в Женеве Керст высказал революционную идею: столкновение встречных пучков частиц дает гораздо большую эффективность - при встрече с неподвижной мишенью большая часть энергии тратится на преодоление ее инерции, во встречных же пучках частиц, летящих со скоростью, близкой к скорости света, вся их энергия идет на некое полезное действие. Собственно, Видероз еще в 1943 году хотел запатентовать метод встречных пучков и получил-таки патент в 1953 году. Однако лишь после 1956 года исследователи набрались сил и смелости применить идею на практике. Керст предлагал сталкивать пучки протонов, но работать с ними было непросто, и самым перспективным оказалось столкновение электронов с позитронами — у легких частиц, в отличие от протонов, не так быстро нарастает масса при приближении к скорости света, соответственно, управлять ими проще, а выигрыш в энергии оказывается больше. И первые коллайдеры, и большинство ныне существующих реализуют эту идею» (С.М. Комаров, 2018).

Что касается Вольфганга Панофского, то о нем пишет Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983): «**Независимо** от других развил метод встречных пучков. Запустил крупнейший Станфордский линейный ускоритель электронов на энергию 22 ГэВ (1966) и одну из первых установок на встречных электрон-электронных и электрон-позитронных пучках» (Храмов, 1983, с.206).

Дополнительная литература по теме:

- Пархомчук В.В. История создания электронного охлаждения // Наука из первых рук. – 2018. - № 2.

**223. Открытие одного из методов получения встречных пучков частиц для их дальнейшего ускорения.** Речь идет о методе получения пучков, состоящем в том, что в одном ускорителе одновременно ускоряются два пучка частиц, которые обращаются в противоположных направлениях. Ускоритель, в котором реализуется данный метод, получил название симметричного кольцевого фазотрона. Данный способ получения встречных пучков открыли независимо друг от друга советский физик Андрей Александрович Коломенский (1920-1990) и японский ученый Тихиро Окава (1928-2014).

В.И. Котов и И.Н. Семенюшкин в статье «Встречные пучки» (журнал «Природа», 1962, № 6), перечисляя разработанные учеными методы получения встречных пучков частиц, пишут об одном из них: «Третий способ осуществления метода «встречных пучков» основан на использовании одного ускорителя, в котором одновременно могут ускоряться два пучка, обращающихся в противоположных направлениях. Такой тип ускорителя – симметричного кольцевого фазотрона – был открыт А.А. Коломенским (СССР) и **независимо** Т. Окавой (Япония) при изучении движения частиц в постоянных во времени и периодических в пространстве магнитных полях. Они заметили, что если сделать секторы электромагнита с противоположным направлением магнитного поля одного и того же углового раствора, то условия для обращения частиц во взаимно противоположных направлениях будут совершенно одинаковыми. Ускоряя одновременно эти два пучка и затем накапливая частицы при конечной энергии таким же путем, как и в обычном кольцевом фазотроне, мы получаем два встречных пучка с большим током, взаимодействующих в местах своего пересечения» (Котов, Семенюшкин, 1962, с.47).

Об этом же сообщает А.Н. Лебедев в статье «Международная конференция по ускорителям» (журнал «Атомная энергия», 1960, том 8, № 1). Сравнивая методы получения встречных пучков, предложенные специалистами США, СССР и других стран, автор указывает: «Задача осуществления режима встречных пучков имеет и другое решение, не связанное с необходимостью иметь отдельный ускоритель – инжектор. Речь идет о симметричном кольцевом фазотроне – сильнофокусирующем ускорителе с постоянным полем, предложенном около трех лет назад **независимо** А.А. Коломенским (СССР) и Окавой (MURA, США). Установки такого типа позволяют производить одновременное ускорение и накопление двух встречных пучков одинаковых частиц» (Лебедев, 1960, с.79).

**224. Использование метода Винера-Хопфа для решения задач теории дифракции.** Метод Винера-Хопфа – математический прием, широко используемый в прикладной математике. Первоначально он был разработан Норбертом Винером и Эберхардом Хопфом как метод решения систем интегральных уравнений. Но в дальнейшем стал применяться при решении двумерных дифференциальных уравнений в частных производных со смешанными граничными условиями. В 1940-х годах американский физик, получивший Нобелевскую премию за разработку метода перенормировки, Джулиан Швингер (1918-1994) обнаружил, что с помощью метода Винера-Хопфа можно решать задачи о дифракции на полуплоскостях. Независимо от него этот факт установил также британский математик Эдвард Томас Копсон (1901-1980).

Б. Нобл в монографии «Применение метода Винера – Хопфа для решения дифференциальных уравнений в частных производных» (1962) пишет: «Метод Винера-Хопфа был разработан приблизительно в 1931 г. для решения интегральных уравнений специального вида. В годы второй мировой войны Швингер (и **независимо от него** Копсон) заметили, что задачи о дифракции на полуплоскостях сводятся к интегральным уравнениям, которые можно решить методом Винера-Хопфа» (Нобл, 1962, с.7).

**225. Изобретение матрицы рассеяния для описания взаимодействий квантово-механических систем.** В квантовой механике матрица рассеяния (S-матрица) – это матрица величин, описывающая процесс перехода квантово-механических систем из одних

состояний в другие при их взаимодействии (рассеянии). Традиционно считается, что матрицу рассеяния ( $S$ -матрицу) ввел в физику в 1943 г. знаменитый Вернер Гейзенберг, который рассматривал вычисления на основе данной матрицы как эффективный инструмент определения вероятностей квантовых эффектов, которые характеризуют рассеяние частиц. В теории возмущений матрица рассеяния выражается через операторы свободных квантованных полей и вычисляется в виде ряда по константе взаимодействия. Однако независимо от В. Гейзенберга и существенно раньше матрицу рассеяния ввел американский физик Джон Арчибальд Уилер (1911-2008). Он изложил свой подход в статье «О математическом описании легких ядер методом резонансной групповой структуры» (1937).

Ю.А. Храмов в книге «Физици. Биографический справочник» (1983) говорит о Джоне Уилере: «**Независимо** от В. Гейзенберга ввел (1937) матрицу рассеяния для описания взаимодействий ( $S$ -матрицу)» (Храмов, 1983, с.267).

Об этом же сообщает Анатолий Максименко в статье «История астрономии 60-х годов 20 века» (журнал «Небосвод», 2017, том 12, № 5). Автор пишет о Джоне Уилере: «Задолго до В.К. Гейзенберга (в 1937 г.) ввел в теорию поля матрицу рассеяния ( $S$ -матрицу), являющуюся важным инструментом для описания взаимодействий» (Максименко, 2017, с.18).

О том, что В. Гейзенберг не был единственным автором теории  $S$ -матрицы, пишет также Ю.С. Владимиров в статье «Принципы метафизики и квантовая механика» (журнал «Метафизика», 2017, № 1 (23)): «Идея  $S$ -матричного подхода была выдвинута Дж. Уилером и В. Гейзенбергом и развита в теорию  $S$ -матрицы в 1960-х годах в трудах ряда авторов. <...> В  $S$ -матричном подходе фактически была развита главная (метафизическая) часть аксиоматики Дирака. Отметим, что эта идея ранее была использована при построении гейзенберговской матричной формулировки квантовой механики, опирающейся на понятие матричных элементов, характеризующих амплитуды вероятности переходов между всеми возможными парами векторов (начальных состояний) и со-векторов (конечных состояний) квантовой системы, а затем уже для построения теории  $S$ -матрицы в квантовой теории поля» (Владимиров, 2017, с.23).

Еще один ученый, самостоятельно пришедший к идее матрицы рассеяния ( $S$ -матрицы), - датский физик Кристиан Мёллер (1904-1980). Р.Н. Щербаков в статье «Джон Уилер: смелый консерватизм в науке» (журнал «Природа», 2018, № 12), а именно в примечаниях, пишет: «Кристиан Мёллер (1904-1980) – датский физик. Специалист по теории относительности, квантовой механике, квантовой теории поля, а также по физике элементарных частиц и матрице коэффициентов (последняя связывает асимптотическое поведение произвольного частичного решения интегрального уравнения с решениями в стандартной форме). Причем сделал он это **независимо от Гейзенберга**, который предложил матрицу рассеяния в 1943 г.» (Щербаков, 2018, с.59).

**226. Открытие метода Тамма – Данкова (приближенного метода решения некоторых задач квантовой теории поля).** Речь идет о методе рассмотрения взаимодействий частиц, отличном от математических инструментов, содержащихся в теории возмущений. Этот метод появился в физике благодаря исследованиям Игоря Евгеньевича Тамма (лауреата Нобелевской премии по физике за 1958 г.). Он разработал его в 1945 г. Спустя пять лет аналогичный метод – независимо от советского ученого – предложил американский физик Сидни Данков (1913-1951).

Д.А. Киржниц в статье «Вехи научного творчества» (журнал «Природа», 1995, № 7) пишет: «Широко известный и многократно применявшийся в случае непригодности теории возмущений метод Тамма – Данкова был предложен Игорем Евгеньевичем в работе 1945 г. (в 1950 г. этот метод был **переоткрыт** американским физиком С. Данковым, а в 1953 г. существенно усовершенствован Ф. Дайсоном). Суть метода заключается в разложении не по степеням константы связи, как в обычной теории возмущений, а по числу участвующих

в описываемом процессе частиц. Несмотря на присущие методу внутренние трудности, связанные с перенормировками, с его помощью удалось вскрыть целый ряд качественных и даже количественных закономерностей сильного взаимодействия частиц» (Киржниц, 1995, с.25).

Об этом же сообщает Б.М. Болотовский в статье «К 80-летию со дня рождения И.Е. Тамма» («Вестник АН СССР», 1975, № 6), где автор пишет о послевоенных исследованиях И.Е. Тамма: «...И.Е. Тамм начал новую серию исследований ядерных сил. В его работе 1945 г. взаимодействие частиц было рассмотрено методом, отличным от ранее применявшейся теории возмущений. До сего дня метод Тамма – Данкова (Данков – американский физик, через пять лет после Тамма, **независимо от него** предложивший этот метод) остается одним из немногих, позволяющих рассматривать взаимодействие частиц не по теории возмущений» (Болотовский, 1975, с.90).

Этот же вопрос обсуждают В.Л. Гинзбург и Е.Л. Фейнберг в статье «Игорь Евгеньевич Тамм (краткий биографический очерк)» (сборник «Воспоминания о И.Е. Тамме», 1995): «Новую серию исследований по ядерным силам Игорь Евгеньевич начал по окончании войны. В работе 1945 г. он сформулировал метод рассмотрения взаимодействия частиц, отличный от метода теории возмущений, которым пользовались до тех пор почти всегда, когда речь шла об изучении конкретных процессов. Предложенный в этой работе «метод Тамма» или, как его часто называют, «метод Тамма - Данкова» (поскольку американский теоретик Данков через пять лет также предложил этот метод), основан на разложении волновых функций в ряд не по константе связи, а по числу виртуальных частиц, эффективно участвующих в рассматриваемом процессе. Этот метод нашел применение в тех случаях, когда теорией возмущений нельзя пользоваться...» (Гинзбург, Фейнберг, 1995, с.15).

**227. Разработка метода перенормировки в квантовой электродинамике (КЭД).** Метод перенормировки – это процедура устранения из теории бесконечно больших значений массы и заряда электрона и других частиц. Эти бесконечно большие значения массы и заряда порождают «ультрафиолетовые расходимости», когда при вычислениях возникают расходящиеся интегралы. Если теория содержит такие расходимости, ее осмысленность (справедливость) можно ставить под сомнение. Согласно традиционной точке зрения, метод перенормировки изобрели в 1940-х годах независимо друг от друга американские физики Джулиан Швингер (упомянутый выше) и Ричард Фейнман (1918-1988), а также японский ученый Синьитиро Томонага (1906-1979). В 1965 г. все они удостоены Нобелевской премии по физике.

Дж. Швингер и Р. Фейнман считали себя первооткрывателями процедуры перенормировки до тех пор, пока Роберт Оппенгеймер не получил письмо от С. Томонаги с изложением его открытия. Рэй Монк в книге «Роберт Оппенгеймер. Жизнь в центре» (2022) пишет: «На самом деле Фейнман и Швингер были не единственными альпинистами на этой горе, как обнаружил Оппенгеймер, вернувшись в Принстон. Его ждало письмо от японского физика Синьитиро Томонаги: тот описывал проведенные в Японии теоретические разработки, которые в некоторых отношениях предвосхищали работу Швингера или, во всяком случае, **независимо** приводили к очень похожим результатам. Томонагу и его коллег вдохновила статья Сидни Данкова за 1939 год, и они попытались добиться того же, что и Швингер: найти способ избежать бесконечностей в КЭД» (Монк, 2022, с.600).

Об этом же сообщает Виктор Вайскопф в книге «Физика в двадцатом столетии» (1977): «Оказалось необходимым переформулировать квантовую электродинамику так, чтобы релятивистская инвариантность теории стала более отчетливой, чем прежде. Эта трудоемкая задача была выполнена Швингером и **независимо** Томонагой» (Вайскопф, 1977, с.99).

Можно также процитировать С. Томонагу, который в своей Нобелевской лекции «Развитие квантовой электродинамики» (сборник «Лауреаты Нобелевской премии по

физике. Биографии, лекции, выступления», 2009) говорит о том, что он открыл способ устранения бесконечностей из КЭД, когда обнаружил и исправил ошибку в вычислениях Сидни Данкова (автора «метода Тамма-Данкова»). О работах Дж. Швингера японский физик узнал после того, как уже разработал метод перенормировки. Итак, С. Томонага в своей лекции говорит: «В период времени 1946-1948 годов, сразу после окончания войны, в Японии было довольно сложно получить информацию из-за границы. Однако мы вскоре узнали, что Льюис и Эпштейн [20] в США обнаружили ошибку Данкова и пришли к выводам, которые совпали с нашими выводами, что Швингер [21] построил ковариантную теорию поля, похожую на нашу и, вероятно, проделал в рамках этой теории некоторые вычисления» (Томонага, 2009, с.441).

Отметим, что С. Томонага и Дж. Швингер получили вариант квантовой электродинамики (КЭД) благодаря тому, что независимо обобщили многовременной формализм Дирака – Фока – Подольского. Ю.В. Новожилов и В.Ю. Новожилов в статье «Владимир Александрович Фок (к столетию со дня рождения)» (журнал «Физика элементарных частиц и атомного ядра», 2000, том 31, № 1) пишут: «Многовременной формализм Дирака – Фока – Подольского был обобщен в 1946-1948 гг. **независимо** С. Томонагой [33] и Ю. Швингером [34]. В новой обобщенной теории и электромагнетизм, и электроны с позитронами описываются квантовыми полями. В формализме Томонаги и Швингера каждой точке пространства сопоставляется свое время, а состояние задается на пространственно-подобной поверхности, представляющей собой релятивистски-инвариантное обобщение трехмерного пространства в данное время» (Новожилов, Новожилов, 2000, с.25-26).

**228. Открытие метода перенормировки в трудах Ханса Бете.** Американский физик Ханс Бете (1906-2005), получивший в 1967 г. Нобелевскую премию по физике за открытие цикла термоядерных реакций, являющихся источником энергии звезд, совершенно независимо открыл метод перенормировки. Не исключено, что он сделал это раньше, чем Швингер и Фейнман (хотя и в не столь полной форме, как они).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о Х. Бете: «**Независимо** от других выдвинул идею перенормировки массы (1947) и объяснил лэмбовский сдвиг уровней, интерпретируя его как эффект взаимодействия электрона с полем излучения. В 1955 постулировал (независимо от Р. Сакса) зарядовую независимость сильных взаимодействий» (Храмов, 1983, с.31).

Об этом же говорит Виллис Юджин Лэмб в Нобелевской лекции «Тонкая структура атома водорода» (сборник «Лауреаты Нобелевской премии по физике. Биографии, лекции, выступления», 2009): «...Бете [18] нашел, что квантовая электродинамика буквально скрывает в этих расхождением очень важное физическое явление, и его учет оказывается в хорошем согласии с микроволновыми измерениями. Решающим шагом, по Бете, было успешное применение очень старой идеи перенормировки массы. Квантовая теория излучения предсказывает, что свободный электрон должен иметь бесконечную массу. И поэтому должно быть найдено объяснение тому факту, что в действительности масса оказывается конечной. Бете понял, что это оказывалось вне существовавшей в то время теории, просто игнорировавшей проблемы электромагнитной массы. <...> После проведенного должным образом вычитания будет получена конечная величина, которая должна быть равна нулю для свободного электрона. В случае связанного электрона силовое поле изменяет действие электромагнитного поля и приводит к конечному смещению уровней энергии, величина которого хорошо согласуется с измерением» (Лэмб, 2009, с.96).

Здесь [18] – Bethe H.A. // Physical Review. – 1947. – Vol.72. – P.339.

**229. Вычисление лэмбовского сдвига, иначе называемого смещением Лэмба.** Как известно, лэмбовский сдвиг – это различие между энергиями определенных стационарных состояний атома водорода, обусловленное взаимодействием атома с нулевыми



флуктуациями электромагнитного поля. Указанный сдвиг был экспериментально обнаружен американским физиком Виллисом (Уиллисом) Лэмбом, который в 1955 г. получил за это открытие Нобелевскую премию по физике. Теорию лэмбовского сдвига построили независимо друг от друга сам Виллис Лэмб, Джулиан Швингер, Ханс Бете (один из авторов метода перенормировки) и Виктор Вайскопф (1908-2002). Последний, к сожалению, поручил провести проверку своих вычислений Р. Фейнману и Дж. Швингеру, которые ошибочно решили, что эти вычисления неверны, из-за чего В. Вайскопф задержал публикацию своих результатов и утратил приоритет на создание теории лэмбовского сдвига.

В. Вайскопф в книге «Физика в двадцатом столетии» (1977) подробно описывает эту историю: «С 1936 г. имелись неясные сведения, что положение наблюдаемых уровней водорода не совпадает в точности с предсказаниями, следующими из уравнения Дирака – так называемый эффект Пастернака. Существовали некоторые соображения о том, как можно рассчитать этот эффект с помощью квантовой электродинамики при наличии расходимостей. После войны я решил заняться этой проблемой вместе с очень способным аспирантом Б. Френчем, который сейчас хорошо известен как специалист по структуре ядра. Мы думали рассчитать этот эффект, более известный под названием лэмбовского сдвига, попытавшись изолировать бесконечную собственную энергию электрона. Это были трудные вычисления, так как техника перенормировки еще не была развита. Нужно было вычислить разность энергий свободного и связанного электронов, при этом обе энергии были бесконечны. Нам следовало действовать очень аккуратно, потому что вычисление разности расходящихся величин часто приводит к ошибкам. Мы медленно преодолевали трудности, так как в это время не было хороших экспериментальных результатов. Но затем У. Лэмб и Э. Резерфорд поставили хороший эксперимент, и, наконец, мы получили результат, который прекрасно совпадал с их данными. Я сообщил об этом Юлиану Швингеру и Дику Фейнману. Ю. Швингер находился в Гарварде, а Д. Фейнман в то время был в Корнелле; они повторили наши вычисления, но их результаты не совпали с нашими, причем Ю. Швингер получил то же число, что и Д. Фейнман. Я сказал Б. Френчу: «Ну что же, велика вероятность, что они правы, а мы неправы». Мы отложили публикацию, чтобы найти ошибку и искали ее полгода. Тем временем У. Лэмб и Кролл опубликовали результат расчета того же эффекта, который более или менее совпадал с нашим. Затем мне позвонил Д. Фейнман из Итаки: «Вы правы, я ошибался!» Таким образом, если бы у нас хватило мужества опубликовать наши результаты, наша статья была бы первой, объясняющей эксперимент Лэмба и Резерфорда. Каков же вывод из этой истории? Надо верить в то, что делаешь» (Вайскопф, 1977, с.29).

О том, что Ханс Бете самостоятельно рассчитал лэмбовский сдвиг, сообщает Стивен Вайнберг в книге «Мечты об окончательной теории» (2004): «Хотя Оппенгеймер и Вайскопф присутствовали на конференции в Шелтер Айленде, всё же первым теоретиком, вычислившим величину лэмбовского сдвига, стал Ханс Бете, уже известный своими работами по ядерной физике, в том числе описанием в 1930 г. тех цепочек ядерных реакций, которые позволяют звездам светиться. Основываясь на циркулировавших на конференции идеях, Бете в вагоне поезда, увозившего его домой, сделал грубое вычисление величины того сдвига, который измерил Лэмб» (Вайнберг, 2004, с.90).

Об этом же сообщает Х. Умэдзава в книге «Квантовая теория поля» (1958): «В 1947 г. Бете объяснил лэмбовский сдвиг уровней как эффект электромагнитного собственного поля. Вклад собственного поля электрона в массу, хотя он бесконечен, должен быть включен в наблюдаемую массу электрона. Поэтому можно ожидать, что лэмбовский сдвиг может быть вычислен как разность вкладов собственного поля в энергию электрона в свободном состоянии и в кулоновском поле протона. Хотя эти вклады собственного поля бесконечны, их разность может быть конечной величиной. В соответствии с этой идеей Бете удалось вычислить сдвиг уровней и получить результат, согласующийся с экспериментом» (Умэдзава, 1958, с.33).

Виллис Лэмб в Нобелевской лекции «Тонкая структура атома водорода» (сборник «Лауреаты Нобелевской премии по физике. Биографии, лекции, выступления», 2009) повествует о своих результатах: «В 1949 году релятивистское обобщение вычисления Бете было сделано Кроллом и Лэмбом [20], что сделало его результаты более определенными. Они подтвердили дополнительные малые вклады, порядка 27 МГц, возникающие из-за поляризации вакуума, которые рассчитаны в 1935 году Юлингом [21] на основе теории позитрона Дирака, и порядка 68 МГц из-за аномального магнитного момента электрона, который был введен Брейтом [22] в 1947 году» (Лэмб, 2009, с.97).

Здесь [20] – Kroll N.M., Lamb W.E. // Physical Review. – 1949. – Vol.75. – P.388.

**230. Формулировка представлений, аналогичных теории лэмбовского сдвига, в трудах Д.И. Блохинцева.** Основная идея теории сдвига Лэмба – утверждение о том, что электрон в атоме взаимодействует с электромагнитным полем окружающей среды, а именно с физическим вакуумом, в котором постоянно рождаются частицы и античастицы. Этот физический вакуум (или, иначе говоря, нулевые колебания электромагнитного поля) заставляет электрон «дрожать», в силу чего в поведении электрона появляются элементы броуновского движения. Как ни удивительно, независимо от Ханса Бете и Уиллиса Лэмба и на 10 лет раньше, а именно в 1938 году, основную идею теории сдвига Лэмба сформулировал советский физик Дмитрий Иванович Блохинцев (1908-1979). Эту идею он озвучивал на семинаре ФИАН, но коллеги (в том числе Игорь Евгеньевич Тамм) не поверили в ее справедливость. Попытки Д.И. Блохинцева опубликовать идею в ЖЭТФ также оказались безрезультатными – редакция этого журнала вернула статью автору, посчитав ее необоснованной. Для нас важен тот факт, что Д.И. Блохинцев совершенно независимо от У. Лэмба и Х. Бете сформулировал ключевое положение концепции «сдвига Лэмба».

Д.И. Блохинцев и П.С. Исаев в статье «Эволюция квантовой теории поля» (журнал «Природа», 1968, № 1) пишут: «Толчком к бурному развитию квантовой электродинамики послужило данное Бете (1947 г.) объяснение лэмбовского сдвига уровней в атоме водорода как результата взаимодействия электрона, находящегося на орбите атома водорода, с фотоном  $\gamma$ , испущенным и поглощенным самим электроном. Следует отметить, что на учет поправок такого рода было уже ранее указано одним из авторов этой статьи Д.И. Блохинцевым. В докладе на семинаре Физического института имени П.Н. Лебедева «Смещение спектральных линий, вызванное обратным действием поля излучения» (1938 г.) он указал, что нулевые колебания электромагнитного поля ведут к броуновскому движению электрона и наблюдаемому смещению уровней. К сожалению, в то время в это не поверили, так как хороших экспериментальных данных еще не было. Неверие было вызвано тем, что поправка, полученная из расчета эффекта, представленного на рис. 6, была бесконечно большой. Метод устранения бесконечно большой поправки не был однозначным и породил критику и сомнения. Для устранения бесконечно больших поправок Бете в своих расчетах, **проведенных независимо** от Д.И. Блохинцева, предложил процедуру «перенормировки» (Блохинцев, Исаев, 1968, с.29-30).

Об этом же сообщают А.А. Расторгуев и Е.П. Шабалин в книге «Человек эпохи Возрождения: краткая биография Д.И. Блохинцева» (2017). Авторы приводят слова Д.И. Блохинцева: «Смещение спектральных линий, вызванное обратным действием поля излучения» - под таким названием на семинаре в ФИАН в 1938 г. мною была доложена работа, которая, в сущности, содержала теорию лэмбовского сдвига, открытого позднее, спустя почти десять лет. Основная идея работы вытекала из моего глубокого убеждения в реальном существовании физического вакуума, однако я не стал подчеркивать эту сторону дела, опасаясь «крика беотийцев». Эта моя работа, к сожалению, не была опубликована – редакция ЖЭТФ возвратила мне рукопись, сочтя мои расчеты необычными. Не нашел я поддержки и среди своих коллег в ФИАН. <...> И только после войны, в 1948 г., выяснилось всё значение этой работы для теоретической физики» (Блохинцев, 2017, с.30).

Далее авторы книги поясняют: «Фиановских коллег, в том числе самого И.Е. Тамма, руководившего семинаром, смущали расходящиеся интегралы. Однако после изобретения перенормировки стало ясно, что расходимости – «неизбежное зло» самой квантовой электродинамики. Один из ее создателей, Ричард Фейнман, называл процедуру перенормировки «заметанием мусора под ковер» (там же, с.30).

**231. Интерпретация античастицы как частицы, движущейся назад во времени.** Известно, что важным этапом на пути создания общей теории относительности (ОТО) было открытие принципа эквивалентности. А. Эйнштейн открыл данный принцип в 1907 г., когда обнаружил аналогию между силами инерции и силами гравитации. Эта аналогия позволила упростить математические вычисления, производимые в рамках ОТО: стало ясно, что однородное гравитационное поле можно заменить равномерно ускоренной системой отсчета. В исследованиях Р. Фейнмана, посвященных вопросам квантовой электродинамики, имела место похожая ситуация: он понял возможность упростить математические выкладки, когда постулировал, что позитроны – это электроны, идущие из будущего в прошлое, то есть электрон, который движется вперед во времени, - это позитрон, который движется назад во времени. Эта идея привела Р. Фейнмана к изящному упрощению диаграммной техники вычислений в квантовой теории поля. Однако независимо от него к аналогичной идее (идее о том, что позитроны – это электроны, движущиеся назад во времени) пришел швейцарский математик и физик Эрнст Штюкельберг (1905-1984).

Н.Н. Боголюбов, А.А. Логунов, Б.В. Медведев и Д.В. Ширков в статье «Памяти Эрнста Штюкельберга» (УФН, 1986, том 150, № 1) пишут: «По воспоминаниям В. Вайскопфа (смотрите УФН, 1982, том 138, с.470), Штюкельберг был одним из первых – если не самым первым, - кто еще в 1934-1935 гг. начал понимать и пытался пропагандировать идеи, составившие впоследствии основу метода перенормировок. В частности, ему была ясна [2, 3, 5] важность переформулировки теории возмущений в релятивистски симметричную форму. Развивая далее эти идеи, он еще в 1942 г. пришел к тому представлению, что позитроны можно понимать как электроны отрицательной энергии, движущиеся попятно во времени [4]. В своей известной работе 1949 г. Фейнман прямо ссылается по этому поводу на соответствующую публикацию Штюкельберга. Тут сказалась характерная особенность Штюкельберга – в любой проблеме он старался выделять небольшое число фундаментальных принципов, из которых бескомпромиссно и, безжалостно извлекал все логические следствия» (Боголюбов и др., 1986, с.171).

Об этом же сообщает А.А. Гриб в статье «Возможно ли движение назад во времени?» (журнал «Природа», 1974, № 4): «Как известно, одним из первых успехов теории элементарных частиц, соединяющей в себе принципы квантовой механики и теории относительности, было предсказание П. Дираком существования античастиц. Античастицы, согласно Дираку, являются дырками в фоне состояний частиц с отрицательной энергией. Р. Фейнман и **Е. Штюкельберг** предложили другую интерпретацию античастиц. Согласно этой интерпретации, античастицу можно истолковать как частицу, движущуюся назад во времени» (Гриб, 1974, с.30).

**232. Изобретение знаменитых диаграмм Фейнмана.** Ричард Фейнман – ученый, прославившийся разработкой диаграмм – графического представления математических уравнений, описывающих взаимодействия субатомных частиц в рамках квантовой теории поля. Однако у него есть «конкурент», независимо предложивший метод диаграмм. И снова этим конкурентом, независимо пришедшим к похожим результатам, оказался Эрнст Штюкельберг (упомянутый выше)!

Боб Коке и Алекс Киссинджер в книге «Изображение квантовых процессов» (2019) пишут: «В физике хорошо известны диаграммы Фейнмана. Несмотря на их название, ныне признано, что впервые они появились в работе Эрнста Штюкельберга, датируемой

приблизительно 1941 годом, а только потом были **независимо открыты** Ричардом Фейнманом примерно в 1947 году. В лекции, прочитанной в ЦЕРНе после присуждения Нобелевской премии, Фейнман упомянул этот факт в тот момент, когда Штюкельберг вышел из зала: «Он сделал всю работу и в одиночестве уходит на закат, а я стою здесь, в лучах славы, которая по праву должна принадлежать ему!» (Mehra, 1994)» (Коке, Киссинджер, 2019, с.99-100).

Об этом же сообщает Джеймс Глик в книге «Гений. Жизнь и наука Ричарда Фейнмана» (2018): «Ученик Вентцеля, швейцарец Эрнст Штюкельберг, разработал метод диаграмм, включавший даже концепцию позитронов, движущихся назад во времени; часть своих находок он опубликовал на французском языке, часть осталась неопубликованной. (Надо сказать, на Вентцеля они не произвели никакого впечатления). Но в этих диаграммах проскальзывали лишь зачатки метода визуализации, который полностью был реализован Фейнманом. Его собственная, полная версия – «Фундаментальное взаимодействие» (The fundamental interaction) – в конце концов увидела свет поздней весной 1949 года» (Дж. Глик, 2018).

**233. Введение функций Грина в квантовую электродинамику.** Известно, что в 1948 г. Ричард Фейнман стал использовать в квантовой электродинамике функции Грина. С помощью этих функций (пропагаторов) он вычислял амплитуды различных процессов рассеяния с участием электронов и позитронов в присутствии внешних полей. Но историкам науки известно, что независимо (вполне самостоятельно) функции Грина ввел в квантовую электродинамику всё тот же Эрнст Штюкельберг.

Дж. Д. Бьеркен и С.Д. Дрелл в 1-ом томе книги «Релятивистская квантовая теория» (1978) повествуют: «...Функцию  $S_F(x' - x)$  принято называть фейнмановским пропагатором. Он был впервые введен в теорию позитронов в 1942 г. Штюкельбергом и, **независимо**, в 1948 г. – Фейнманом, который использовал его во многих расчетах. С помощью свободного пропагатора  $S_F(x' - x)$  мы можем формально построить полную функцию Грина и элементы S-матрицы, т.е. амплитуды различных процессов рассеяния с участием электронов и позитронов в присутствии внешних полей» (Бьеркен, Дрелл, 1978, с.100).

**234. Обоснование и реализация идеи атомного реактора, работающего на быстрых нейтронах.** Атомные реакторы на быстрых нейтронах являются альтернативой реакторам, функционирующим на медленных нейтронах. Реакторы на быстрых нейтронах, то есть быстрые реакторы (БР), способны производить плутония больше, чем потратят исходного топлива. Идею о создании быстрых реакторов сформулировали независимо друг от друга советский физик Александр Ильич Лейпунский (1903-1972) и работавший в США Энрико Ферми.

Б.С. Горобец в книге «Круг Ландау и Лифшица» (2009) пишет об А.И. Лейпунском: «Главные научные достижения: в УФТИ впервые в СССР осуществлена ядерная реакция расщепления атомного ядра (1932), обоснована (**независимо от Э. Ферми**) и реализована идея атомного реактора-размножителя на быстрых нейтронах (бридера), построены сначала физические, а затем и промышленные быстрые реакторы (в Обнинске, Казахстане, на Урале)...» (Горобец, 2009, с.163).

О независимости исследований А.И. Лейпунского и Э. Ферми сообщает также Ю.И. Климов в статье «Физика атомных реакторов» (журнал «Природа», 1960, № 10). Автор говорит о реакторах на быстрых нейтронах: «Главное преимущество таких реакторов в том, что, в отличие от реакторов, работающих на медленных нейтронах, в них осуществляется процесс расширенного воспроизводства ядерного горючего. Это значит, что в таком реакторе, кроме выделяющегося тепла, используемого для выработки электроэнергии, образуется новое ядерное горючее, причем в количестве большем, чем его расходуется. Например, на каждый килограмм сгоревшего урана может быть получено, в принципе, два килограмма нового ядерного горючего – плутония. <...> Эта особенность быстрых

реакторов чрезвычайно заманчива, и на нее впервые указал в 1949 г. А.И. Лейпунский, **независимо от зарубежных исследований** расчетным путем доказавший возможность осуществления такого процесса» (Климов, 1960, с.42-43).

Этот же вопрос рассматривает Алексей Собачкин в статье «Вместо атомной бомбы. История поиска обнинских ученых-физиков» (газета «Аргументы и факты», № 20 от 17.05.2023 г.): «Может показаться фантастикой, но это факт. Главная особенность быстрых реакторов – они производят топлива больше, чем потребляют. Представьте себе, в обычную дровяную деревенскую печь положили охапку осиновых дров. Сожгли. Печь нагрелась. Открыли дверцу, а там лежат две охапки, да не осиновых, а березовых дров лучшего качества. Человечество получает практически неиссякаемый запас топлива, его хватит на десятки тысяч лет. Тепловые электростанции и угольные шахты можно закрывать. Именно так виделось будущее в 1940-е годы, когда **независимо друг от друга** Энрико Ферми (США) и Александр Лейпунский (СССР) обосновали идею быстрых реакторов» (А. Собачкин, 2023).

**235. Формулировка идеи о возможности получения энергии с помощью электроядерного бридинга.** Электроядерный бридинг – это способ получения энергии, отличающийся от метода, который применяется в атомных реакторах на быстрых нейтронах. Электроядерный способ предполагает следующий процесс: пучок протонов высокой энергии из ускорителя направляют на массивную мишень из урана ( $^{238}\text{U}$ ), в которой каждый из протонов осуществляет 20 делений ядер атома, а вторичные нейтроны, образующиеся при этом, дают дополнительно еще 80 ядер плутония ( $^{239}\text{Pu}$ ). Общее энерговыделение в этом случае превышает исходную энергию протона. К идее о применении электроядерного бридинга пришли независимо друг от друга Николай Николаевич Семенов (создатель теории разветвленных цепных реакций) и американские ученые Эрнест Орландо Лоуренс (изобретатель циклотрона) и Эдвин Макмиллан (первооткрыватель трансуранового элемента нептуния).

С.С. Герштейн, Ю.В. Петров и Л.И. Пономарев в статье «Мюонный катализ и ядерный бридинг» (УФН, 1990, том 160, № 8), перечисляя методы получения энергии, пишут: «Один из них – электроядерный бридинг – предложен еще в начале 50-х годов Нобелевскими лауреатами Э. Лоуренсом, Э. Мак-Милланом, а **также Н.Н. Семеновым**. Идея этого способа предельно проста: пучок протонов с энергией  $\approx 1$  ГэВ из ускорителя направляют на массивную мишень из  $^{238}\text{U}$ , в которой каждый из них осуществляет  $\approx 20$  делений ядер урана, а вторичные нейтроны, образующиеся при этом, дают дополнительно еще  $\approx 80$  ядер  $^{239}\text{Pu}$  [706]» (Герштейн и др., 1990, с.8).

Этот же вопрос рассматривают В.Г. Васильков, В.И. Гольданский, В.П. Джелепов и В.П. Дмитриевский в статье «Электроядерный метод генерации нейтронов и производства расщепляющихся материалов» (журнал «Атомная энергия», 1970, том 29, № 3): «Интерес к ЭЯ-методу получения ядерного горючего объясняется главным образом большим количеством свободных нейтронов, которые не нужны для поддержания реактора в критическом состоянии и поэтому могут использоваться для переработки уранового и ториевого сырья в делящиеся материалы. О том, что при взаимодействии частиц высокой энергии с тяжелыми ядрами наряду с делением этих ядер происходит предшествующее ему испускание большого числа нейтронов, можно было судить уже по виду массовых спектров осколков подобного «эмиссионного деления» [10]. Такого рода процессы были открыты в 1948 г., практически сразу же после запуска ускорителей, позволивших осуществить реакции расщепления. Их важность для прикладных целей была **независимо отмечена** Н.Н. Семеновым [11] в СССР, Э. Лоуренсом [12] в США и В. Льюисом [31] в Канаде» (Васильков и др., 1970, с.153).

Здесь [11] – Семенов Н.Н. и др. // Proc. CERN Symposium on High Energy Particle Accelerators and Pion Physics. Vol.1. – Geneva: 1956. – P.207.

Приведем еще один источник. В.С. Окунев в книге «Основы прикладной ядерной физики и введение в физику ядерных реакторов» (2015) называет метод электроядерного бридинга способом трансмутации радиоактивных отходов (РАО): «В последние десятилетия рассматривается возможность использования подкритических систем, управляемых ускорителем, для трансмутации РАО. Впервые такую идею выдвинули **независимо друг от друга** американский физик Э.О. Лоуренс и российский физик, академик Н.Н. Семенов. Экспериментально идея была подтверждена группой ученых во главе с В.И. Гольданским в начале 1950-х годов на ускорителе в ОИЯИ» (Окунев, 2015, с.436).

**236. Экспериментальное доказательство образования атомов аргона-40 из атомов калия-40.** В 1937 г. ученые пришли к заключению, что атомы аргона-40 образуются из атомов калия-40 в результате электронного захвата. В частности, такой вывод сделал немецкий физик Карл фон Вайцеккер (1912-2007). Доказать это предположение удалось в 1947 г. Это сделали независимо друг от друга советский ученый-геохимик Эрих Карлович Герлинг (1904-1985) и американские геофизики Л. Олдрич и А. Нир. Впоследствии на основе данного открытия был разработан калий-аргоновый метод, который стал использоваться для определения возраста горных пород.

А.Б. Верховский в статье «Благородные газы Земли» (журнал «Природа», 1986, № 3) пишет: «История проникновения в тайну природы аргона полна парадоксов. Так, еще в 1907 г. Дж. У. Релей пытался связать гелий, обнаруженный им в каменной соли, с радиоактивностью калия, которая тогда была уже известна. А в 1908 г. он приходит к заключению, что аргон попал в породы из атмосферы в процессе их образования. Открыватель же аргона У. Рамзай объяснил появление аргона в породах радиоактивным распадом урана и радия. Тем не менее, простые расчеты и сопоставления с современными данными убеждают нас, что уже в 1897 г. исследователи «держали в руках» радиогенный аргон, который образовался из калия, содержащегося в самих породах. Предположение об образовании  $^{40}\text{Ar}$  из  $^{40}\text{K}$  в результате электронного захвата было высказано только в 1937 г., когда получили развитие соответствующие ядерно-физические представления. Примерно в это же время к аналогичному выводу пришел Э. фон Вейцеккер, исследовавший относительную распространенность  $^{40}\text{Ar}$  в атмосфере Земли. Прямое же доказательство образования  $^{40}\text{Ar}$  из  $^{40}\text{K}$  было получено Э.К. Герлингом в 1947 г. и **почти одновременно и независимо** Л. Олдричем и А. Ниром. Эксперимент заключался в сравнении изотопного состава аргона, выделенного из древних калийсодержащих минералов, и аргона атмосферы» (Верховский, 1986, с.47).

Об этом же сообщается во 2-ом томе книги «Изотопы: свойства, получение, применение» (2005), написанной под редакцией В.Ю. Баранова: «Калий-аргоновый метод был разработан в 1947-48 гг. российским ученым Э. Герлингом и **независимо от него** американским ученым А. Ниром. Было доказано накопление  $^{40}\text{Ar}$  в калиевых минералах или породах в зависимости от возраста. Этот метод может работать в очень широком возрастном диапазоне от 100 тыс. до 3 млрд лет и применим к породам вулканического происхождения (Miller, 1972). Аргоновый метод был разработан на основе самопроизвольного распада изотопа  $^{40}\text{K}$ » («Изотопы...», 2005, с.562).

**237. Открытие тройного деления атомного ядра.** Тройное деление атомного ядра открыли независимо друг от друга советский физик Николай Александрович Перфилов (1909-1989) и американские ученые, участвовавшие в разработке атомного оружия (в рамках Манхэттонского проекта).

В.А. Рубчя и С.Г. Явшиц в статье «Тройное деление тяжелых ядер» (журнал «Природа», 1991, № 5) пишут: «Нейтроны и  $\gamma$ -кванты, сопровождающие деление, испускаются значительно позже распада двойной ядерной системы и поэтому не могут дать сведений о ее свойствах. Значительно больше информации можно извлечь, изучая такие

случаи деления, когда наряду с осколками образуется еще легкая заряженная частица. Такой процесс – его назвали тройным делением – был открыт в середине 40-х годов в США во время работы над Манхэттонским проектом и **независимо** Н.А. Перфиловым в Радиевом институте [2]. В этих опытах тройное деление наблюдалось в ядерных фотоэмульсиях и имело вид характерного «молоточка», образуемого толстыми короткими треками от осколков и более тонким следом от  $\alpha$ -частицы» (Рубченя, Явшиц, 1991, с.28).

Здесь [2] – примечание авторов, где сообщается: «Ссылка на отчет по Манхэттенскому проекту содержится в одной из первых американских работ по тройному делению, опубликованной в журнале «Physical Review» за 1947 г., а результаты исследований Н.А. Перфилова описаны в его диссертации за тот же год» (там же, с.28).

Приведем источник, в котором перечисляются ученые, самостоятельно открывшие феномен тройного деления ядра. Н.А. Перфилов, Ю.Ф. Романов и З.И. Соловьева в статье «Деление тяжелых ядер с испусканием длиннопробежных  $\alpha$ -частиц» (УФН, 1960, том 71, № 3) пишут: «В настоящее время представляет значительный интерес исследование сложных случаев деления тяжелых ядер с образованием трех заряженных частиц. Об этом явлении стало известно в 1946-1947 гг. из работ нескольких групп исследователей, которые использовали как толстослойные фотопластинки (Перфилов [1], Цзен Сан-Цзян и др. [2], Воллан и др. [3], Демерс [4], Грин и Ливси [5]), так и специально сконструированные ионизационные камеры (Фарвелл и др. [6]). Наглядно случаи сложного деления удобно наблюдать в фотослое через микроскоп» (Перфилов и др., 1960, с.471).

Здесь [1] – Перфилов Н.А. // Диссертация. – Ленинград.: Радиевый институт АН СССР, 1947.

[3] – Wollan E.O. et. al. // Physical Review. – 1947. – Vol.72. – P.447.

[4] – Demers P. // Physical Review. – 1946. – Vol.70. – P.974.

[5] – Green L.L., Livesey D.L. // Nature. – 1947. – Vol.160. – P.534.

[6] – Farewell G. et. al. // Physical Review. – 1947. – Vol.71. – P.327.

**238. Открытие распада свободного нейтрона (радиоактивности нейтрона).** Распад нейтрона (радиоактивность нейтрона) был экспериментально обнаружен в 1949 году американскими, канадскими и советскими физиками независимо друг от друга. В США распад нейтрона зафиксировали Артур Снелл (1909-1989) с коллегами, в Канаде – Джон Микаэль Робсон (1920-2000), в СССР – Петр Ефимович Спивак (1911-1992) с сотрудниками. Следует отметить, что распад нейтрона был теоретически предсказан (теоретически открыт) Фредериком Жолио-Кюри. Его предсказание, конечно, не было продуктом «чистого» воображения: он основывался на экспериментах Джеймса Чедвика (1891-1974) и Мориса Гольдхабера (1911-2011).

В.В. Федоров в книге «История и развитие физических представлений о строении окружающего мира» (2021) пишет: «В 1934 г. Чедвик и Гольдхабер открыли фоторасщепление дейтона (ядра атома дейтерия, состоящего из протона и нейтрона) и существенно уточнили величину массы нейтрона. Она оказалась больше суммы масс протона и электрона. Кроме того, на основе этого превышения Фредериком Жолио-Кюри в 1934 г. было высказано предположение о радиоактивности нейтрона, которая была открыта лишь в 1948-1950 гг. **независимо** А. Снеллом и Л. Миллером (Ок-Ридж, США), Дж. Робсоном (Чок-Ривер, Канада) и П.Е. Спиваком (Институт атомной энергии, Москва, СССР). По существу, П.Е. Спиваку и его сотрудникам (А.И. Сосновскому, Ю.А. Прокофьеву и др.) удалось еще в 1949 г. впервые наблюдать само явление распада нейтрона, и лишь условия секретности, в которых велись тогда все работы по ядерной физике, привели к тому, что опубликованы эти результаты были лишь на конференции по мирному использованию атомной энергии в Женеве в 1955 г., и потому приоритет открытия этого фундаментального процесса приписывают обычно Снеллу и Робсону» (Федоров, 2021, с.224).

Об этом же сообщают А.П. Александров, А.Ф. Апалин, С.Т. Беляев и др. в статье «Петр Ефимович Спивак (к восьмидесятилетию со дня рождения)» (журнал «Успехи физических наук», 1991, том 161, № 7): «По существу, П.Е. Спиваку и его сотрудникам (А.И. Сосновскому, Ю.А. Прокофьеву и др.) удалось еще в 1949 г. впервые наблюдать само явление распада нейтрона, и лишь условия секретности, в которых велись тогда все работы по ядерной физике, привели к тому, что опубликованы эти результаты были лишь на Международной конференции по мирному использованию атомной энергии в Женеве в 1955 г., и потому честь открытия этого фундаментального процесса приписывают обычно Снеллу и Робсону» (Александров и др., 1991, с.213).

О независимом открытии учеными США, Канады и СССР распада нейтрона пишут также Ю.А. Прокофьев и П.Е. Спивак в статье «Исследование распада нейтрона» (журнал «Атомная энергия», 1962, том 12, № 4): «Реальная возможность наблюдать распад нейтрона на опыте появилась только после создания ядерных реакторов. Такие опыты с использованием мощных пучков тепловых нейтронов были **одновременно начаты** в СССР, США и Канаде. В 1949 г. распад нейтрона был обнаружен и были получены первые грубые значения периода полураспада, который оказался равным 10-30 мин (Снелл, Миллер, Плизонтон, Мак-Корд, США), 9-25 мин (Робсон, Канада) и 8-15 мин (Сосновский, Спивак, СССР). Вскоре были получены более точные результаты:  $12,0 \pm 1,5$  мин (наши данные) и  $12,8 \pm 2,8$  мин (данные Робсона, получившего также и спектр электронов распада). Найденные значения периода полураспада находились в прекрасном согласии с предсказаниями теории (10-30 мин) и подтверждали, что элементарное взаимодействие электронно-нейтринного поля с нуклоном, связанным в ядре и свободным, одинаково» (Прокофьев, Спивак, 1962, с.278).

Приведем еще один источник. Н.А. Власов в книге «Нейтроны» (1955) указывает: «...Для наблюдения распада нейтронов в вакууме необходимо пользоваться весьма интенсивными пучками медленных нейтронов. Но и при наличии таких пучков наблюдение распада оказывается довольно трудным. Экспериментальные исследования распада нейтрона **проводились одновременно** в Академии наук СССР Спиваком и Сосновским [26], в США Снеллом, Миллером, Плизонтоном и Мак-Кордом [27] и в Канаде Робсоном [28]. Первые определения периода полураспада были сделаны в 1950 г. По данным Спивака и Сосновского период полураспада нейтрона оказался в пределах 8-19 мин, по данным Снелла и др. 10-30 мин и по данным Робсона 9-25 мин. Метод изучения распада в главных чертах одинаков во всех трех работах» (Власов, 1955, с.20).

Дополнительная литература по теме:

- Ерозолимский Б.Г. Первые экспериментальные работы на атомном реакторе «Ф-1» в секторе П.Е. Спивака // сборник трудов Международного симпозиума ИСАП-96 «Наука и общество: история советского атомного проекта (40-е – 50-е годы)». – М.: «ИЗДАТ», 2003. – С.71-82.

- Франк А.И. Фундаментальные свойства нейтрона: пятьдесят лет исследований // сборник «Нейтрон. К пятидесятилетию открытия». – М.: «Наука», 1983. – С.43-79.

**239. Формулировка идеи о том, что «неуловимую частицу» нейтрино можно обнаружить при исследовании потока нейтрино от ядерного реактора.** В 1995 г. Нобелевская премия по физике вручена американскому ученому Фредерику Райнесу (1918-1998) за экспериментальное обнаружение нейтрино. Как Ф. Райнес открыл эту частицу, теоретически предсказанную Вольфгангом Паули? Его исследовательскому успеху предшествовала формулировка идеи о том, что нейтрино можно обнаружить, если исследовать поток этих частиц, идущих от атомного реактора. В эксперименте Ф. Райнеса рядом с этим реактором были расположены резервуары с водой. Нейтрино, попадая в эти резервуары, взаимодействовали с протонами воды, вследствие чего возникали нейтроны и позитроны. Специальные приборы регистрировали позитроны, точнее, гамма-излучение, возникающее при аннигиляции позитронов. Были ли ученые, которые независимо от



Фредерика Райнеса выдвигали гипотезу о возможности обнаружить нейтрино путем анализа потока этих частиц от ядерного реактора? Да, эту гипотезу сформулировал советский физик Петр Ефимович Спивак (упомянутый выше).

А.П. Александров, А.Ф. Апалин, С.Т. Беляев и др. в статье «Петр Ефимович Спивак (к восьмидесятилетию со дня рождения)» (журнал «Успехи физических наук», 1991, том 161, № 7) пишут: «Физика нейтрино всегда привлекала к себе жгучий интерес Петра Ефимовича, и на протяжении всей жизни он снова и снова возвращается к мыслям о постановке различных экспериментов, направленных на поиск методов регистрации и изучение свойств этой удивительной частицы. Коллеги П.Е. Спивака помнят, как задолго до первой публикации Райнеса и Коуэна, появившейся в 1953 г., он начал придумывать близкую по идее постановку эксперимента, с целью обнаружения нейтрино на реакторе» (Александров и др., 1991, с.214).

**240. Разработка оболочечной модели атомного ядра.** Согласно традиционной точке зрения, авторами оболочечной модели атомного ядра являются двое ученых: уроженка Германии, профессор физики Калифорнийского университета в Сан-Диего Мария Гепперт-Майер (1906-1972) и немецкий физик, профессор Гейдельбергского университета Ханс Йенсен (1907-1973). Полное имя последнего – Йоханнес Ханс Даниель Йенсен. Они совершенно независимо друг от друга разработали теорию, утверждающую, что нуклоны (протоны и нейтроны) в составе атомного ядра распределены по оболочкам, то есть своеобразным орбитам, напоминающим орбиты электронов в квантовой модели атома, созданной Нильсом Бором. В 1963 г. Мария Гепперт-Майер и Ханс Йенсен получили Нобелевскую премию по физике. Отправным пунктом (ключевым фактором) этой теории послужила следующая аналогия. Существуют числа электронов, вращающихся вокруг ядра (эти числа названы «магическими»), при которых атом обладает особой стабильностью. Эта стабильность атома объясняется оболочечным распределением электронов в атоме. В свою очередь, атомные ядра, в которых число нуклонов составляет 2, 8, 20, 50, 82, 126, также обладают особой стабильностью. Отсюда (по аналогии) сделан вывод, что стабильность атомного ядра – результат оболочечного распределения нуклонов в ядре. В силу простоты описанной аналогии (оперирующей «магическими числами» электронов и нуклонов) оболочечная модель ядра формулировалась не только М. Гепперт-Майер и Х. Йенсеном. Независимо от них к этой модели приходили многие другие ученые: немецкий физик Вальтер Эльзассер (1904-1991), Джеймс Бартлетт (J.H. Bartlett), автор двух статей в журнале «Physical Review» (1932) под названием «Структура атомного ядра», и другие исследователи.

В. Чолаков в книге «Нобелевские премии: ученые и открытия» (1986) пишет: «Капельная модель ядра сыграла большую роль в экспериментальной физике и многие годы пользовалась большой популярностью среди ученых. Накапливались, однако, факты, которые не могли найти объяснения в рамках этой простой схемы. Уже в 1934 г. молодой немецкий физик Вальтер Эльзассер установил, что ядра, в которых число нуклонов, протонов или нейтронов, равно 2, 8, 20, 50, 82 или 126, обладают особой стабильностью. Поскольку физики не находили объяснения этому явлению, эти числа были названы «магическими». Наиболее устойчивыми оказались ядра, в которых число нуклонов было «дважды магическим». К ним относятся, например, ядра гелия-4 (2 нейтрона и 2 протона), кислорода-16 (8 протонов и 8 нейтронов) и свинца-208 (82 протона и 126 нейтронов). Эти факты наряду с другими дали основание американскому физическому А. Бартлетту предложить оболочечную модель ядра. Эта идея, однако, существенно опережала свое время и поэтому не нашла тогда поддержки. В 1949 г. представления физиков об атомном ядре значительно углубились, и оболочечная модель ядра, предложенная Марией Гепперт-Майер и **независимо** Йоханнесом Хансом Даниелем Йенсеном, привлекла всеобщее внимание. Согласно их теории, нуклоны движутся в ядре по определенным орбитам, подобно электронам в атоме. <...> Магическое число показывает, какое максимальное число

нуклонов может быть в следующем слое (на следующей орбите – Н.Н.Б.)» (Чолаков, 1986, с.79).

Об этом же сообщается в 1-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992): «Со своим бывшим одноклассником Джоном фон Нейманом он (Юджин Вигнер – Н.Н.Б.) применил теорию групп, чтобы связать энергетические уровни ядра с наблюдаемым его поведением. Эта работа оказалась особенно полезной при попытке объяснить существование того, что Вигнер назвал магическими числами. Ядра, содержащие магическое число или протонов, или нейтронов, как было установлено эмпирически, оказывались особенно устойчивыми и многочисленными. Исследования Вигнера помогли Марии Гепперт-Майер и Й. Хансу Д. Йенсену в их успешных попытках, предпринятых **независимо друг от друга**, найти глубинный источник магических чисел в квантово-механических движениях протонов и нейтронов в ядре» («Лауреаты...», 1992, с.253).

Приведем еще один источник. О.А. Старосельская-Никитина в книге «История радиоактивности и возникновения ядерной физики» (1963) повествует: «В том же 1932 г., но уже после открытия нейтрона и возникновения гипотезы о протонно-нейтронной модели ядра, Бартлетт высказал мысль о том, что нуклоны могут располагаться в квантовых группах или оболочках точно так же, как внеядерные электроны в атомах. «Эта идея была развита Эльзассером во Франции и Гутгенхаймером в Германии в течение 1933 и 1934 гг. В 1937 г. немецкие ученые Шмидт и Шюлер, **независимо друг от друга**, показали, что представление о ядерных оболочках согласуется с известными магнитными моментами ядер» [38]. Но, как нередко случается в ходе развития науки, идея капельной модели ядра и концепция составного ядра Бора отеснили идею оболочечной модели до 1948 г., когда была доказана реальность так называемых «магических чисел» нуклонов, соответствующих замкнутым оболочкам в ядре» (Старосельская-Никитина, 1963, с.289).

Здесь [38] – Глестон С. Атом, атомное ядро, атомная энергия. – М.: изд-во иностранной литературы, 1961. – 648 с.

**241. Открытие оболочечной модели ядра в трудах Д.Д. Иваненко и Е.Н. Гапона.** Советские физики Дмитрий Дмитриевич Иваненко (1904-1994) и Евгений Никитич Гапон (1904-1950) вполне самостоятельно сформулировали в 1932 г. оболочечную модель атомного ядра или, другими словами, концепцию ядерных (нуклонных) оболочек. Они основывались на той же аналогии между магическими числами электронов в атоме и нуклонов в ядре, которую использовали все остальные ученые (Бартлетт, Эльзассер и др.).

Г.А. Сарданашвили в книге «Дмитрий Иваненко – суперзвезда советской физики» (2010) пишет: «Из гимназических товарищей Д.Д. Иваненко впоследствии поддерживал близкие дружеские отношения с Е.Н. Гапоном, крупным физико-химиком, профессором Тимирязевской сельскохозяйственной академии. В 1929 г. они вновь встретились в Харькове, где Е.Н. Гапон заведовал кафедрой химии в Харьковском медицинском институте. В 1930 г. Е.Н. Гапон становится профессором Тимирязевской сельскохозяйственной академии, организовав и возглавив в ней кафедру физической химии. В 1932 г. он бывает в Ленинграде, где Д.Д. Иваненко обсуждает с ним, знающим изотопы, свою модель ядра, и они вместе публикуют пионерскую работу по оболочечной модели ядра [II.27]» (Г.А. Сарданашвили, 2010).

Далее автор указывает: «В своем докладе на 1-й Советской ядерной конференции Д.Д. Иваненко выдвинул как развитие протон-нейтронной модели ядра предложенную им совместно с Е.Н. Гапоном [II.27] концепцию ядерных оболочек. Экспериментально было найдено, что по распространенности, числу изотопов, альфа- и бета-распаду, существует определенная периодичность в свойствах ядер: что ядра имеют большую стабильность при определенном числе нейтронов и протонов, когда число протонов равно числу нейтронов – магические числа 2, 8, 50, 82, 126. В своей работе 1932 г. Д.Д. Иваненко и Е.Н. Гапон выдвинули идею распределения протонов и нейтронов по уровням и оболочкам в некоторой

**аналогии с построением менделеевской периодической системы»** (Г.А. Сарданашвили, 2010).

Автор приводит слова Д.Д. Иваненко о своей оболочечной модели: «Одновременно аналогичные идеи высказал Бартлетт; затем их развили Эльзассер (взявший средний ядерный потенциал в виде прямоугольной ямы) Гутгенгеймер и другие, уже установившие в конце концов правильный ряд всех главных магических чисел: 2, 8, 20, 50, 82. Однако, как хорошо известно, недостаток эмпирических данных и отсутствие убедительных теоретических аргументов относительно формы ядерного потенциала привели к тому, что оболочечная модель была оттеснена капельной моделью, триумфом которой явилась теория деления ядер Френкеля – Бора - Уилера» (Г.А. Сарданашвили, 2010).

Вот еще одна цитата из текста Д.Д. Иваненко, содержащегося в книге Г.А. Сарданашвили (2010): «Наша работа с Е.Н. Гапоном по оболочкам, так же, как и ряд дальнейших статей Е.Н. Гапона, касавшихся распределения нуклонов в ядрах, цитировалась в докладе Гейзенберга на Сольвеевском конгрессе 1933 г. наряду со статьей Бартлетта; статьи были известны также Эльзассеру и, таким образом, дали определенный импульс для развития фундаментальной теории оболочек» (Г.А. Сарданашвили, 2010).

Сказанное подтверждают Д.Н. Трифонов, А.Н. Кривомазов и Ю.И. Лисневский в книге «Учение о периодичности и учение о радиоактивности. Комментированная хронология важнейших событий» (1974). Авторы пишут о событиях 1932 года: «Дж. Бартлетт (в США), Д.Д. Иваненко и Е.Н. Гапон (в СССР) впервые высказали соображения эмпирического и теоретического характера о том, что в легких ядрах имеется возможность заполнения s-, p-, d- и т.д. уровней независимо нейтронами и протонами» (Трифонов и др., 1974, с.151).

**242. Разработка оболочечной модели ядра в трудах Тадаиоси Хикосаки.** Японский физик Тадаиоси Хикосака (1902-1989) – еще один ученый, независимо разработавший оболочечную модель атомного ядра. К сожалению, когда Хикосака послал свою статью «О квантовых состояниях нейтронов в ядре» (1934) в американский журнал «Physical Review», редакция журнала отклонила ее, расценив работу японского ученого как «сумасшедшую идею», противоречащую капельной модели ядра Нильса Бора.

С. Фукуи в статье «Тадаиоси Хикосаки» (сборник материалов Международного симпозиума «Наука и общество: история советского атомного проекта (40-е – 50-е годы)», том 3, 2003) пишет о Т. Хикосаке: «С 1934 г. (то есть два года спустя после открытия нейтрона) он теоретически исследовал свойства нейтрона в ядре и полученные результаты опубликовал в японском журнале «Кагаку» в 1934 г. [1]. Затем он обобщил свои идеи в работе «О квантовых состояниях нейтронов в ядре». Он послал эту рукопись в «Physical Review», но редакция отклонила ее с неодобрительными замечаниями по поводу сумасшедшей идеи. В те годы любой физик не мог бы принять концепцию, отличную от модели жидкой капли Нильса Бора. Однако Хикосака был абсолютно уверен в своей идее. Он перевел свою статью на немецкий язык, озаглавив ее «Quantenstufen der Neutronen in Nucleus», и в 1935 г. направил ее в «Научные труды Императорского университета Тохоку» [2]. Это издание не имело широкого распространения в Японии и за ее пределами, поэтому его идея не была замечена не только японскими физиками, но и учеными Европы и Америки. В 1933 г. Эльзассер отметил [3], что свойства ядра меняются в зависимости от числа протонов и нейтронов. Вигнер описал структуру ядер на основе концепции независимых орбит протонов и нейтронов в ядре [4] через три года после создания Хикосакой своей теории. Хикосака высказал идею об оболочечной структуре ядра **за 15 лет до создания** Майер (Марии Гепперт-Майер – Н.Н.Б.) [5] и Йенсеном [6] оболочечной модели» (Фукуи, 2003, с.379-380).

Повторим, что все ученые, выдвигавшие концепцию ядерных (нуклонных) оболочек, использовали аналогию между магическими числами электронов в атоме и нейтронов в ядре. Эту аналогию использовали и Нобелевские лауреаты М. Гепперт-Майер и Х. Йенсен.

Владимир Демиденко в статье «Ядерный хоровод» (журнал «Техника - молодежи», 1987, № 5) пишет об оболочечной модели ядра: «Она была разработана в 1948 году американским физиком Марией Геперт-Майер и немецким физиком Гансом Йенсеном **по аналогии** с теорией электронных оболочек атомов, в которой каждый электрон (одна частица) входит в состав своей оболочки и движется без корреляции с другими электронами по эллиптической орбите. Число электронов, заполняющих оболочки при минимальной энергии связи, предпочтительно следует «магическому ряду» 2, 8, 18, 32, а в «одночастичной модели» число нуклонов в ядрах (атомный номер) должно склоняться к последовательности 2, 8, 20, 50, 82, 126. Модель Майер – Йенсена правильно предсказывает знак электрического квадрупольного момента, классифицирует вращательные и магнитные особенности ядер» (Демиденко, 1987, с.35).

**243. Предсказание дифракции нейтронов.** Эффект дифракции нейтронов предсказали независимо друг от друга немецкий физик Вальтер Эльзассер (упомянутый выше) и итальянский исследователь Джанкарло Вик (1909-1992). Разумеется, они пришли к идее о возможности такого эффекта по аналогии с дифракцией фотонов (квантов света) и электронов. Как мы отмечали ранее, дифракцию электронов предсказали Луи де Бройль и Альберт Эйнштейн (независимо друг от друга).

Что касается предсказаний Эльзассера и Вика, то о них пишет Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983), где автор, в частности, говорит о Джанкарло Вике: «Сформулировал основы теории когерентного рассеяния нейтронов, предсказал (**независимо от В. Эльзассера**) дифракцию нейтронов. Предложил метод получения холодных нейтронов. Обобщил (1934) теорию бета-распада Ферми на позитронный распад, предположил существование виртуального состояния нуклона» (Храмов, 1983, с.63).

Некоторые специалисты отдают приоритет В. Эльзассеру. Так, А.И. Франк в статье «Фундаментальные свойства нейтрона: пятьдесят лет исследований» (сборник «Нейтрон. К пятидесятилетию открытия», 1983) отмечает: «Первым, кто высказал убеждение, что движение нейтрона должно определяться волновой механикой и, следовательно, нейтроны так же, как и рентгеновские лучи, должны испытывать дифракцию на кристаллах, был, видимо, Эльзассер [113]. Его работа появилась в 1936 г. Почти немедленно последовала работа Хальбана и Прайсверка [114]. Они наблюдали изменение углового распределения нейтронов от рассеивателя – железного цилиндра – в зависимости от температуры рассеивателя в качественном соответствии с предсказаниями Эльзассера» (Франк, 1983, с.67).

**244. Формулировка идеи о возможности получения «холодных» нейтронов.** Гипотезу о возможности получения «холодных» нейтронов, обладающих небольшой кинетической энергией, выдвинули независимо друг от друга Энрико Ферми (США), с одной стороны, и Александр Ильич Ахиезер (1911-2000) совместно с Исааком Яковлевичем Померанчуком (СССР) – с другой.

М.И. Баранов в статье «Антология выдающихся достижений в науке и технике. Часть 31: портрет харьковского физика Александра Ильича Ахиезера» (журнал «Электротехника и электромеханика» (Украина), 2016, № 2) указывает: «...Они (Ахиезер А.И. и Померанчук И.Я.) **независимо** от выдающегося итальянского физика-теоретика, лауреата Нобелевской премии по физике (за 1938 г.) Энрико Ферми [4] установили возможность получения с помощью некоторых кристаллических материалов (например, сверхчистого графита [4, 8] «холодных» нейтронов, развили теорию рефракции нейтронов (термин «рефракция» происходит от латинского слова «refractus» - «преломленный» и обозначает «преломление» [15]) и теорию поглощения нейтронов в однородных твердых средах [14]. Часть результатов этих исследований вошла в их совместную научную монографию «Некоторые вопросы теории ядра» (1948 г.), удостоенную в 1949 г. премии им. Л.И. Мандельштама АН СССР [14]» (Баранов, 2016, с.4-5).

Далее автор повторяет свою мысль, а именно тот факт, что А.И. Ахиезер получил результаты, аналогичные результатам Энрико Ферми: «Предсказал (**независимо** от неизвестных ему тогда результатов Э. Ферми) возможность стабильного получения в ядерных экспериментах и ядерных реакторах «холодных» нейтронов (1944-1947)» (там же, с.5).

Об этом же сообщают В.Г. Барьяхтар, Д.В. Волков, В.Ф. Зеленский и др. в статье «Александр Ильич Ахиезер (к восьмидесятилетию со дня рождения)» (УФН, 1992, том 162, № 2): «В «московский период» жизни А.И. Ахиезера он и И.Я. Померанчук по предложению И.В. Курчатова занялись проблемой рассеяния медленных нейтронов в кристаллах. Они установили (**независимо от Э. Ферми**) возможность получения «холодных» нейтронов, а также развили теорию рефракции нейтронов, теорию резонансного поглощения нейтронов в однородных средах. В 1947 г. А.И. Ахиезер и И.Я. Померанчук написали книгу (не опубликованную тогда) «Теория нейтронных мультиплицирующих сред», небольшая часть материала из нее вошла в их книгу «Некоторые вопросы теории ядра» (1948 и 1950 гг.), удостоенную премии АН СССР им. Л.И. Мандельштама» (Барьяхтар и др., 1992, с.192).

Приведем еще один источник. Сам А.И. Ахиезер в статье «Воспоминания об Исааке Яковлевиче Померанчуке» (сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке», 1988) рассказывает: «Курчатова очень интересовала проблема рассеяния медленных нейтронов. Мы серьезно занялись рассеянием медленных нейтронов в кристаллах – как упругим, так и неупругим, с поглощением и испусканием одного и многих фотонов. Был изучен захват медленных нейтронов в кристаллах. Была установлена (**независимо от Ферми**) возможность появления «холодных» нейтронов. Мы показали также, как происходит переход к рассеянию свободными ядрами, нашли функцию распределения нейтронов в кристаллах, дали теорию рефракции нейтронов» (Ахиезер, 1988, с.33).

**245. Открытие асимптотической формулы, описывающей спектр синхротронного излучения во всей существенной области спектра.** Синхротронное излучение – это излучение электромагнитных волн заряженными частицами, которые движутся по криволинейной траектории (чаще всего в магнитном поле) с релятивистскими скоростями. Ученым удалось вывести общую формулу, предсказывающую спектральное и угловое распределение синхротронного излучения (СИ). Это сделали независимо друг от друга Дмитрий Дмитриевич Иваненко (один из авторов оболочечной модели ядра), его коллега Арсений Александрович Соколов (1910-1986) и Нобелевский лауреат Джулиан Швингер.

Геннадий Фетисов в книге «Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ» (2007) пишет: «В 1948 году появилась статья физиков-теоретиков из МГУ Д.Д. Иваненко и А.А. Соколова (Иваненко, Соколов, 1948), в которой была выведена общая формула, предсказывающая спектральное и угловое распределение СИ. Несколько позднее эти же свойства **были независимо** и более подробно описаны математически Джулианом Швингером (Schwinger, 1949). В своей статье Швингер проанализировал мгновенную мощность электромагнитного излучения моноэнергетического электрона, движущегося по круговой орбите, в зависимости от длины волны, где показал, что поляризационные и спектральные характеристики СИ можно с высокой точностью рассчитывать теоретически. Теоретическая предсказуемость синхротронного излучения в дальнейшем оказалась одним из его больших преимуществ перед излучением рентгеновских трубок» (Фетисов, 2007, с.104).

Об этом же сообщает А.В. Борисов в статье «К 110-летию со дня рождения Арсения Александровича Соколова (1910-1986)» (журнал «Советский физик», 2021, № 3 (149)): «С 1948 г. А.А. Соколов развивал с сотрудниками и учениками классическую и квантовую теорию синхротронного излучения (СИ) – мощного электромагнитного излучения релятивистских электронов, движущихся в магнитном поле по круговой орбите в ускорителях (синхротронах) и накопительных кольцах. <...> А.А. Соколов получил

(совместно с Д.Д. Иваненко, 1948) замкнутую асимптотическую формулу, равномерно описывающую спектр СИ во всей существенной области. В 1949 г. эта формула **была независимо** (другим методом) получена американским физиком-теоретиком Ю. Швингером, впоследствии неоднократно цитировавшим работу советских авторов» (Борисов, 2021, с.32).

**246. Построение квантовой теории затухания.** Квантовую теорию затухания разработали независимо друг от друга немецкий физик Вальтер Гайтлер (1904-1981) и наш соотечественник А.А. Соколов (упомянутый выше). А.В. Борисов в статье «К 110-летию со дня рождения Арсения Александровича Соколова (1910-1986)» (журнал «Советский физик», 2021, № 3 (149)) сообщает: «Статья А.А. Соколова (совместно с Д.Д. Иваненко, 1937) по зарядово-симметричному квантованию дираковского (электрон-позитронного) поля вошла в опубликованный Японским физическим обществом сборник репринтов 15 основополагающих работ по квантовой теории поля, среди авторов которых – П. Дирак, В. Гейзенберг, В. Паули и другие выдающиеся физики. В 1941 г. он разработал (**независимо от В. Гайтлера**) квантовую теорию затухания – фундаментальный метод исследования взаимодействий элементарных частиц в области сильной связи» (Борисов, 2021, с.31-32).

**247. Открытие цепочки уравнений Боголюбова (иерархии Боголюбова – Борна – Грина – Кирквуда - Ивона).** Речь идет о совокупности уравнений эволюции системы, состоящей из большого числа тождественных взаимодействующих частиц. Эти уравнения, явившиеся инструментом обоснования статистической теории неравновесных процессов, открыли независимо друг от друга пятеро ученых. Среди них советский физик Николай Николаевич Боголюбов (1909-1992), немецкий физик, лауреат Нобелевской премии Макс Борн (1882-1970), его британский коллега Герберт Грин (1920-1999), американский физик-теоретик Джон Кирквуд (1907-1959) и французский ученый Жак Ивон (1903-1979).

Ю.Л. Климонтович в книге «Штрихи к портретам ученых» (2005) подчеркивает ценность уравнений, открытых группой разных ученых: «Существенный перелом произошел в 1946 году, когда появилась книга Н.Н. Боголюбова «Проблемы динамической теории в статистической физике» и **независимо** работы М. Борна, Х. Грина, Дж. Кирквуда и Ж. Ивона. Эти работы, наряду с исследованиями Николая Сергеевича Крылова «Работы по обоснованию статистической физики», опубликованными в 1950 году, и послужили началом динамического обоснования кинетической теории – статистической теории неравновесных процессов» (Климонтович, 2005, с.23).

Об этом же сообщает Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981): «Применение метода коррелятивных функций к неравновесным процессам позволило Боголюбову на основе динамических уравнений для классической системы материальных точек с центральным законом взаимодействия вывести кинетические уравнения Больцмана, Ландау и Власова, получив при этом критерий справедливости каждого из этих уравнений. Этот же метод позволяет выводить любые кинетические уравнения, исходя из микроскопической модели вещества. Позже **независимо от Н.Н. Боголюбова** метод коррелятивных функций был разработан М. Борном и Г. Грином» (Гельфер, 1981, с.430).

Процитируем еще одну работу. Я.И. Френкель в статье «Теоретическая физика в СССР за 30 лет» (Я.И. Френкель, «На заре новой физики», 1970) пишет: «В 1946 г. Н.Н. Боголюбов опубликовал две фундаментальные работы по основам статистической механики, связанные с развитием идеи о введении последовательности функций распределения частиц молекулярной системы – по одной, по две, по три и т.д. Эта идея высказывалась и ранее разными авторами, но не получила сколько-нибудь значительного математического развития. Боголюбов дал общий метод составления этой последовательности функций как для статистически равновесного состояния, описываемого обычно распределением Гиббса, так и для неравновесного, для которого

общей теории до сих пор вовсе не существовало. Он указал также некоторые приближенные методы решения соответствующих уравнений для уже ранее исследованных случаев разреженных газов и разбавленных растворов электролитов. Я уверен, однако, что метод Боголюбова удастся применить и к более сложным конденсированным системам, в частности, к жидкостям» (Френкель, 1970, с.331). В примечаниях автор указывает: «Повидимому, аналогичный метод, **независимо от Боголюбова**, был несколько позже разработан Борном (в Англии). Следует заметить, что этот метод можно рассматривать как обобщение метода самосогласованного поля» (там же, с.331).

**248. Открытие уравнения Янга-Бакстера.** Американский физик китайского происхождения Ч. Янг, открывший закон нарушения четности (симметрии) в слабых взаимодействиях, является также автором известного в статистической физике уравнения Янга-Бакстера. Данное уравнение относится к классу точно решаемых задач. Оно имеет вид локальных преобразований эквивалентности, которые появляются в самых разных случаях – в теории электрических цепей, математической теории узлов, физике спиновых систем. Независимо от Ч. Янга данное уравнение получил австралийский физик Родни Бакстер (род. 1940 г.).

Абрахам Пайс в книге «Гении науки» (2002) пишет, называя Ч. Янга «Франком»: «В 1960-х годах Янг вернулся еще к одной из своих любимых областей исследований – статистической физике. Он писал о реальных Бозе-газах [56], квантовании потока в сверхпроводящих системах [57] и о дальнем порядке в жидком гелии [58]. Вместе со своим братом Чен Пинг Янгом, теперь заслуженным профессором в отставке университета штата Огайо, он опубликовал работу по критическим точкам в переходах га-жидкость [59] и решил задачу об одномерной цепочке взаимодействующих спинов [60]. Наиболее известным в этой категории является уравнение Янга-Бакстера, которое в первый раз появилось в работах Франка (Янга – Н.Н.Б.) [61] 1967-68 годов и которое позднее было **независимо** опубликовано Родни Бакстером [62] в другом контексте» (Пайс, 2002, с.228).

Здесь [61] – Yang C.N. // Physical Review Letters. – 1967. – Vol.19. – P.1312;

Yang C.N. // Physical Review. – 1968. – Vol.168. – P.1920.

О независимом открытии Ч. Янга и Р. Бакстера сообщает также П.А. Сапонов в диссертации «Структура квантовых матричных алгебр» (1996): «Впервые уравнение Янга-Бакстера появилось в 1967 году в работе Ч.Н. Янга [21] как некоторое условие согласования в квантово-механической задаче об  $N$  частицах на прямой, взаимодействующих посредством потенциала  $V...$  Янг показал, что при выполнении этого условия энергетические уровни и собственные функции гамильтониана могут быть вычислены точно с использованием координатного анзаца Бете. **Независимо** это же уравнение возникло в работе Р. Бакстера [22] (смотрите также книгу [24]), когда он изучал условия точной разрешимости восьми-вершинной решеточной модели в двумерной статистической физике. После довольно долгого перерыва, прошедшего с момента решения Онсагером в 1944 году модели Изинга [25], работы Бакстера явились новым крупным шагом в области точно решаемых двумерных моделей, приведя к существенному прогрессу в их построении и изучении» (Сапонов, 1996, с.2).

Здесь [21] – Yang C.N. // Physical Review Letters. – 1967. – Vol.19. – P.1312-1314.

**249. Формулировка и доказательство теоремы отсчетов в теории связи.** Теорема отсчетов, о которой идет речь, - это утверждение о том, что любой аналоговый сигнал может быть восстановлен без ошибок и искажений по своим дискретным отсчетам. Кроме того, теорема определяет условия, при которых возможно подобное восстановление. По свидетельству специалистов, данная теорема является фундаментальной для разработки и анализа современных электронных коммуникационных систем. Ее открыли независимо друг от друга советский ученый Владимир Александрович Котельников (1908-2005) и американский математик, один из создателей теории информации, Клод Шеннон (1916-

2001). В.А. Котельников пришел к ней в 1932-1933 гг., а Клод Шеннон - в 1946 г. (можно сказать, что он заново ее открыл). Были и другие ученые, вполне самостоятельно формулировавшие данный результат.

Г.И. Худяков в статье «Развитие теории оценивания пропускной способности систем электро- и радиосвязи» (журнал «Компоненты и технологии», 2011, № 7) пишет: «Независимо от развития теории электросвязи в Bell Labs, советский инженер Владимир Котельников (1908-2005), имевший фундаментальную математическую подготовку [5], в 1932 г. сформулировал и доказал теорему отсчетов теории сигналов, которая в дальнейшем сыграла очень важную роль в теории динамических систем передачи информации» (Худяков, 2011, с.149). Далее автор говорит о К. Шенноне: «В 1940 г. в статье «Связь при наличии шума» (опубликованной лишь в 1949 г., но сотрудники ВТЛ должны были знать ее содержание) Шеннон впервые предлагает метод «геометрического представления сигналов и помех» в системах телеграфной и телефонной электросвязи, а также в радиовещании, на основании которого он выводит ряд результатов общей теории связи. Впервые, при построении метода геометрического представления сигналов Шеннон **«переоткрывает»** теорему В.А. Котельникова (1932 г., [5]) и приводит ее доказательство, аналогичное доказательству Котельникова, а перед доказательством теоремы замечает [6]: «Это общеизвестный в теории связи факт» (Худяков, 2011, с.149).

Здесь [5] – Худяков Г.И. Теорема отсчетов теории сигналов и ее создатели // Радиотехника и электроника. – 2008. – Том 53. - № 9.

Об этом же сообщают Н.А. Кузнецов и И.Н. Сеницын в статье «Развитие теоремы отсчетов Котельникова» (УФН, 2009, том 179, № 2): «В 1932 г. В.А. Котельников подготовил для научной конференции доклад «О пропускной способности эфира и проволоки». В докладе им впервые была сформулирована знаменитая теорема отсчетов – одна из основных теорем теории связи. Этот доклад был опубликован ограниченным тиражом в 1933 г.» (Кузнецов, Сеницын, 2009, с.216). Далее авторы пишут: «**Независимо** теорема отсчетов была установлена в 1949 г. выдающимся американским ученым К. Шенноном – создателем важного раздела теории связи – теории информации. Эта теорема имеет исключительное значение для техники связи. Следует отметить, что как один из частных математических результатов теории интерполяции функции эта теорема была открыта еще в начале XX в. английскими математиками Е.Т. Уиткером и Дж. М. Уиткером. Однако это крупнейшее научное достижение по праву связывают с именами Котельникова и Шеннона, так как именно благодаря открытию ими теоремы отсчетов инженеры получили возможность создания цифровых систем, которые в конце XX в. произвели революцию в электросвязи и цифровой обработке сигналов» (там же, с.216).

Приведем еще один источник. Н.В. Котельников (сын выдающегося ученого) во 2-ом томе книги «В.А. Котельников. Судьба, охватившая век» (2011) приводит воспоминания своего отца об открытии теоремы отсчетов: «...Предполагался всесоюзный съезд по электросвязи, и поскольку эта вещь (теорема отсчетов – Н.Н.Б.) принципиальная, я послал эту работу на съезд. Труды вышли, мою работу опубликовали. Но, когда позже я захотел ее опубликовать в наиболее распространенном в нашей стране журнале «Электричество», который охватывал все электротехнические вопросы, редакция мою статью отклонила, сообщив, что ввиду перегрузки портфеля и того, что данная тематика не представляет большого интереса, она посылает ее обратно. Поэтому она опубликована только в сборнике докладов той конференции. Но эти труды за границей никто не читал, и так через 15 лет Шеннон **сделал то же самое**» (Котельников, 2011, с.83).

**250. Создание теории потенциальной помехоустойчивости (теории оптимального приема сигналов).** Теорию потенциальной помехоустойчивости, в основе которой лежат идеи синтеза устройств надежного приема сигналов в присутствии шумов, разработали независимо друг от друга В.А. Котельников и американский физик Давид Миддлтон (род. 1920 г.). К аналогичным идеям приходили и другие ученые.



М.А. Быховский в статье «Давид Миддлтон – один из основоположников статистической теории связи» (журнал «Электросвязь: история и современность», 2005, № 3) пишет: «...Важным направлением научной деятельности Д. Миддлтона является разработка проблем, связанных с созданием методов синтеза оптимальных приемников сигналов в присутствии радиопомех и оценки их помехоустойчивости. Теоретические основы данного направления в науке были заложены академиком В.А. Котельниковым в 1947 г. Д. Миддлтон **независимо** от В.А. Котельникова разработал в 1954 г. теорию оптимального приема сигналов на основе математической теории статистических решений» (М.А. Быховский, 2005).

Об этом же сообщается в монографии М.А. Быховского «Гиперфазовая модуляция – оптимальный метод передачи сообщений в гауссовских каналах связи» (2018): «...Крупнейшим научным достижением В.А. Котельникова, сыгравшим ключевую роль в разработке современных систем связи, является теория потенциальной помехоустойчивости, которая была разработана им в конце 1946 года. Эта теория дала возможность специалистам путем проведения теоретических расчетов синтезировать оптимальные для разных условий устройства обработки и приема сигналов и определять для них те качественные характеристики, которые могут быть достигнуты при их применении. Следует отметить, что в создание этой теории значительный вклад внесли несколько других выдающихся американских и английских ученых: А. Зигерт, Д. Миддлтон, П. Вудворт и И. Дейвис, которые **пришли независимо** к аналогичным идеям несколько позже и многое сделали для их разработки и популяризации» (Быховский, 2018, с.299).

**251. Создание математической теории информации.** Математическую теорию связи (информации) разработали независимо друг от друга, по меньшей мере, четверо ученых – упомянутый выше Клод Шеннон, американский математик, основатель кибернетики, Норберт Винер (1894-1964), его соотечественник, исследователь в области электроники, Ральф Хартли (1888-1970) и английский статистик, биолог-эволюционист Рональд Фишер (1890-1962).

Б.М. Писаревский и В.Т. Харин в книге «Беседы о математике и математиках» (2004) указывают: «Сейчас теорию информации считают одним из разделов кибернетики. Во введении к первому изданию книги «Кибернетика», вышедшему в свет в 1948 году, Норберт Винер пишет: «...Нам пришлось разработать статистическую теорию количества информации. В этой теории за единицу количества информации принимается количество информации, передаваемое при одном выборе между равновероятными альтернативами. Такая идея возникла **почти одновременно** у нескольких авторов, в том числе у статистика Р.А. Фишера, у доктора К. Шеннона из Белловских телефонных лабораторий и у автора настоящей книги. При этом Р.А. Фишер исходил из классической статистической теории, К. Шеннон – из проблемы кодирования информации, автор настоящей книги – из проблемы сообщения и шумов в электрических фильтрах. Следует, однако, отметить, что некоторые мои изыскания в этом направлении связаны с более ранней работой А.Н. Колмогорова в России, хотя значительная часть моей работы была сделана до того, как я обратился к трудам русской школы». (Писаревский, Харин, 2004, с.85).

О роли Ральфа Хартли в разработке теории информации пишет Рональд Брейсуэлл в статье «Преобразование Фурье» (журнал «В мире науки», 1989, № 8): «Работавший в научно-исследовательской лаборатории компании Western Electric Хартли руководил первыми разработками радиоприемников для трансатлантической радиотелефонной связи и изобрел колебательный контур, названный в его честь схемой Хартли. Во время первой мировой войны Хартли занимался изучением того, как человек определяет направление, откуда поступает слышимый им звук. Работая в послевоенный период в Bell Laboratories, Хартли первым сформулировал важный принцип теории передачи информации, утверждающий, что полное количество информации, которое способна передать система,

пропорционально произведению ширины частотного диапазона передающей системы на время, в течение которого происходит передача» (Брейсуэлл, 1989, с.54-55).

Об этом же сообщают В.С. Симанков и Е.В. Луценко в книге «Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов» (1999): «В основе всей теории информации лежит **открытие**, сделанное Р. Хартли в 1928 году, и состоящее в том, что информация допускает количественную оценку [374]. Завершенный и полный вид этой теории придал в 1948 году К. Шеннон [390]» (В.С. Симанков, Е.В. Луценко, 1999).

Приведем еще одно свидетельство. А.В. Ушакова в статье «Становление и развитие теории информации» («Научный вестник МГТУ ГА», 2015, № 215) отмечает: «Одним из первых, кто начал изучать проблематику информации относительно ее количественного аспекта, был Ральф Хартли [7]. Математическая формула количества информации, которую он ввел в 1928 г. и обобщил К. Шеннон, тождественна формуле Людвиг Бальцмана для физической энтропии систем. Причина данной аналогии неслучайна, так как она указывает на глубинные связи в структуре мироздания» (Ушакова, 2015, с.112).

**252. Открытие эффекта Мейсснера-Оксенфельда.** Речь идет о физическом явлении полного вытеснения магнитного поля из объема проводника при его переходе в сверхпроводящее состояние. Этим сверхпроводник качественно отличается от «обычного» материала с высокой проводимостью. Данный эффект обнаружили независимо друг от друга немецкие физики Вальтер Мейсснер (1882-1974) и Роберт Оксенфельд (1901-1993), с одной стороны, и советский ученый, специалист в области физики низких температур, Лев Васильевич Шубников (1901-1937) – с другой.

А.И. Ахиезер в статье «Учитель и друг» (сборник «Воспоминания о Л.Д. Ландау», 1988) пишет о Ландау: «Часто далеко за полночь он просиживал в криогенной лаборатории Л.В. Шубникова, обсуждая с ним результаты его опытов, которые привели к важным открытиям. К числу их относится в первую очередь доказательство невозможности проникновения магнитного поля в сверхпроводник. Это явление получило название эффекта Мейсснера, хотя оно **независимо было открыто** Шубниковым, впервые показавшим, что магнитная индукция в сверхпроводнике точно равна нулю» (Ахиезер, 1988, с.46).

Этот же факт (факт независимости исследований Л.В. Шубникова) рассматривается в книге Антонио Рохо «Физика низких температур. Ландау. Сверхтекучесть» (2015): «Решающий эксперимент провели в 1933 году в Берлине немецкие ученые Вальтер Мейсснер и Роберт Оксенфельд, а также, почти **одновременно с ними**, Лев Шубников в Харькове. Результат получился неожиданным: магнитное поле не остается «замерзшим» внутри сверхпроводника, а вытесняется независимо от порядка, в котором изменяется температура или создается магнитное поле. Данное явление известно как эффект Мейсснера – Оксенфельда, или просто эффект Мейсснера. Напомним, что, когда в магнитное поле помещается диамагнетик, он производит поле, которое противостоит внешнему [полю] в той или иной степени. Следовательно, сверхпроводник является идеальным диамагнетиком, так как он производит поле, уничтожающее внешнее магнитное поле» (Рохо, 2015, с.121-122).

Об этом же сообщает А.Г. Гуревич в монографии «Физика твердого тела» (2004): «Фундаментальным экспериментальным фактом, присущим сверхпроводникам, является выталкивание магнитного потока из сверхпроводящих образцов. Этот эффект был открыт в 1933 г. Мейсснером и Оксенфельдом и **независимо** Шубниковым» (Гуревич, 2004, с.267).

**253. Предсказание притяжения между электронами за счет обмена виртуальными фононами.** Эффект притяжения между электронами, возникающий благодаря тому, что эти электроны обмениваются фононами (квантами тепловых колебаний решетки), был предсказан теоретически несколькими учеными. По мнению специалистов, это сделали независимо друг от друга немецко-британский физик Герберт Фрелих (1905-1991) и

американский ученый, получивший в 1956 г. Нобелевскую премию за открытие транзисторного эффекта, Джон Бардин (1908-1991). Позже он получит вторую Нобелевскую премию – за создание теории сверхпроводимости.

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о Джоне Бардине: «**Независимо** от Г. Фрелиха предсказал (1950) притяжение между электронами за счет обмена виртуальными фононами и в 1951 предпринял попытку построения теории сверхпроводимости, основанную на учете электрон-фононного взаимодействия, в 1952 провел вычисления притяжения между электронами, обусловленного обменом виртуальными фононами» (Храмов, 1983, с.24).

Еще один автор идеи взаимодействия электронов с фононами (квазичастицами) – советский физик Аркадий Бенедиктович Мигдал (1911-1991). Б.С. Горобец в книге «Круг Ландау и Лифшица» (2009) сообщает: «Главной целью научной жизни Мигдала в течение многих лет было создание теории сверхпроводимости, сначала в металлах, а позже – в ядерной материи. Оказывается, он **независимо выдвинул** фундаментальную идею о возможности взаимного притяжения электронов в металлах при учете обмена фононами между ними. Тем самым в 1956 г. он стоял в шаге от решения проблемы сверхпроводимости. Академик А.И. Ларкин констатирует, что «АБ до работы Фрелиха понял, что обмен фононами приводит к притяжению между электронами. Открытие изотопического эффекта подтвердило его догадку, что фононы важны для сверхпроводимости» (Горобец, 2009, с.79). Автор добавляет: «...Бардин несколько раз сослался на работы Мигдала в своей Нобелевской лекции» (там же, с.79).

**254. Экспериментальное открытие изотопического эффекта, теоретически предсказанного Г. Фрелихом.** Помимо предсказания притяжения электронов за счет обмена фононами, Герберт Фрелих предсказал еще одно явление – эффект зависимости температуры сверхпроводящего перехода от массы атомов сверхпроводника (изотопический эффект). В частности, он постулировал, что температура сверхпроводящего перехода в семействе изотопов данного сверхпроводника должна быть обратно пропорциональна квадратному корню из атомной массы сверхпроводника. Этот эффект влияния массы изотопа на критическую температуру сверхпроводника экспериментально открыли в 1950 г. независимо друг от друга две научные группы США – коллектив Эмануэля Максвелла (1912-2000) и группа Чарльза Рейнольдса (1923-1971).

Джордж Тригг в книге «Физика XX века: ключевые эксперименты» (1978) пишет: «В 1950 г. был установлен важный экспериментальный факт: Эмануэль Максвелл из Национального бюро стандартов и (**независимо от него**) Рейнольдс, Бернард Серин, Райт и Несбитт из Рутгерского университета обнаружили, что значение  $T_{кр}$  (критическая температура – Н.Н.Б.) для различных изотопов одного и того же элемента (ртути) различно, причем  $T_{кр}$  приблизительно обратно пропорционально квадратному корню из атомной массы. Этот факт указывал на то, что явление сверхпроводимости связано с взаимодействием электронов с колебаниями ионов решетки. Действительно, в том же году Герберт Фрелих из Ливерпульского университета, а год спустя Джон Бардин **независимо** предложили теории, развивающие это положение» (Тригг, 1978, с.361).

Об этом же сообщают В.А. Кашурников и А.В. Красавин в книге «Современные проблемы физики твердого тела» (2002), а именно во 2-й части данной книги под названием «Высокотемпературная сверхпроводимость»: «В 1950 году Рейнольдс [17] и Максвелл [18] **независимо** провели опыты по исследованию изотопического эффекта в сверхпроводниках, доказав, что колебания решетки играют существенную роль в возникновении сверхпроводимости» (Кашурников, Красавин, 2002, с.10).

**255. Разработка микроскопической теории сверхпроводимости.** Традиционно считается, что авторами микроскопической теории сверхпроводимости являются американские физики Джон Бардин, Леон Купер (род. 1930 г.) и Роберт Шриффер (1931-

2019). Однако следует отметить, что независимо от них в 1957 г. микроскопическую теорию сверхпроводимости построил Николай Николаевич Боголюбов (в совершенстве владевший необходимым математическим аппаратом).

А.Т. Филиппов в книге «Многоликий солитон» (1990) пишет: «Автор присутствовал на заседании руководимого Л.Д. Ландау теоретического семинара, на котором Н.Н. Боголюбов рассказывал о своем варианте теории сверхпроводимости, **полученном независимо** от Бардина, Купера и Шриффера. Он вспоминал, что несколько раз пытался применить свои методы, успешно сработавшие в теории сверхтекучести, и к объяснению сверхпроводимости, но сверхпроводимость не получалась, чего-то не хватало. Как только ему стала известна работа Купера, он нашел свои старые расчеты, ввел пары (спаренные электроны – Н.Н.Б.) и очень быстро получил решение проблемы» (Филиппов, 1990, с.252-253).

Об этом же сообщает Д.В. Ширков в очерке «Воспоминания о Николае Николаевиче» (сборник «Воспоминания об академике Н.Н. Боголюбове», 2009): «Запускающим импульсом для подключения Николая Николаевича к разработке теории сверхпроводимости явилось появление краткой заметки Купера, содержащей представление о парных корреляциях электронов. НН сразу увидел **аналогию** с феноменом парных корреляций бозонов в его теории сверхтекучести. Взяв за основу гамильтониан Фрелиха взаимодействия электронов с фононами (возбуждениями ионной решетки) и, модифицировав свое  $(u, v)$ -преобразование из теории сверхтекучести на случай фермионов, Боголюбов использовал новый виртуозный прием [15] – условие компенсации возможных сингулярностей в окрестности поверхности сферы Ферми и получил из него выражение для энергетической щели типа формулы Купера с неаналитической зависимостью от квадрата константы связи Фрелиха...» (Ширков, 2009, с.164-165). «В период, когда НН закончил исследование и начал выступать на семинарах, в том числе на совместном семинаре Боголюбова – Ландау по теории сверхпроводимости, - продолжает автор, - стало известно о появлении на Западе толстого препринта Бардина, Купера и Шриффера. Однако до Москвы этот препринт не дошел. Как помнится, Дау быстро оценил работу Боголюбова. На первом заседании совместного семинара, после доклада НН ДАУ сказал: «Николай Николаевич, я не знаю, что там содержит работа Бардина и других, но думаю, что такого красивого и убедительного результата у них нет» (там же, с.165). Автор повторяет свою мысль: «Еще до появления подробной работы БКШ Боголюбову удалось построить в прямом смысле микроскопическую теорию сверхпроводимости для полной электрон-фононной модели Фрелиха» (там же, с.169-170).

Здесь [15] – Боголюбов Н.Н. О новом методе в теории сверхпроводимости // ЖЭТФ. – 1958. – Том 34. – С.58.

Аналогичные сведения можно найти в статье В.С. Владимирова «Николай Николаевич Боголюбов – математик Божьей милостью» (сборник «Математические события XX века», 2003), где автор сообщает: «В 1957 году Н.Н. Боголюбов, используя каноническое преобразование типа (12) для Ферми-систем, **независимо от работ** Бардина, Купера и Шриффера построил микроскопическую теорию сверхпроводимости [17]. За эту выдающуюся работу и за работу по квантовой теории поля в 1958 году ему была присуждена Ленинская премия» (Владимиров, 2003, с.128).

Здесь (12) – каноническое преобразование, широко известное сейчас как «преобразование Боголюбова», которое Николай Николаевич применил для диагонализации квантовой части гамильтониана еще в 1947 г. при построении микроскопической теории сверхтекучести.

[17] – Боголюбов Н.Н. О новом методе в теории сверхпроводимости // ЖЭТФ. – 1958. – Том 34. – С.58-65.

Приведем еще одно свидетельство. А.М. Блох в книге «Советский Союз в интерьере Нобелевских премий» (2005) указывает: «Параллельно успешно работал над созданием теории сверхпроводимости Боголюбов. Как часто бывает в науке, он, **независимо от**

**американцев**, вышел на решения, совпавшие в главных чертах с установками трех авторов (Бардина, Купера, Шриффера – Н.Н.Б.). Это произошло осенью 1957 года, когда по рукам ученых из разных стран уже ходил упомянутый препринт, о котором Боголюбов ничего не знал. Обо всех этих перипетиях рассказали в 1958 году в статьях, посвященных созданию современной теории сверхпроводимости, советские физики А.А. Абрикосов и И.М. Халатников» (Блох, 2005, с.495).

**256. Открытие эффекта квантования магнитного потока.** Явление квантования магнитного потока экспериментально обнаружили в 1961 г. Баском С. Дивер-младший и Уильям М. Фэрбанк из Стэнфордского университета (США), а также независимо от них Р. Долл и М. Небауэр из Баварской академии наук (Германия). Квантование магнитного потока в сверхпроводниках было теоретически предсказано в 1950 г. немецким физиком-теоретиком Фрицем Лондоном (1900-1954).

И.В. Савельев в 3-м томе книги «Курс общей физики» (1987) пишет: «Квантование магнитного потока было экспериментально обнаружено в 1961 г. Дивером и Фейрбэнком и **независимо от них** Доллом и Небауэром. В опытах Дивера и Фейрбэнка образцом служил поясok олова, нанесенный на медную проволоку диаметром около  $10^{-3}$ . Проволока играла роль каркаса и в сверхпроводящее состояние не переходила. Измеренные значения магнитного потока в этих опытах, как и в опытах Долла и Небауэра, оказались целыми кратными величины (56.1), в которой в качестве  $q$  надо взять удвоенный заряд электрона ( $q = -2e$ ). Это служит дополнительным подтверждением правильности теории БКШ, согласно которой носителями тока в сверхпроводнике являются куперовские пары, заряд которых равен суммарному заряду двух электронов, то есть  $-2e$ » (Савельев, 1987, с.199).

Автор поясняет значение символа (56.1): «Из теории сверхпроводимости следует, что магнитный поток  $\Phi$ , связанный со сверхпроводящим кольцом (или цилиндром), по которому циркулирует ток, должен быть целым кратным величины  $2\pi\hbar/q$ , где  $q$  – заряд носителя тока:  $\Phi = n \times 2\pi\hbar/q$ . Величина  $\Phi_0 = 2\pi\hbar/q$  (56.1) представляет собой квант магнитного потока» (там же, с.199).

Об этом же сообщает Джордж Тригг в книге «Физика XX века: ключевые эксперименты» (1978). Автор говорит о понятии кванта магнитного потока: «Этот термин связан с правилом (предсказанным в 1950 г. Фрицем Лондоном), согласно которому магнитный поток через отверстие в многосвязанном сверхпроводнике не может иметь произвольные значения – он квантуется. Вычисления Лондона, основанные на его феноменологической теории с учетом самых общих свойств волновых функций электронов, привели к величине кванта, равной  $hc/e$ . Успех теории БКШ, показавшей, что сверхпроводимость обусловлена коррелированными электронными парами, привел к тому, что число  $e$  в знаменателе было заменено на  $2e$ . Теория, содержащая исправленное значение кванта потока, была подтверждена **в двух независимых** (и несколько различных экспериментах) в 1961 г.: один – Б.С. Дивера и В.М. Фербэнка из Стэнфордского университета, другой – Р. Долла и М. Небауэра из Баварской академии наук» (Тригг, 1978, с.301).

Следует отметить, что ученые, открывшие эффект квантования магнитного потока, номинировались на Нобелевскую премию в 1962 г. С.Ю. Вербин в статье «Номинирование на Нобелевскую премию по физике (1900-1966): опыт первоначальной систематизации» (журнал «Вопросы истории естествознания и техники», 2018, том 39, № 4) указывает: «Квантование магнитного потока в сверхпроводниках **независимо открыли** немцы Роберт Долль (род. 1923) и Мартин Небауэр (1919-1962), номинированные в 1962 г.» (Вербин, 2018, с.701).

**257. Открытие материалов, из которых можно изготовить сверхпроводящий соленоид.** Материалы (соединения), которые легли в основу создаваемых сверхпроводящих соленоидов, открыл американский физик Джон Юджин Кюнцлер (1923-

2006). Независимо от него аналогичные материалы были открыты его соотечественником Т. Берлинкуртом с сотрудниками. Напомним, что соленоид – свитая в спираль проволока, создающая магнитное поле в том случае, если пропускать через нее электрический ток.

Б.Н. Самойлов в статье «Сверхпроводящий соленоид» (журнал «Природа», 1973, № 6) пишет: «Успех пришел только после 1961 г., когда американскому физика Дж. Кюнцлеру и его сотрудникам удалось показать, что интерметаллическое соединение ниобия с оловом ( $Nb_3Sn$ ) способно в полях около 100 тысяч эрстед нести сверхпроводящие токи плотностью свыше 100 тысяч ампер через квадратный сантиметр. Трудности, связанные с хрупкостью этого соединения, авторам удалось преодолеть путем спекания смеси порошков ниобия и олова в тонкой ниобиевой трубке. **Почти одновременно** другой группой исследователей во главе с Т. Берлинкуртом (США) были предложены материалы из сплавов ниобия с цирконием и титаном. Эти материалы были достаточно пластичны, так что из них стало возможным приготовление проволоки обычными методами прессования и волочения. Правда, у проволоки из этих сплавов токи, сравнимые с токами в  $Nb_3Sn$ , можно получить только в полях до 40-50 кэ. Первые сверхпроводящие соленоиды, позволяющие получать такие поля, появились уже в конце 1961 г. Можно считать, что с этого времени начинается «новая эра» в технике получения сильных магнитных полей» (Самойлов, 1973, с.42).

**258. Формулировка идеи комбинированного соленоида.** К идее о возможности создания комбинированного соленоида пришли независимо друг от друга два исследователя: советский физик, конструктор крупных электрических машин, Евгений Григорьевич Комар (1907-1974) и американский ученый Дональд Брюс Монтгомери (1933-2022), автор монографии «Получение сильных магнитных полей с помощью соленоидов» (изданной в СССР в 1971 г.).

П.А. Черемных в статье «Сверхсильные магнитные поля» (журнал «Природа», 1974, № 12) пишет: «В 1966 г. **независимо друг от друга** Е.Г. Комаром в СССР и Д. Монтгомери в США была высказана простая идея о комбинированном соленоиде. Сущность ее заключается в применении хорошо известного в физике принципа суперпозиции полей, то есть суммирования полей в любой точке пространства от двух или нескольких внешних источников. Новизна идеи заключается в использовании двух совмещенных по осевой линии соленоидов разного типа: водоохлаждаемого (ВОС) и сверхпроводящего» (Черемных, 1974, с.13).

**259. Решение задачи о маятнике с вибрирующей точкой подвеса.** Эту задачу решили независимо друг от друга Николай Николаевич Боголюбов (упомянутый выше) и Петр Леонидович Капица (первооткрыватель явления сверхтекучести). И.Н. Мешков в статье «Перевернутый маятник (история одной легенды)» (сборник «Воспоминания об академике Н.Н. Боголюбове», 2009) пишет о П.Л. Капице и Н.Н. Боголюбове: «Вот так оказалось, что практически **одновременно и независимо** (1950 и 1951 годы!) два выдающихся ученых решили одну и ту же задачу. Простая, на первый взгляд, проблема устойчивости маятника на колеблющейся подвеске имеет, как хорошо известно, далеко идущие последствия – это лишь один частный случай широкого круга задач устойчивости нелинейных осцилляторов. Именно так и рассматривали этот пример оба классика. И найденные ими **независимо** решения привели к развитию методов нелинейной механики» (Мешков, 2009, с.95).

**260. Открытие метода оптической накачки.** Метод оптической накачки – это метод создания инверсии населенностей в веществе с помощью электромагнитного излучения. Инверсия населенностей – искусственный перевод атомов из равновесного (стационарного) состояния в возбужденное энергетическое состояние. При этом электроны атомов как бы «забрасываются» на тот уровень, когда возбужденные атомы приобретают способность генерировать излучение. Таким образом, метод оптической накачки – перевод атомов в режим, способствующий генерации энергии. Открытие указанного метода позволило

создать лазеры – квантовые генераторы когерентного оптического излучения. Оптическую накачку открывали независимо друг от друга французский физик Альфред Каствлер (1902-1984), лауреат Нобелевской премии 1966 г., и американский ученый Роберт Дикке (1916-1997), наиболее известным исследованием космического реликтового излучения.

Т. Карвер в статье «Оптическая накачка» (УФН, 1964, том 84, № 2) пишет: «Оптическую накачку впервые наблюдали на установке, описанной парижской группой [3], которая использовала предложения Каствлера, Биттера и Бросселя [4] измерять сверхтонкое расщепление возбужденных уровней энергии в случаях, когда нельзя применять методику атомных пучков; ее также **наблюдали независимо** Р. Дикке с сотрудниками в Принстоне [5], стремившиеся поляризовать электроны для измерения магнитного момента электрона. Эти методы очень сходны; описываемая далее экспериментальная установка подобна установке в принстонских экспериментах» (Карвер, 1964, с.329).

Здесь [5] – Hawkins W.B., Dicke R.H. // *Physical Review*. – 1953. – Vol.91. – P.1008.

Об этом же сообщает Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983), где автор говорит о Роберте Дикке: «В 1953 наблюдал оптическую накачку (**независимо от А. Каствлера**). В 1958 независимо от А.М. Прохорова и А.Шавлова предложил открытый резонатор для получения квантовой генерации в инфракрасной области спектра. Совместно с сотрудниками пытался обнаружить реликтовое излучение и близко подошел к его открытию» (Храмов, 1983, с.105).

Этот же вопрос обсуждает С.М. Комаров в статье «Квантовый фундамент» (журнал «Химия и жизнь», 2020, № 9): «В 1949 году Альфред Каствлер (Нобелевский лауреат 1966 года) со своими коллегами обнаружил явление оптической накачки. Он облучал пар из атомов натрия светом того же натрия. И оказалось, что, играя поляризацией света и магнитным полем, можно добиться, чтобы все атомы пара перешли в одно и то же квантовое состояние, стали в каком-то смысле одинаковыми. Впоследствии это использовали при создании лазеров, но ранее находка очень пригодилась спектроскопистам: облучая одинаковые атомы микроволнами, удавалось получать более точные данные. Собственно, основной задачей Каствлера и его коллег было изучение сверхтонкого расщепления уровней возбужденных светом атомов для их идентификации. <...> Главным в этой истории оказался не Каствлер, а Роберт Дикке из Принстона. Он открыл оптическую накачку **независимо от Каствлера**, только его задачей была не спектроскопия; Дикке был занят измерением магнитного момента электрона» (Комаров, 2020, с.19).

Анализ экспериментов А. Каствлера показывает, что его открытие было индуктивным (основанным на обобщении эмпирических результатов). Г.В. Скродцкий и Т.Г. Изюмова в статье «Оптическая ориентация атомов и ее применения» (УФН, 1961, том 73, № 3) пишут: «Впервые на возможность оптической ориентации атомов обратили внимание Броссель и Каствлер [2], предложившие для ее наблюдения метод двойного радио-оптического резонанса. Вскоре это явление было обнаружено на молекулярных пучках ртути и натрия [3]. Основные особенности явления и возможные области его применения были изложены в программной работе Каствлера [1]. Первая попытка произвести оптическую ориентацию атомов насыщенных паров ртути (при 0°С) в поглощающей свет камере оказалась неудачной [4]. Однако проделанный в этой работе анализ причин, приведших к отрицательному результату, позволил вскоре осуществить эффективный эксперимент по ориентации паров натрия в основном состоянии [5], а затем и паров ртути [6]. Таким образом, было показано, что оптическую ориентацию можно осуществить не только в пучках, но и в парах при пониженном давлении. Тем самым был найден новый путь исследования структуры энергетических уровней как в основном, так и в возбужденном состояниях» (Скродцкий, Изюмова, 1961, с.424).

Здесь [1] – работа А. Каствлера (1950); [2] – работа Дж. Бросселя и А. Каствлера (1949); [3] – публикация Дж. Бросселя и Ф. Биттера (1950).

**261. Разработка методов для наблюдения индуцированной эмиссии (вынужденного излучения), предсказанной А. Эйнштейном.** После того, как Альберт Эйнштейн высказал гипотезу индуцированной эмиссии, то есть способности атомов (при определенных условиях) генерировать излучение, а Поль Дирак указал, что это излучение должно быть когерентным, ученые занялись постановкой экспериментов, предназначенных для подтверждения гипотезы Эйнштейна. Некоторые из этих ученых пришли к идее создания инверсии населенностей уровней энергии в атомах – главного условия получения индуцированной эмиссии (вынужденного излучения) электромагнитных волн. Эта идея проверялась в экспериментах. В частности, важные результаты получили немецкие физики Рудольф Ладенбург (1882-1952) и Ганс Копферман (1895-1963) и независимо от них советский ученый Валентин Александрович Фабрикант (1907-1991). Близко подошел к изобретению квантовых генераторов когерентного излучения венгерский физик Деннис Габор (1900-1979), получивший в 1972 г. Нобелевскую премию за создание голографии.

О предшественниках лазерных технологий Рудольфе Ладенбурге и Гансе Копфермане пишет Д.Н. Клышко в монографии «Физические основы квантовой электроники» (1986): «Первые эксперименты, обнаружившие влияние вынужденного излучения, были описаны в 1928 г. Ладенбургом и Копферманом. В этих экспериментах исследовалась дисперсия показателя преломления неона, возбуждаемого электрическим разрядом (отметим, что и в первом газоразрядном лазере, созданном лишь через 33 года, также использовался неон). В работе Ладенбурга и Копфермана четко сформулированы условие инверсии населенностей и необходимость избирательного возбуждения уровней для ее получения. В 1940 г. В.А. Фабрикант впервые отметил, что интенсивность света в среде с инверсией населенностей должна возрасти (этот эффект рассматривался им лишь как доказательство существования вынужденного излучения, а не как явление, имеющее прикладное значение)» (Клышко, 1986, с.11).

Отметим, что в 1938 г. В.А. Фабрикант предложил метод прямого экспериментального доказательства существования вынужденного излучения (эффекта индуцированной эмиссии). Он обратил внимание на принципиальную возможность создания среды, не ослабляющей, а усиливающей проходящее через нее излучение. Такое свойство среды ученый назвал «отрицательной адсорбцией» (сейчас используется термин «среда с инверсной населенностью уровней энергии» или просто «инверсная среда»). В 1951 г. В.А. Фабрикант (совместно с М.М. Вудынским и Ф.А. Бутаевой) подал заявку на изобретение нового метода усиления света, суть которого состояла в том, что прохождение света сквозь среду с инверсной населенностью уровней приводит к экспоненциальному возрастанию его интенсивности. В 1964 г. В.А. Фабрикант получил диплом об открытии № 12 с приоритетом от 1951 г.

Планы экспериментального доказательства гипотезы Эйнштейна независимо вынашивал Д. Габор, в общих чертах понимавший, как следует подойти к решению данной проблемы. В своей Нобелевской лекции «Голография» (журнал «Успехи физических наук», 1973, том 109, № 1) Д. Габор говорит: «Меня не раз спрашивали, почему я не изобрел лазер. Фактически я о нем думал. В 1950 г., размышляя о полезности иметь интенсивный источник когерентного света, я вспомнил, что в 1921 г., будучи молодым студентом, в Берлине я услышал из уст самого Эйнштейна о его замечательном выводе закона Планка, в котором содержался постулат о существовании индуцированного излучения. Тогда у меня появилась идея об импульсном лазере: взять подходящий кристалл, изготовить из него резонатор с хорошо отражающим покрытием, заполнить верхний энергетический уровень путем освещения кристалла через маленькое отверстие и затем разрядить его взрывообразно лучом его собственного света. Я предложил эту идею в качестве темы диссертации на соискание степени доктора философии моему лучшему студенту, однако он отклонил ее, как слишком рискованную, а я не смог его разубедить, так как сам не был уверен в том, что можно будет найти подходящий кристалл» (Габор, 1973, с.11).



**262. Изобретение мазеров – квантовых генераторов когерентного микроволнового излучения.** В 1950-е годы в науке (главным образом в спектроскопии) появились методы, на основе которых можно было создать квантовые генераторы когерентных радиоволн и тем самым технически реализовать идею индуцированного излучения, сформулированную Эйнштейном (1916). Можно сказать, информация, позволяющая это сделать, «вита в воздухе». Поэтому неудивительно, что данную задачу решили независимо друг от друга советские ученые Николай Геннадиевич Басов (1922-2001) и Александр Михайлович Прохоров, с одной стороны, и американский физик Чарльз Таунс (1915-2015) с коллегами – с другой. В 1964 г. они удостоены Нобелевской премии по физике. Принципы создания мазеров и лазеров независимо описал также Джозеф Вебер (1919-2000), который в дальнейшем займется разработкой приборов для детектирования гравитационных волн.

К.И. Щелкин в книге «Физика микромира» (1968) пишет: «Квантовые усилители и генераторы открыты в 1954 г. советскими учеными, сотрудниками физического института АН СССР им. П.Н. Лебедева академиками АН СССР Н.Г. Басовым и А.М. Прохоровым, удостоенными за эту работу Ленинской премии. В том же году Дж. Гордон, Х. Цайгер и Ч. Таунс в Колумбийском университете США **независимо от советских ученых** построили квантовый усилитель, по принципу действия не отличающийся от предложенного Н.Г. Басовым и А.М. Прохоровым. С тех пор количество работ по квантовым усилителям нарастало лавинообразно, и сейчас уже можно говорить о возникновении новой науки – квантовой радиофизики» (Щелкин, 1968, с.129).

Об этом же сообщают сами авторы изобретения. Н.Г. Басов и А.М. Прохоров в статье «Молекулярные генераторы и усилители» (журнал «Природа», 1958, № 7) пишут: «На протяжении последних пяти лет появились новые методы генерации и усиления электромагнитных волн, основанные на индуцированном излучении возбужденных молекул. Эти методы были предложены и **развиты независимо** в Физическом институте им. П.Н. Лебедева АН СССР (Н.Г. Басов и А.М. Прохоров) и в Колумбийском университете США (Гордон, Цайгер и Таунс)» (Басов, Прохоров, 1958, с.24).

Аналогичные сведения можно найти в статье Н.Г. Басова, О.Н. Крохина и Ю.М. Попова «Генераторы и усилители света» (журнал «Природа», 1961, № 12), где авторы указывают: «Еще в 1940-1941 гг. при анализе спектра газового разряда В.А. Фабрикантом было указано на возможность усиления света за счет индуцированного излучения. В 1952 г. **независимо в трех странах** был предложен новый принцип генерации и усиления электромагнитного излучения в квантовых системах, основанный на индуцированном излучении (СССР – Н.Г. Басов и А.М. Прохоров; США – Ч. Таунс, Дж. Гордон, Х. Цайгер; Канада – Дж. Вебер). С 1955 г. развитие квантовой радиофизики происходит чрезвычайно быстро» (Басов и др., 1961, с.17).

**263. Формулировка идеи об использовании открытого резонатора для лазерного излучения.** Важным элементом устройств лазерного излучения является интерферометр Фабри-Перо, включающий в себя два плоскопараллельных зеркала. В квантовых генераторах оптического излучения (лазерах) он играет роль резонатора – колебательной системы. Излучающая среда помещается между зеркалами данного резонатора. Формулировка идеи о возможности использования интерферометра Фабри-Перо в лазерной технике – заслуга трех ученых: Александра Михайловича Прохорова, Роберта Дикке (самостоятельно открывшего оптическую накачку) и его соотечественника Артура Шавлова (1921-1999). Они пришли к этой идее независимо друг от друга, реализовав смелый перенос устройства, известного в области интерферометрии, в совершенно другую сферу – сферу генерации лазерного света. В 1981 г. Артур Шавлов удостоен Нобелевской премии по физике.

Ю.А. Храмов в книге «Физика. Биографический справочник» (1983) пишет об Артуре Шавлове: «В 1958 совместно с Ч. Таунсом предложил принцип работы лазера и **независимо** от А.М. Прохорова и Р. Дикке идею использования в качестве резонатора в лазерах

инфракрасного и светового диапазонов интерферометра Фабри - Перо» (Храмов, 1983, с.296).

Об этом же сообщает А.С. Иванов в книге «Руководство по лазеротерапии...» (2014): «В 1958 г. А.М. Прохоров и **независимо от него** А. Шавлов и Ч. Таунс, а также Р. Дикке теоретически обосновали возможность распространения нового метода усиления и генерации излучения на более короткие волны – вплоть до волн оптического диапазона. **Одновременно** они выдвинули идею применения в оптическом диапазоне не объемных, а открытых резонаторов» (Иванов, 2014, с.12).

Процитируем еще одну работу. Д.В. Александров в кандидатской диссертации «Лазерная интерферометрия на основе частотно-фазовой модуляции для исследования сейсмических и геоакустических колебаний» (2020) пишет: «Для исследования спектра лазерного излучения можно использовать обычный интерферометр Фабри – Перо. В квазиоптическом варианте с линзами и фокусирующими зеркалами он используется в миллиметровом и субмиллиметровом диапазоне для диагностики плазмы. Плоские резонаторы Фабри - Перо, между зеркалами которых помещается излучающая среда, предложили использовать в качестве резонансных элементов лазеров **независимо друг от друга** Шавлов, Таунс и Прохоров [12]» (Александров, 2020, с.15).

Здесь [12] – Schawlow A.L., Townes C.H. Infrared and Optical Masers // Physical Review. – 1958. – Vol.112. – № 6. - P.1940-1949.

**264. Теоретическое предсказание явления параметрической генерации света.** Явление параметрической генерации света предсказали советские физики Сергей Александрович Ахманов (1929-1991) и Рем Викторович Хохлов (1926-1977). Независимо от них аналогичное предсказание сделали американский физик-теоретик Норман Кролл (1922-2004) совместно с Р. Кингстоном.

В.Г. Беспрозванных и В.П. Первадчук в книге «Нелинейные эффекты в волоконной оптике» (2011) пишут: «Отдельной и весьма яркой страницей нелинейной оптики является открытие и внедрение параметрической генерации света, примыкающей к параметрическим явлениям в волоконной оптике. Принципы параметрической генерации света были предложены в 1962 г. советскими учеными С.А. Ахмановым и Р.В. Хохловым и **независимо** – американскими учеными Н. Кроллом и Р. Кингстоном. Впервые в эксперименте параметрическую генерацию в нелинейном кристалле ниобата лития  $\text{LiNbO}_3$  получили Д. Джордмейн и Р. Миллер (США) в 1965 г. Параметрическая генерация света – это нелинейно-оптическое преобразование мощной световой волны накачки в когерентные световые волны меньших частот, значения которых могут перестраиваться. <...> Создание параметрических генераторов света позволило получать плавно перестраиваемое по частоте излучение, что означает полное освоение всего оптического диапазона и дает рецепт генерации излучения на любой заданной длине волны из этого диапазона» (Беспрозванных, Первадчук, 2011, с.181).

**265. Экспериментальное открытие явления спонтанного параметрического рассеяния света, теоретически предсказанного Д.Н. Клышко.** Эффект спонтанного параметрического рассеяния света экспериментально обнаружили С.А. Ахманов и его коллеги, а также независимо от них американские ученые S.E. Harris, H. Mahr, D. Megde.

С.А. Ахманов и Р.В. Хохлов в статье «Новое в нелинейной оптике» (УФН, 1968, том 95, № 1) сообщают об открытии указанного эффекта, первоначально названного параметрической люминесценцией: «Наличие нелинейности приводит к тому, что квантовые флуктуации вызывают спонтанный распад фотонов, проходящих через рассматриваемую среду. Экспериментально эффект проявляется как своеобразная люминесценция оптически прозрачной среды, происходящая таким образом, что квант рассеиваемого излучения частоты  $\omega_0$  распадается на два кванта с частотами  $\omega_1$ ,  $\omega_2$ , удовлетворяющими соотношению  $\omega_1 + \omega_2 = \omega_0$ . <...> Указанный эффект, называемый в

литературе также параметрической люминесценцией (нетрудно видеть, что он является спонтанным аналогом процесса параметрического усиления), был обнаружен экспериментально **практически одновременно** (в пределах одного месяца) в разных условиях тремя различными группами: Харрисом и сотрудниками [16] (Стэнфордский университет, США), Маром и Мэгди [17] (Корнельский университет, США) и у нас в Московском университете [18], [19]» (Ахманов, Хохлов, 1968, с.235).

Здесь [18] – Ахманов С.А., Фадеев В.В., Хохлов Р.В., Чунаев О.Н. // Письма в ЖЭТФ. – 1967. – Том 6. – С.575.

[19] – Клышко Д.Н., Криндач Д.П. // Доклад на III Всесоюзном симпозиуме по нелинейной оптике. – Ереван: 1967.

О независимом открытии тремя разными научными группами явления спонтанного параметрического рассеяния света (СПР) пишет также В.В. Фадеев в статье «К 60-летию научной школы нелинейной оптики в Московском университете и 55-летию открытия спонтанного параметрического рассеяния света» (бюллетень «Новости науки», 2022, № 3): «Причина спонтанного распада фотона на пару фотонов в среде с нелинейной поляризуемостью – вакуумные флуктуации, которые можно охарактеризовать «плотностью энергии», если описывать процесс на языке классической нелинейной оптики. Поэтому можно рассчитать яркость рассеянного излучения. Это и было сделано в 1966 г. сотрудником кафедры волновых процессов Давидом Николаевичем Клышко, теоретически предсказавшим явление СПР (Клышко Д.Н. // Письма в ЖЭТФ, 1967, том 6, с.490). В начале 1967 г. СПР было экспериментально обнаружено на той же кафедре (В.В. Фадеев и О.Н. Чунаев), о чем доложено Ремом Викторовичем Хохловым (в рамках сводного доклада о параметрической генерации света) на симпозиуме по современной оптике в США в марте 1967. Там же о наблюдении СПР доложили еще две группы, обе из США. В 1967 г. все три группы опубликовали статьи о наблюдении СПР в ведущих журналах... Таким образом, можно считать, что СПР было **одновременно и независимо** открыто тремя группами. Поначалу это явление получило название «параметрическая люминесценция», а позже – более правильное «параметрическое рассеяние света» (Фадеев, 2022, с.38-39).

Автор приводит работы, в которых описано открытие СПР:

- Ахманов С.А., Фадеев В.В., Хохлов Р.В., Чунаев О.Н. // Письма в ЖЭТФ. – 1967. – Том 6. – С.575.

- Harris S.E., Oshman M.K., Byer R.L. // Physical Review Letters. – 1967. – Vol.18. – P.732.

- Magde D., Mahr H. // Physical Review Letters. – 1967. – Vol.18. – P.905.

**266. Изобретение лазера на красителе в газовой фазе.** Первый лазер на красителе в газовой фазе создал советский (белорусский) ученый Николай Александрович Борисевич (1923-2015) и независимо от него зарубежные специалисты P.W. Smith и другие.

Ф. Качмарек в монографии «Введение в физику лазеров» (1981) повествует: «Первый лазер на красителе в газовой фазе запустили Борисевич и др. [26]. Они применили известный сцинтилляционный краситель типа РОРОР (1,4-ди-2-5-фенилоксазолбензол), который возбуждался второй гармоникой рубинового лазера. Максимальная плотность мощности пучка накачки при продольном расположении составляла 1 МВт/см<sup>2</sup>. В качестве буферных газов служили гелий, неон, аргон, водород и пентан. Давление газовой смеси составляло несколько сотен мм ртутного столба. Лазерная генерация в газовой фазе **независимо получена** также Стейером и Шефером [27] и Смитом и др. [28]» (Качмарек, 1981, с.227).

Здесь [26] – Борисевич Н.А., Калоша И.И., Толкачев В.А. // Журнал прикладной спектроскопии (ЖПС). – 1973. – Том 19. – С.1108.

[28] – Smith P.W. et. al. // Applied Physics Letters. – 1974. – Vol.25. – P.144.

Приведем работу, в которой автор изобретения подчеркивает свой приоритет. Н.А. Борисевич и В.А. Толкачев в статье «Генерация излучения сложными молекулами в газовой фазе» (УФН, 1982, том 138, № 4) указывают: «Впервые о лазерной генерации на сложных

молекулах в газовой фазе было сообщено в 1973 г. в работе [1]. Активной средой служили пары 1,4-ди-[2-(5-фенилоксазолил)]-бензола (ПОПОП), стабилизированные посторонним газом, в качестве которого использовался пентан. Накачка осуществлялась излучением второй гармоники рубинового лазера. Возможность получения генерации излучения на сложных органических соединениях в газовой фазе обсуждалась ранее в [2]» (Борисевич, Толкачев, 1982, с.545).

Здесь [1] – Борисевич Н.А., Калоша И.И., Толкачев В.А. // Журнал прикладной спектроскопии (ЖПС). – 1973. – Том 19. – С.1108.

[2] – Борисевич Н.А., Толкачев В.А. // сборник «Квантовая электроника и лазерная спектроскопия». – Минск: ИФ АН БССР, 1971. – С.158.

**267. Открытие полупроводниковых свойств у соединений III-V групп таблицы химических элементов.** Полупроводниковые свойства соединений III-V групп таблицы химических элементов открыла советская женщина-ученый, защитившая кандидатскую диссертацию в Ленинграде, в Физико-техническом институте им. А.Ф. Иоффе, Нина Александровна Горюнова (1916-1971). Независимо от нее это же открытие сделал Генрих Иоганн Велькер (1912-1981), который, как мы отмечали выше, совместно с Гербертом Матаре создал первый точечный транзистор в Европе.

Жорес Алферов в статье «Нет ничего лучше, чем быть академиком и завлабом» (журнал «Наука и жизнь», 2019, № 4) пишет об одновременном и независимом открытии Н.А. Горюновой и Г.И. Велькера: «Приведу классический пример. В полупроводниках есть соединения A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>, и мои гетероструктуры тоже на полупроводниках A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>. Сами по себе эти химические соединения были синтезированы в разные времена, потом изучались их химические свойства, а полупроводниковые свойства были открыты в 1950 году Ниной Александровной Горюновой и Анатолием Робертовичем Регелем. О своём открытии они доложили на конференции в Киеве, и два года спустя - так всё было долго, их доклад опубликовали «Известия Академии наук» вместе со всеми докладами конференции. В конце 1952 года вышли работы Велькера. Горюнова и Регель показали полупроводниковые свойства соединений A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> только на антимониде индия, Велькер же показал эти свойства на целой группе соединений. Но в мире очень долго считали, что всё сделал Велькер. У меня есть золотая медаль Велькера. На вручении я сказал, что вообще-то её нужно называть медалью Велькера, Горюновой и Регеля. Об открытии Горюновой и Регеля за рубежом стало известно много позже. Но когда Велькер уже в 1960-х годах решил оформить патент в Англии, то ему отказали. В это время уже была известна диссертация Горюновой» (Ж. Алферов, 2019).

**268. Разработка полупроводниковых гетероструктур, то есть полупроводниковых лазеров на основе двойной гетероструктуры.** Создание полупроводниковых лазеров на основе двойной гетероструктуры – заслуга российского физика Жореса Ивановича Алферова (1930-2019) и немецкого ученого Герберта Кремера (род. 1928 г.), которые работали независимо друг от друга. В 2000 г. они удостоены Нобелевской премии по физике.

Ольга Закутняя и Дарья Костикова в статье «Творец кристаллов» (журнал «В мире науки», 2007, № 6) пишут: «В 1963 г. Ж.И. Алферов и Г. Кремер **независимо друг от друга** сформулировали концепцию полупроводниковых лазеров на основе двойной гетероструктуры. Однако сначала научное сообщество с недоверием отнеслось к попыткам создания идеального гетероперехода с бездефектной границей, и сочли идею лазера на двойной гетероструктуре лишь красивой теорией, не способной привести к практическим результатам. Суть заключалась в том, что, прежде всего, требовалась подходящая гетеропара, т.е. два вещества с очень близкими постоянными решеток и сочетающимися параметрами» (Закутняя, Костикова, 2007, с.19-20). Далее авторы указывают: «Изучение свойств гетероперехода GaAs/AlGaAs и усовершенствование технологии выращивания

структур (жидкофазной эпитаксии) позволило в 1970 г. осуществить непрерывную лазерную генерацию при комнатной температуре» (там же, с.20).

Об этом же сообщает сам Ж.И. Алферов в Нобелевской лекции «Двойные гетероструктуры: концепция и применения в физике, электронике и технологии» (УФН, 2002, том 172, № 9): «Важный шаг был сделан сразу же после создания лазеров на p-n-переходах, когда концепция лазера на двойной гетероструктуре была **независимо сформулирована** нами и Г. Кремером [11]. В своей статье Г. Кремер предложил использовать двойные гетероструктуры для пространственного ограничения носителей в активной области. Он предположил, что «с помощью пары гетеропереходных инжекторов лазерная генерация может быть осуществлена во многих непрямозонных полупроводниках и улучшена в прямозонных». В нашем патенте мы также отметили возможность достижения высокой плотности инжектированных носителей и инверсной заселенности с помощью «двойной» инъекции» (Алферов, 2002, с.1073).

**269. Создание методов, позволивших увеличить разрешающую способность спектроскопии на 6-7 порядков.** Эти методы разработали независимо друг от друга отечественные ученые - Вениамин Павлович Чеботаев (1938-1992) и Владилен Степанович Летохов (1939-2009). Когда они познакомились (проанализировав результаты, полученные каждым из них), было принято решение о проведении совместных исследований.

М. Горынцева в статье «Сделано в Сибири» (журнал «Наука в России», 2011, № 3 (183)) повествует: «Еще на раннем этапе развития оптических квантовых генераторов (в 1967-1968 гг.) Чеботаев и его коллега из московского Института спектроскопии, доктор физико-математических наук Владилен Летохов, используя уникальные свойства лазерного излучения, сначала **независимо друг от друга**, а потом совместно предложили ряд методов (насыщенного поглощения, двухфотонного поглощения в поле стоячей волны, разнесенных оптических полей), увеличивающих разрешающую способность спектроскопии на 6-7 порядков, заложив тем самым основу для нового направления – нелинейной лазерной спектроскопии сверхвысокого разрешения. Это подтолкнуло развитие атомной, молекулярной и оптической физики, привело к созданию оригинальных технологий. И закономерный итог: в 1978 г. оба специалиста были удостоены Ленинской премии» (Горынцева, 2011, с.10).

Об этом же сообщают сами авторы новых методов – В.С. Летохов и В.П. Чеботаев в статье «Квантовые стандарты частоты оптического диапазона» (журнал «Квантовая электроника», 1974, № 2): «В первой же работе [4], посвященной проблеме создания лазера с высокостабильной частотой, был указан принципиальный путь решения проблемы – получение узких оптических резонансов, индуцируемых когерентной световой волной при воздействии на квантовый переход с долгоживущими уровнями. Следующим существенным шагом явилось предложение получать узкие резонансы при насыщении поглощения газовой ячейки низкого давления. Первые **независимые предложения** и эксперименты по использованию резонансов нелинейного поглощения были сделаны в Физическом институте им. П.Н. Лебедева АН СССР [5], Институте физики полупроводников СО АН СССР [6] и в США [7]» (Летохов, Чеботаев, 1974, с.246).

Здесь [4] – Басов Н.Г., Летохов В.С. // Письма в ЖЭТФ. – 1965. – Том 2. – С.6.

[5] – Летохов В.С. // Письма в ЖЭТФ. – 1967. – Том 6. – С.597.

[6] – Лисицын В.Н., Чеботаев В.П. // ЖЭТФ. – 1968. – Том 54. – С.419.

Аналогичные сведения содержатся в статье В.С. Летохова и В.П. Чеботаева «Резонансные явления при насыщении поглощения лазерным излучением» (УФН, 1974, том 113, № 3): «Первые **независимые предложения** и эксперименты по использованию резонансов нелинейного поглощения были сделаны в Физическом институте им. П.Н. Лебедева АН СССР [11] и в Институте физики полупроводников СО АН СССР [12]. Эти работы послужили началом циклов исследований, выполненных в этих институтах в период с 1967 по 1973 г. и затем с 1970 г. в Институте спектроскопии АН СССР. **Независимо** в

США были выполнены эксперименты по наблюдению резонансного насыщения поглощения в неоне [13]» (Летохов, Чеботаев, 1974, с.387).

**270. Формулировка идеи о возможности пленения отдельных атомов с помощью давления лазерного света.** Идея о возможности пленения отдельных атомов с помощью давления лазерного света принадлежит, по меньшей мере, трем ученым, которые пришли к ней независимо друг от друга. Это Владилен Летохов, Артур Шавлов (упоминавшийся выше) и немецко-американский физик Ханс Георг Демельт (1922-2017), получивший в 1989 г. Нобелевскую премию по физике за «разработку метода удержания одиночных ионов».

О том, Х.Г. Демельт предложил метод лазерного удержания (пленения) независимо от А. Шавлова, говорит У.Д. Филипс в Нобелевской лекции «Лазерное охлаждение и пленение нейтральных атомов» (УФН, 1999, том 169, № 3): «В 1978 г., во время моего пребывания постдоком в МТИ, я прочел статью Арта Ашкина [1], в которой он объяснял, как можно замедлить пучок атомов натрия, используя радиационное давление лазерного пучка, настроенного в резонанс с атомами. После замедления атомы будут захвачены в ловушку, состоящую из сфокусированных лазерных пучков, а хаотическое движение атомов будет подавлено до уровня, соответствующего температурам порядка микрокельвина. Эта статья явилась для меня введением в проблему лазерного охлаждения, хотя идея такого охлаждения (уменьшения случайных тепловых скоростей с помощью радиационных сил) была предложена тремя годами ранее Хеншем и Шавловым [2] и **независимо** Винландом и Демелтом [3]» (Филипс, 1999, с.305).

Заслуги В.С. Летохова в разработке метода лазерного охлаждения и пленения атомов обсуждаются в Нобелевской лекции Стивена Чу «Управление нейтральными частицами» (УФН, 1999, том 169, № 3), где автор сообщает: «Дипольная сила впервые обсуждалась Аскарьяном [14] в связи с плазмой и с нейтральными атомами. Возможность пленения атомов этой силой рассматривалась Летоховым [15], который показал, что атомы могут удерживаться вдоль одного направления в узлах или в пучностях стоячей световой волны, отстроенной по частоте далеко от атомного перехода» (Чу, 1999, с.276).

Об этом же говорит У.Д. Филипс в Нобелевской лекции «Лазерное охлаждение и пленение нейтральных атомов» (УФН, 1999, том 169, № 3): «Аскарьян пришел к мысли о существовании дипольной силы еще в 1962 г. (если не раньше) [13], а в 1968 г. Летохов предложил использовать ее для пленения атомов [14] – до появления идеи лазерного охлаждения! Ловушка, предложенная Ашкином в 1978 г., также была основана на этой дипольной, или «градиентной», силе. Тем не менее, в 1978 г. считалось, что лазерное охлаждение – уменьшение случайных скоростей – связано только с силой рассеяния» (Филипс, 1999, с.305).

Владилен Летохов вполне заслуживал Нобелевской премии, которая в 1997 г. вручена Стивену Чу, Уильяму Филипсу и Клоду Коэн-Таннуджи. Станислав Славин в статье «Скандалы в благородном семействе Нобелевских лауреатов 1997 г.» (журнал «Техника - молодежи», 1998, № 2) указывает: «В 1968 г. наш соотечественник, доктор физико-математических наук В.С. Летохов предположил, что замороженные таким образом (путем понижения температуры – Н.Н.Б.) нейтральные атомы уже могут управляться лазерными пучками благодаря действию дипольной силы, а еще через 10 лет А. Эшкин из AT&T Bell Laboratories предложил более удобную ловушку с использованием сфокусированных лазерных пучков» (Славин, 1998, с.4). Автор продолжает: «Каким образом выбрать из множества атомов тот единственный, движущийся строго навстречу лучу, как прицелиться, сосредоточить фотонный поток именно на нем? Реально ведь ни один снайпер не может выцеливать атомы поштучно. Тот же Летохов и его коллеги нашли ответ и на этот вопрос. Они выяснили, что «стрелять» по атомному шару имеет смысл лишь световым излучением строго определенной длины волны или частоты, попадающим в резонанс с собственными колебаниями электронов на своих орбитах» (там же, с.4).

Дополнительная литература по теме:

- Балыкин В.И., Летохов В.С., Миногин В.Г. Охлаждение атомов давлением лазерного излучения // УФН. – 1985. – Том 147. - № 1. – С.117-156.

**271. Экспериментальное открытие конденсата Бозе-Эйнштейна.** Конденсат Бозе-Эйнштейна – агрегатное состояние вещества, основу которого составляют бозоны, охлажденные до температур, близких к абсолютному нулю. В таком состоянии охлажденные атомы начинают демонстрировать квантовые эффекты на макроскопическом уровне. Описанный конденсат теоретически предсказан А. Эйнштейном на основе работ Ш. Бозе в 1924 г. Экспериментальное открытие конденсата Бозе-Эйнштейна состоялось в 1995 г. благодаря американским физикам Эрику Корнеллу и Карлу Виману. Независимо от них аналогичный результат получил Вольфганг Кеттерле.

Антонио Рохо в книге «Физика низких температур. Ландау. Сверхтекучесть» (2015) пишет: «В 1995 году две группы американских ученых **независимо друг от друга** доказали существование конденсата Бозе-Эйнштейна. Эрик Корнелл и Карл Виман в Колорадском университете наблюдали конденсацию около 2000 атомов рубидия при 170 нК. Несколько месяцев спустя рабочая группа Вольфганга Кеттерле сделала это примерно со 100 000 атомов натрия. Все трое ученых в 2001 году получили Нобелевскую премию по физике за свои достижения, которые положили начало дальнейшим исследованиям ультрахолодных атомов» (Рохо, 2015, с.94).

Об этом же сообщает Митио Каку в книге «Космос Эйнштейна» (2016): «В 1924 г., когда Эйнштейн только написал работу по конденсату Бозе-Эйнштейна, он не думал, что это занятное явление будет обнаружено в сколько-нибудь обозримом будущем. <...> В 1995 г., однако, Эрик Корнелл из Национального института стандартов и технологии и Карл Виман из Университета Колорадо сделали именно это, получив чистый конденсат Бозе-Эйнштейна из 2000 атомов рубидия при температуре на двадцать миллиардных долей градуса выше абсолютного нуля. Кроме того, Вольфганг Кеттерле из Массачусетского технологического института **независимо от них** тоже получил конденсат Бозе-Эйнштейна, в котором было достаточно атомов натрия, чтобы проводить на нем важные эксперименты» (Каку, 2016, с.220).

**272. Предсказание неупругого дифракционного рассеяния адронов.** Неупругое дифракционное рассеяние адронов предсказали независимо друг от друга советские физики Евгений Львович Фейнберг (1912-2005) и Александр Ильич Ахиезер (1911-2000). Правда, с каждым из них в тот или иной период времени работал Исаак Яковлевич Померанчук (1913-1966), который мог быть источником необходимой информации для них.

А.Т. Абросимов в монографии «К истории исследований космических лучей в Московском университете» (2017) пишет о Евгении Львовиче Фейнберге: «Впервые указал (1941) на существование и возможную роль когерентных неупругих процессов, например, таких, как захват мезонов ядрами. Совместно с И.Я. Померанчуком предсказал явление дифракционной генерации частиц (1953) и **независимо** от А.И. Ахиезера и А.Г. Ситенко – процесс дифракционной диссоциации дейтрона (1954)» (Абросимов, 2017, с.266).

Н.П. Зотов и В.А. Царев в статье «Дифракционная диссоциация: тридцать пять лет спустя» (УФН, 1988, том 154, № 2) повествуют: «В 1953 г. в журнале «Доклады Академии наук СССР» появилась работа И.Я. Померанчука и Е.Л. Фейнберга под заглавием «О внешней (дифракционной) генерации частиц при ядерных столкновениях». В этой небольшой (три страницы) заметке предсказывалось существование нового типа процессов – неупругого дифракционного рассеяния или дифракционной диссоциации (ДД) и обсуждались основные закономерности, свойственные этим процессам. В частности, было отмечено, что неупругое дифракционное рассеяние может происходить во всех случаях, когда выполнено условие когерентности...» (Зотов, Зарев, 1988, с.207). Далее авторы раскрывают одну из аналогий, которую использовали И.Я. Померанчук и Е.Л. Фейнберг при предсказании указанного дифракционного рассеяния: «...Дифракционное рассеяние

адронов на нуклонах и ядрах соответствует в классике дифракции Фраунгофера. К тому времени, когда была опубликована статья Померанчука и Фейнберга, эта **аналогия** между упругим рассеянием адронов и классической дифракцией уже была достаточно хорошо понята и использовалась для описания рассеяния нуклонов и пионов на нуклонах и ядрах» (там же, с.208).

О том, что А.И. Ахиезер сделал аналогичное предсказание, сообщается во множестве работ. Приведем одну из них. В.Е. Иванов, Я.Б. Файнберг, А.Г. Ситенко и др. в статье «Александр Ильич Ахиезер (к шестидесятилетию со дня рождения)» (УФН, 1971, том 105, № 2) отмечают: «Исследование рассеяния слабо связанных ядерных образований тяжелыми ядрами привело А.И. Ахиезера (вместе с А.Г. Ситенко) к предсказанию нового эффекта – дифракционного расщепления дейтрона (1955 г.)» (Иванов и др., 1971, с.371).

Аналогия, которой руководствовался А.И. Ахиезер, предсказывая неупругое дифракционное рассеяние частиц, описывается в статье А.И. Ахиезера и И.Я. Померанчука «Дифракционное рассеяние быстрых нейтронов и заряженных частиц» (УФН, 1949, том 39, № 2).

**273. Построение теории дифракционных ядерных процессов.** Эту теорию создали независимо друг от друга американский физик-теоретик, лауреат Нобелевской премии по физике за 2005 год, Рой Глаубер (1925-2018) и советский исследователь, соратник А.И. Ахиезера, Алексей Григорьевич Ситенко (1927-2002).

А.И. Ахиезер в предисловии к сборнику «Дифракционное взаимодействие адронов с ядрами» (1987) указывает: «Общая теория дифракционных ядерных процессов с участием сложных частиц, учитывающая эффекты многократного рассеяния, была разработана академиком АН УССР А.Г. Ситенко в 1959 г. **Независимо** аналогичные результаты были получены американским физиком Р.Глаубером» (Ахиезер, 1987, с.4).

Об этом же сообщают Г.Д. Алхазов и А.А. Воробьев в статье «Исследование пространственного распределения нуклонов в ядрах методом упругого и неупругого рассеяния протонов с энергией 1 ГэВ» (тот же сборник «Дифракционное взаимодействие адронов с ядрами», 1987): «Итак, в эксперименте измеряют дифференциальные сечения рассеяния протонов, т.е. зависимость количества рассеянных протонов от угла рассеяния, а затем анализируют измеренные сечения с целью определения нуклонной плотности. Анализ сечений можно проводить с помощью теории многократного дифракционного рассеяния, которая была сформулирована в 1959 г. **независимо** американским ученым Р.Глаубером и советским ученым А.Г. Ситенко» (Алхазов, Воробьев, 1987, с.8).

Процитируем еще одну работу. Ю.А. Бережной и А.С. Молев в статье «Поляризация протонов в неупругом ядерном рассеянии в модели Глаубера - Ситенко» (тот же сборник «Дифракционное взаимодействие...») констатируют: «Впервые теория многократного дифракционного рассеяния была **развита независимо** Р. Глаубером [1] и А.Г. Ситенко [2] и получила название модели Глаубера – Ситенко (МГС). Различные аспекты и условия применимости МГС изложены в [3-11]. МГС является приближенной теорией рассеяния, а многочисленные поправки к МГС, по-видимому, взаимно компенсируют друг друга [3, 10, 11]» (Бережной, Молев, 1987, с.67).

Здесь [1] – Glauber R.J. High energy collision theory // Lectures in Theoretical Physics. – New York. - 1959. – Vol.1. – P.315-414.

[2] – Ситенко А.Г. К теории ядерных реакций с участием сложных частиц // Украинский физический журнал. – 1959. – Том 4. - № 2. – С.160-163.

[3] – Ситенко А.Г. Теория ядерных реакций. – М.: «Энергоатомиздат», 1983. – 352 с.

**274. Формулировка идеи о том, что дифракционный конус в упругом рассеянии адронов должен асимптотически сужаться с ростом энергии.** Предположение о том, что дифракционный конус в упругом рассеянии адронов должен асимптотически сужаться с ростом энергии, высказали независимо друг от друга советский физик Владимир Наумович



Грибов (1930-1997), с одной стороны, и американские исследователи Джеффри Чу (1924-2019) и Стивен Фраучи (род. 1933 г.) – с другой.

А.А. Ансельм, В.Л. Гинзбург, Ю.Л. Докшицер и др. в статье «Памяти Владимира Наумовича Грибова» (УФН, 1998, том 168, № 4) пишут: «В 1961 г. Грибов применил к анализу асимптотического поведения амплитуд рассеяния полюса в плоскости комплексного углового момента, впервые рассмотренные итальянским теоретиком Т. Редже в нерелятивистской квантовой механике. Виртуозно используя аналитичность и унитарность S-матрицы, Грибов предсказал, что дифракционный конус в упругом рассеянии адронов должен асимптотически сужаться с ростом энергии, что отвечает логарифмическому росту радиуса взаимодействия. **Почти одновременно** к аналогичным выводам пришли американские теоретики Дж. Чу и С. Фраучи, а французский теоретик М. Фруассар получил предел для скорости асимптотического роста адронных сечений» (Ансельм и др., 1998, с.471).

**275. Формулировка идеи о нарушении четности в слабых взаимодействиях.** Авторами четко аргументированной и опубликованной идеи о несохранении четности (симметрии) в слабых взаимодействиях являются американские физики Тзундао Ли (род. 1926 г.) и Чжэньнин Янг (род. 1922 г.), которые в 1957 году, то есть сразу после экспериментального подтверждения их предположения, получили Нобелевскую премию. Среди награжденных мог быть и советский физик Иосиф Соломонович Шапиро (1918-1999), независимо пришедший к выводу о несохранении четности в слабых ядерных взаимодействиях. Однако этот вывод не понравился Льву Ландау, и Шапиро, не получив поддержки авторитетного ученого, отказался от публикации важной гипотезы.

Борис Горобец в книге «Круг Ландау» (2006) приводит рассказ чешского физика-теоретика Франтишека Яноуха, ученика И.С. Шапиро: «В 1949-54 я учился в Ленинградском университете, а с 1955 года был аспирантом Московского университета, моим руководителем был И.С. Шапиро. Историю московского открытия несохранения четности, которую я кратко изложил в лекции о Ландау, я узнал от Шапиро и его сотрудников. У меня не было причин сомневаться в этой истории, поскольку я видел готовую для публикации рукопись Шапиро, которая, как я узнал недавно, все еще хранится в архивах Института теоретической и экспериментальной физики в Москве. Я вполне могу понять сомнения и колебания, которые могли быть у профессора Шапиро, когда он предлагал столь сильное и глубокое изменение в нашем понимании законов и процессов микромира. Неписанным законом для всех членов группы Ландау было сообщать Дау все важные результаты и идеи и обсуждать их с ним. Это сделал и И.С. Шапиро. В той конкретной ситуации, которая существовала в СССР в середине 50-х годов, отрицательное отношение Ландау означало гораздо больше, чем просто мнение лидера теоретической группы. <...> Негативное отношение Ландау к работе Шапиро делало, поэтому, для него фактически невозможным опубликование своей полностью подготовленной для печати статьи. Единственное, что он мог сделать, - и сделал – было рассказать о его идеях и вычислениях на семинаре в Институте теоретической и экспериментальной физики, к архивам которого должны будут обратиться будущие историки современной физики» (Яноух, 2006, с.214).

Об этом же пишет Л.Б. Окунь в статье «Зеркальные частицы и зеркальная материя: 50 лет гипотез и поисков» (УФН, 2007, том 177, № 4). Автор вспоминает события 1956 года: «...В Москве в ФИАНе состоялась первая конференция по физике элементарных частиц [11, 12], на которую приехали американские физики. Я помню, как Ландау саркастически смеялся, когда Гелл-Манн (самый молодой из приехавших американцев, но уже очень знаменитый) упомянул на семинаре в Институте физических проблем (ИФП), что одним из решений  $\theta$ -проблемы может быть несохранение четности. Примерно в то же время почти такой же была реакция Ландау на так и не опубликованную заметку Шапиро, в которой тот предлагал опыт типа опыта Ву (опыт Ву доказал несохранение четности в слабых

взаимодействиях – Н.Н.Б.). Я узнал об этом три года спустя, когда Шапиро перешел из Московского государственного университета в ИТЭФ и дал мне прочесть свою заметку» (Окунь, 2007, с.398).

**276. Выдвижение гипотезы о несохранении четности Мартином Блоком.** Помимо Иосифа Соломоновича Шапиро были и другие ученые, независимо приходившие к гипотезе о том, что в слабых взаимодействиях может нарушаться симметрия правого и левого. Например, такую гипотезу формулировал (без публикации) американский физик Мартин Мозес Блок (1925-2016), который присутствовал на конференции, где впервые обсуждалась природа слабых ядерных сил (1956).

Мартин Гарднер в книге «Этот правый, левый мир» (1967) констатирует: «Проблема тета-тау являлась темой горячих дискуссий во время Рочестерской конференции по ядерной физике в Нью-Йорке в апреле 1956 года. Ричард Ф. Фейнман, физик из Калифорнийского технологического института, поднял вопрос: не нарушается ли иногда закон сохранения четности? В беседах с Фейнманом мне удалось узнать некоторые подробности, предшествовавшие возникновению этого исторического вопроса. О них стоит упомянуть. Накануне этот же вопрос был задан Фейнману соседом по номеру в гостинице, физиком-экспериментатором Мартином Блоком. «Решение тета-тау-проблемы, - сказал Блок, - может быть очень простым. Быть может, милый нашему сердцу закон сохранения четности выполняется не всегда». На это Фейнман ответил, что тогда возникло бы фундаментальное неравноправие левого и правого. «Это было бы удивительно, - сказал Фейнман, - но я не могу показать, каким образом это предположение противоречит существующим экспериментальным данным». Он пообещал Блоку поднять этот вопрос на следующий день в дискуссии, чтобы кто-нибудь показал ошибочность этой гипотезы» (Гарднер, 1967, с.221-222).

Об этом же сообщает Р. Баландин в книге «Поиски истины. Жизнь и творчество В.И. Вернадского» (1983): «По странному стечению обстоятельств именно Фейнман первым во всеуслышание задал вопрос о возможном нарушении симметрии или, как говорят физики, нарушении четности. Приехавшего на конференцию по ядерной физике в Нью-Йорк (в 1956 году) Ричарда Фейнмана поместили в гостиницу; его соседом по номеру оказался физик-экспериментатор Мартин Блок. От него и услышал Фейнман предположение о возможном несохранении четности. Вопрос показался Фейнману интересным, оригинальным и достойным того, чтобы повторить его на конференции. Он это и сделал от имени Блока, почти не сомневаясь, что, если опыт будет поставлен, он даст симметричный результат» (Баландин, 1983, с.231).

**277. Формулировка идеи о сохранении комбинированной четности.** Комбинированная четность – это произведение двух симметрий. Одна из них – зарядовое сопряжение, которое превращает частицу в ее античастицу. Вторая симметрия – та, которая создает зеркальное изображение физической системы. Когда был открыт эффект нарушения четности в слабых взаимодействиях, ученые предположили, что должна сохраняться комбинированная четность, то есть произведение двух упомянутых симметрий. Это предположение выдвинули независимо друг от друга, по меньшей мере, трое ученых – советский физик Лев Давидович Ландау, американский ученый китайского происхождения Тзундао Ли и пакистанский физик Абдус Салам (1926-1996).

Л.И. Лapidус и Э.О. Оконов в статье «Новейшие исследования физики фундаментальных частиц» (журнал «Природа», 1957, № 11) пишут: «Критический анализ закона сохранения четности был предпринят около года тому назад китайскими теоретиками Ли и Янгом, работающими в США. Они указали на ряд явлений, изучение которых могло прямо решить вопрос о зеркальной симметрии явлений природы. Академик Л.Д. Ландау и независимо Ли и Янг указали выход из создавшегося тяжелого положения. Со времени создания теории Дирака, помимо однородности пространства-времени,

физикам стала известна неизменность явлений природы при переходе от частиц к античастицам (зарядовое сопряжение). Ландау предположил, что асимметрия заключена не в пространстве, а в частицах. Было предположено, что при распадах частиц не сохраняется порознь ни четность, ни зарядовое сопряжение, а только их комбинация – комбинированная четность» (Лapidус, Оконов, 1957, с.41).

Об этом же сообщает К.А. Тер-Мартirosян в статье «Несохранение четности» (журнал «Природа», 1958, № 4). Автор пишет о принципе комбинированной симметрии (четности): «...Пустое пространство оказывается симметричным по отношению к правому и левому. Обнаруженная же на опыте несимметрия переносится при этом с пустого пространства на частицы. Эта возможность – использования замены частиц на античастицы (как говорят, зарядовое сопряжение) – была замечена Ли и Янгом. **Независимо** такая точка зрения была высказана советским физиком, академиком Л.Д. Ландау, который, исходя из предположения о симметрии пустого пространства, сформулировал требование строгой инвариантности законов природы по отношению к комбинированной инверсии» (Тер-Мартirosян, 1958, с.39).

Этот же вопрос рассматривает О. Максименко в статье «Зеркальная материя – начало пути» (журнал «Наука и жизнь», 2007, № 12): «Комбинированная четность (CP-симметрия) – неизменность свойств частиц при комбинированной инверсии – одновременном переходе от частиц к античастицам (зарядовом сопряжении C) и замене координат частиц  $\mathbf{r}$  на  $-\mathbf{r}$  (пространственной инверсии P). Теорию CP-симметрии предложили в 1957 году **независимо один от другого** Л.Д. Ландау и пакистанский физик А. Салам. В 1964 году было обнаружено, что в очень редких процессах с участием слабого взаимодействия комбинированная четность не сохраняется. Считается, что это нарушение сыграло ключевую роль в образовании Вселенной: избыток частиц над античастицами не позволил им всем аннигилировать и создал наш мир» (Максименко, 2007, с.30).

Дополнительная литература по теме:

- Барсуков О.А. Основы физики атомного ядра. Атомные технологии. – М.: «Физматлит», 2011. – 560 с.

**278. Открытие CPT-теоремы.** Согласно данной теореме, любая правильно построенная квантовая теория поля должна обладать фундаментальной симметрией физических законов при преобразованиях, включающих инверсию (обращение) зарядового сопряжения, пространства и времени. К этой теореме независимо приходили Лев Ландау, Джулиан Швингер и Вольфганг Паули. Здесь же следует упомянуть таких ученых, как Джон Стюарт Белл (1928-1990) и Герхарт Людeрс (1920-1995).

Л.И. Лapidус в статье «Следствия CPT-инвариантности и эксперимент» (УФН, 1968, том 95, № 4) пишет: «Очень интересно проследить судьбу такого фундаментального утверждения, как CPT-теорема. В течение долгого времени ее не замечали. Затем, по мере того как в физику всё больше входили соображения симметрии, появились первые указания на связь между требованиями дискретных симметрий. Для многих из нас это произошло на лекциях Л.Д. Ландау в 1954 г. Читая лекции, Л.Д. Ландау отметил, что ему не удалось найти ни одного примера запрета, который был бы новым по сравнению с тем, что уже запрещено требованием P- или C-инвариантности. По существу, в этом месте мы впервые встретились с одной из формулировок CPT-инвариантности: если P- и C-инвариантна, то она, так сказать, автоматически и T-инвариантна. Как видно из литературы, в эти годы к формулировке того, что теперь носит название CPT-теоремы, подошли Белл [1], Швингер [2], Людeрс [3] и Паули [4]. Настоящее понимание важности и глубины CPT-теоремы пришло после открытия нарушений в слабых взаимодействиях сначала P- и C-, а затем и CP-инвариантности» (Лapidус, 1968, с.657).

Здесь [1] – Bell J.S. // Proc. Roy. Soc. – 1955. – Vol. A231. – P.479.

[2] – Schwinger J. // Physical Review. – 1951. – Vol.82. – P.914.

**279. Формулировка гипотезы о том, что нейтрино являются левовинтовыми частицами, а антинейтрино – правовинтовыми.** Эту гипотезу, часто называемую гипотезой двухкомпонентных (спиральных) нейтрино, сформулировали независимо друг от друга Л.Д. Ландау, Т. Ли, Ч. Янг и А. Салам. Проведенные эксперименты подтвердили данное предположение.

Л.Б. Окунь в статье «Зеркальные частицы и зеркальная материя: 50 лет гипотез и поисков» (УФН, 2007, том 177, № 4) пишет: «Прекрасный пример CP-сопряженных частиц был представлен Ландау в его теории безмассовых продольно поляризованных нейтрино [25]. Спин  $\nu$  направлен против импульса, а спин  $\bar{\nu}$  - вдоль импульса. Другими словами, нейтрино – левовинтовые, а антинейтрино – правовинтовые. Статья [25] следовала в ЖЭТФ непосредственно за статьей [22]; позднее [22, 25] вышли как одна статья [26] на английском языке. Продольные нейтрино **были независимо**, но несколько позднее предложены Саламом [27] и Ли и Янгом [28]. Продольные нейтрино, по существу, указали путь к теории универсального слабого V-A-взаимодействия [29, 30]. Согласно этой теории, в релятивистском пределе ( $v/c \rightarrow 1$ ) все элементарные фермионы становятся левовинтовыми во взаимодействиях слабых заряженных токов, а их античастицы - правовинтовыми» (Окунь, 2007, с.399).

Здесь [22] – Ландау Л.Д. О законах сохранения при слабых взаимодействиях // ЖЭТФ. – 1957. – Том 32. – С.405.

[25] – Ландау Л.Д. Об одной возможности для поляризационных свойств нейтрино // ЖЭТФ. – 1957. – Том 32. – С.407.

О том, что А. Салам, Т. Ли и Ч. Янг независимо от Л.Д. Ландау пришли к выводу о левовинтовых нейтрино и правовинтовых антинейтрино, пишет также С.С. Герштейн в статье «Великий универсал XX века» (журнал «Природа», 2008, № 1): «Одновременно с концепцией CP-четности Ландау выдвинул гипотезу о спиральном (двухкомпонентном) нейтрино, у которого спин направлен по (или против) импульса. (**Независимо** это было сделано в работах А. Салама, Т. Ли и Ч. Янга). Такое нейтрино отвечало максимально возможному нарушению пространственной и зарядовой четности по отдельности и сохранению CP-четности. Левому нейтрино соответствовало право антинейтрино, а левого антинейтрино вообще не должно быть» (Герштейн, 2008, с.20). Далее автор указывает: «Идея спирального нейтрино подсказала Фейнману и Гелл-Манну гипотезу о том, что, быть может, и все другие частицы (с ненулевой массой) участвуют в слабом взаимодействии, как и нейтрино, своими левыми спиральными компонентами. (К тому времени было уже установлено, что нейтрино обладают левой спиральностью). Эта гипотеза привела Фейнмана и Гелл-Манна, а также Р. Маршака и Е.С.Г. Сударшана к открытию фундаментального (V-A) закона слабого взаимодействия, указавшего на аналогию слабых и электромагнитных взаимодействий и стимулировавшего открытие единой природы слабых и электромагнитных взаимодействий» (там же, с.20-21).

Упоминание об этом одновременном (независимом) открытии разных ученых содержится также в статье С.С. Герштейна «От бета-сил к универсальному взаимодействию» (журнал «Природа», 2010, № 1), где автор пишет: «В 1956 г. Ли и Янг (отмеченные Нобелевской премией уже в 1957 г.) предположили, что в слабых взаимодействиях может нарушаться зеркальная симметрия. В связи с этим Л.Д. Ландау, а также **независимо** А. Салам и сами Ли с Янгом указали на возможность существования так называемого двухкомпонентного, или спирального, нейтрино, у которого спин направлен всегда строго по импульсу (или против импульса) частицы. Проведенные вскоре эксперименты подтвердили вторую возможность: спин нейтрино направлен против его импульса, т.е. нейтрино представляет собой левый «винт», в то время как антинейтрино - правый» (Герштейн, 2010, с.10).

Приведем еще один источник. Виктор Вайскопф в книге «Физика в двадцатом столетии» (1977) указывает: «Оказывается, что при одинаковом направлении вращения ядра отрицательные электроны вылетают в одном направлении, а позитроны в другом.

Возможное объяснение этим новым явлениям предложили Ли и Янг и **независимо** Л.Д. Ландау в Москве и Салам в Англии. Они предположили, что спиральность связана с нейтрино, поскольку во всех остальных процессах в ядерной физике, протекающих без участия нейтрино, четко выполняется принцип зеркальной симметрии» (Вайскопф, 1977, с.210).

**280. Формулировка теоремы о невозможности распада частицы со спином 1 на два свободных фотона.** Легко заметить, что открытие несохранения четности в слабых взаимодействиях в 1950-х годах стимулировало творческую деятельность Л.Д. Ландау таким образом, что в этот период ему удалось предложить целый ряд важных идей. Теорема о невозможности распада частицы со спином 1 на два свободных фотона – одна из таких идей. Независимо от Л.Д. Ландау к этой же теореме пришли Т. Ли и Ч. Янг.

С.С. Герштейн в статье «Великий универсал XX века» (журнал «Природа», 2008, № 1) пишет: «Важную роль в физике элементарных частиц играет теорема Ландау (установленная также **независимо** Т. Ли и Ч. Янгом) о невозможности распада частицы со спином 1 на два свободных фотона (справедливая и для распада на два глюона). Эта теорема широко используется в физике элементарных частиц. Она, в сущности, позволила объяснить малую ширину частицы  $J/\psi$ , вызывавшую вначале недоумение» (Герштейн, 2008, с.18).

**281. Выдвижение гипотезы об универсальном характере слабого взаимодействия.** Честь формулировки идеи об универсальном характере слабого взаимодействия принадлежит нескольким ученым, которые осознали эту универсальность независимо друг от друга. Среди них советский физик Бруно Понтекорво (1913-1993), американские физики Джон Арчибальд Уилер (1911-2008), Т. Ли, Ч. Янг и другие специалисты. Бруно Понтекорво выдвинул упомянутую гипотезу еще до открытия тяжелого мезона – частицы, предсказанной японским исследователем Хидеки Юкавой.

С.С. Герштейн в статье «Нобелевские премии, которые не получил Понтекорво» (журнал «Природа», 2013, № 11) пишет о событиях 1947 года: «...Понтекорво сделал предположение фундаментального характера о том, что четырехфермионное взаимодействие Ферми, объясняющее  $\beta$ -распад, имеет универсальный характер. Для этого ему понадобилось предположить, что наблюдаемый мезон (его назвали впоследствии  $\mu$ -мезоном) имеет не целый спин, каким должен был бы обладать мезон Юкавы, а полуцелый, как у электрона, т.е.  $\frac{1}{2}$ . <...> Следует отметить, что Понтекорво высказал гипотезу об универсальности  $\beta$ -сил (которые стали называть «слабым взаимодействием») еще до того, как в том же году в фотоэмульсиях была обнаружена частица Юкавы –  $\pi$ -мезон, вызывающий ядерные реакции, и распад последнего на  $\mu$ -мезон и нейтрино. Позже, в 1949 году, гипотеза об универсальном характере слабого взаимодействия была **высказана независимо** Дж. Тиомно и Дж. Уилером, а также Т.Д. Ли, М.Н. Розенблаттом и Ц.Н. Янгом» (Герштейн, 2013, с.82).

**282. Построение концепции смешивания нейтрино.** Концепция смешивания нейтрино предполагает, что нейтрино обладают массой и могут смешиваться друг с другом, то есть один вид нейтрино может переходить в другой. Эти переходы Понтекорво назвал осцилляциями. Он допустил, что нейтрино может превращаться в антинейтрино по аналогии с тем, как смешиваются (осциллируют) нейтральные каоны, иначе называемые  $K$ -мезонами. Независимо от Понтекорво концепцию смешивания нейтрино разработали японские физики Сеити Саката (1911-1970), Масами Накагава и Зиро Маки.

С.М. Биленький в статье «Бруно Понтекорво и нейтрино» (УФН, 2014, том 184, № 5) пишет: «Основопологающие работы Бруно Понтекорво по массам, смешиванию и осцилляциям нейтрино открыли новое направление исследований. В настоящее время осцилляции нейтрино уже обнаружены и четыре параметра, характеризующие осцилляции

нейтрино, определены с точностью 3-15 %» (Биленький, 2014, с.537). Далее автор указывает: «В 1962 г. Маки, Накагава и Саката [67] **независимо от Понтекорво** пришли к идее существования масс и смешивания нейтрино. Они основывались на Nagoya-модели, в которой нейтрино рассматривались как составляющие барионов. В работе [67] обсуждалась возможность перехода (виртуальной трансмутации)  $\nu_{\mu} \rightarrow \nu_e$ . В знак признания основополагающих идей Понтекорво и Маки, Накагавы и Сакаты матрицу смешивания нейтрино обычно называют матрицей PMNS (Pontecorvo – Maki – Nakagawa - Sakata)» (там же, с.537).

**283. Формулировка гипотезы о существовании двух типов нейтрино – электронного и мюонного.** Существование двух типов нейтрино – электронного и мюонного – предсказали независимо друг от друга, по меньшей мере, три физика. Это советский ученый, академик Моисей Александрович Марков (1908-1994), японский физик-теоретик Кацухико Нишиджима (1926-2009) и создатель метода перенормировки Джулиан Швингер.

А.А. Логунов и В.А. Петров в книге «Как устроен электрон?» (1988) отмечают: «Идея о существовании двух типов нейтрино была выдвинута впервые в 1957 г. **независимо** М.А. Марковым, К. Нишиджимой и Ю. Швингером. Ныне считается, что существуют, по крайней мере, три нейтрино: электронное, мюонное и тау-нейтрино, отвечающее еще более тяжелому аналогу электрона – тау-лептону» (Логунов, Петров, 1988, с.78).

Об этом же сообщают К.Н. Мухин и В.Н. Тихонов в статье «Старая и новая экзотика в мире элементарных частиц» (УФН, 2001, том 171, № 11): «В 1957 г. (уже после того, как экспериментально доказали существование нейтрино Паули) была высказана гипотеза (в России М.А. Марковым, за рубежом К. Нишиджимой и Ю. Швингером) о существовании двух типов нейтрино – паулиевского электронного ( $\nu_e$ ) и нового мюонного ( $\nu_{\mu}$ ), каждое из которых имеет свою античастицу. Электронные нейтрино и антинейтрино сопровождают процессы слабого взаимодействия с участием электронов и позитронов, а мюонные – с участием мюонов ( $\mu^+$  и  $\mu^-$ )» (Мухин, Тихонов, 2001, с.1207). Авторы добавляют: «Существование мюонного нейтрино и отличие его от электронного было доказано экспериментально в 1962 г. в опыте Л. Ледермана, М. Шварца, Д. Штейнбергера и др. [12], выполненном на 30-миллиардном ускорителе протонов в Брукхейвене (США)» (там же, с.1210).

**284. Формулировка идеи о зарядовой независимости ядерных сил.** По мнению специалистов, открытие зарядовой независимости ядерных сил – заслуга разных ученых, которые вполне самостоятельно приходили к этому открытию. В частности, если анализировать публикации, то в 1936 г. в 50-ом номере журнала «Physical Review» появились две статьи, подготовленные американскими физиками. Одна из них принадлежала Грегори Брейту (1899-1981), соавтором которого был Юджин Финберг. Другая статья была направлена в журнал Эдвардом Кондоном (1902-1974), который разделяет с Георгием Гамовым честь создания теории альфа-распада атомов. В роли соавтора Э. Кондона выступил Бенедикт Кассен. В обеих статьях излагалась гипотеза о независимости ядерных взаимодействий от электрического заряда частиц, вступающих в эти взаимодействия.

С. Вайнберг в книге «Открытие субатомных частиц» (1986) пишет: «В совместной статье Грегори Брейта и Юджина Финберга высказывалась мысль о том, что ядерные силы не зависят от заряда (т.е. зарядово-независимы): они действуют так, словно нейтрон и протон «близнецы-братья» [19]. (Подобное утверждение было сделано в том же выпуске журнала Physical Review Б. Кассеном и Э.У. Кондоном)» (Вайнберг, 1986, с.206).

Здесь [19] – Breit G., Feenberg E. // Physical Review. – 1936. – Vol.50. – P.850.

В числе авторов идеи о зарядовой независимости ядерных сил называются также Юджин Вигнер (Нобелевский лауреат 1963 г.) и немецкий физик Фридрих Хунд (1896-1997), один из разработчиков метода молекулярных орбиталей. Г.И. Зельцер в статье

«Изобарический спин и гипотеза зарядовой независимости ядерных сил» (УФН, 1954, том 53, № 4, с.455-500) пишет: «...Еще в 1935 г. была высказана [1] идея, что между любыми двумя ядерными частицами действуют силы, весьма близкие по величине. В гораздо более точной форме гипотеза зарядовой независимости ядерных сил была высказана и разработана [2, 3, 4, 5, 6] в связи с результатами опытов [7] по рассеянию протонов на протонах. Интерпретация этих опытов [8] показала, что после вычитания эффекта кулоновских сил взаимодействие протон – протон почти не отличается от взаимодействия протон – нейтрон (по крайней мере, в  $^1S$ -состоянии, к которому относились опыты). Когда в дальнейшем были учтены магнитные взаимодействия [9], совпадение оказалось еще более точным» (Зельцер, 1954, с.455).

Здесь [5] – работа Ю. Вигнера (1937);

[6] – публикация Ф. Хунда (1937).

**285. Формулировка закона сохранения лептонного числа (лептонного заряда).** Закон сохранения лептонного числа утверждает, что в замкнутой системе число лептонов и антилептонов сохраняется. Другими словами, в изолированной системе невозможно увеличить количество отрицательных лептонных зарядов без одновременного увеличения количества положительных лептонных зарядов. К идее о сохранении лептонного числа (лептонного заряда) пришли независимо друг от друга советский физик Яков Борисович Зельдович (1914-1987) и венгерский ученый Джордж Маркс (1927-2002), а также американский физик-ядерщик Эмиль Джон Конопинский (1911-1990), опубликовавший соответствующую статью совместно с Х.М. Махмудом.

А.И. Ахиезер и М.П. Рекало в книге «Биография элементарных частиц» (1979) пишут: «Закон сохранения лептонного числа был сформулирован в 1952 г. Зельдовичем (и **независимо** в 1953 г. Конопинским и Махмудом). <...> Лептонный заряд системы элементарных частиц определяется алгебраической суммой лептонных зарядов каждой из частиц. Закон сохранения лептонного заряда был подтвержден в целом ряде экспериментов» (Ахиезер, Рекало, 1979, с.110).

Об этом же сообщают Ю.Б. Харитон и Р.З. Сагдеев в комментариях к статье Я.Б. Зельдовича «О нейтринном заряде элементарных частиц», которая содержится в книге Я.Б. Зельдовича «Избранные труды. Частицы, ядра, Вселенная» (1985). Впервые данная работа Я.Б. Зельдовича была опубликована в «Докладах АН СССР» (1953, том 91, № 6). Итак, Ю.Б. Харитон и Р.З. Сагдеев пишут в указанных комментариях: «Нейтринный заряд, обсуждаемый в статье, в настоящее время называется лептонным зарядом. Закон сохранения лептонного заряда был сформулирован в 1953 г. **независимо от ЯБ Е.** Конопинским и Х.М. Махмудом [1] и Г. Марксом [2] и сыграл важную роль в установлении современной классификации элементарных частиц и взаимодействий» (Харитон, Сагдеев, 1985, с.57).

Здесь [1] – Konopinski E.J., Mahmoud H.M. // Physical Review. – 1953. – Vol.92. – P.1045-1049.

[2] – Marx G. // Acta phys. Acad. Sci. Hung. – 1953. – Vol.3. – P.55.

Следует отметить, что первоначально закон сохранения лептонного числа формулировался названными исследователями по аналогии с законом сохранения барионного числа (ядерного заряда), введенным Юджином Вигнером (1949). Само сохранение барионного числа можно пояснить следующим образом. В.Б. Адамский в статье «Локальная инвариантность и теория компенсирующего поля» (УФН, 1961, том 74, № 4) отмечает: «Все реакции с участием тяжелых частиц (барионов), то есть нуклонов и гиперонов, протекают таким образом, что алгебраическая сумма числа частиц и античастиц сохраняется. Это значит, что существует сохраняющаяся величина – барионный заряд, положительный для барионов и отрицательный для антибарионов. Таким образом, имеется полная **аналогия** с сохранением электрического заряда. Волновые функции барионов

должны быть комплексны и инвариантны относительно фазового преобразования, как и волновые функции электронов» (Адамский, 1961, с.616).

**286. Формулировка идеи о сохранении слабого векторного заряженного тока.** Идея о сохранении слабого векторного тока появилась в физической науке благодаря исследованиям советских физиков Я.Б. Зельдовича и С.С. Герштейна (1955). Независимо от них, но чуть позже, к этой же идее пришли Ричард Фейнман и Мюррей Гелл-Манн.

А.Д. Сахаров в статье «Человек универсальных интересов» (сборник «Я.Б. Зельдович. Воспоминания, письма, документы», 2008) пишет: «В 1955 г. Я.Б. Зельдович и С.С. Герштейн выдвинули гипотезу о сохранении слабого векторного заряженного тока. Эта идея (**независимо высказанная** Р. Фейнманом и М. Гелл-Манном) сыграла важную роль в формулировке теории слабых взаимодействий, а также в том, что стало позже стало известно как «алгебра тока» (Сахаров, 2008, с.112).

Об этом же сообщает С.С. Герштейн в статье «От бета-сил к универсальному взаимодействию» (журнал «Природа», 2010, № 1). Автор, в частности, обращает внимание на то, что советские и американские ученые сформулировали закон сохранения слабого векторного тока, исходя из разных соображений: «Поразительно, что, исходя из разных соображений, Фейнман с Гелл-Манном и мы с Яковом Борисовичем (Зельдовичем – Н.Н.Б.) пришли к одинаковому заключению о сохранении векторного тока. В 1958 г. Фейнман на Международной конференции по физике высоких энергий в своем выступлении отметил, что мы впервые указали на возможность сохранения слабого векторного тока, а они с Гелл-Манном, начав изучать проблему, **не знали** о нашей работе» (Герштейн, 2010, с.12).

**287. Предсказание нейтральных мезонов.** Существование нейтральных мезонов предсказали независимо друг от друга, по меньшей мере, две группы ученых. Первая группа – это европейские физики Герберт Фрелих, Вальтер Гайтлер и Николас Кеммер (1911-1998), вторая группа – японские ученые Хидеки Юкава, Сеити Саката и их соавторы. Напомним, что Герберт Фрелих внес вклад в создание теории сверхпроводимости, Вальтер Гайтлер участвовал в разработке каскадной теории космических ливней, Хидеки Юкава предсказал существование тяжелого мезона как переносчика ядерного взаимодействия, Сеити Саката, помимо всего прочего, разработал концепцию смешивания нейтрино.

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет об Н. Кеммере: «В 1938 **независимо от других** предсказал существование нейтральных мезонов, предложив симметричную теорию ядерных сил, вычислил магнитный момент нуклона» (Храмов, 1983, с.129).

Более подробные сведения по данному вопросу можно найти в книге Х. Умэдзавы «Квантовая теория поля» (1958), где автор отмечает: «Треки нейтральных мезонов нельзя непосредственно наблюдать в камере Вильсона или на фотопластинке. Однако экспериментальные данные о ядерных силах заставляют предполагать существование нейтральных ядерных мезонов (которые сейчас называются  $\pi^0$ -мезонами). Тот факт [16], что эффективное сечение рассеяния нуклонов на нуклонах при низких энергиях не зависит от зарядового состояния нуклона (за исключением случая pp-рассеяния, когда действует кулоновская сила), показывает, что в общую величину ядерной силы имеется вклад от нейтральных ядерных мезонов (Фрелих, Гайтлер и Кеммер [47], Юкава, Саката, Кобаяси и Такетани [144]). В 1940 г. Саката и Таникава показали на основании квантовой теории, что нейтральный ядерный мезон должен очень быстро распадаться на фотоны...» (Умэдзава, 1958, с.22).

Здесь [47] – работа Г. Фрелиха, В. Гайтлера и Н. Кеммера (1938); [144] – работа Х. Юкавы, С. Сакаты, М. Кобаяши и М. Такетани (1938).

**288. Формулировка идеи о существовании двух видов мезонов с разными массами.** После того, как Хидеки Юкава высказал предположение о существовании мезона –



частицы-переносчика ядерного взаимодействия, ученые начали активный поиск этой частицы. Однако сначала удалось открыть мезон, плохо взаимодействующий с нейтронами и протонами и не укладывающийся в теорию Юкавы. Отсюда был сделан вывод о существовании двух видов мезонов – мезона Юкавы и мезона, обнаруженного в экспериментах итальянца М. Конверси и его коллег (1945). К этому выводу пришли независимо друг от друга несколько физиков: Роберт Маршак, Ханс Бете (Нобелевский лауреат) и Сеити Саката.

С. Вайнберг в книге «Открытие субатомных частиц» (1986) пишет: «...Исследования, проведенные М. Конверси, Э. Панчини и О. Пиччони в Италии в 1945 г. (когда в стране еще властвовал фашизм), показали, что мезоны, преобладающие в космических лучах, слабо взаимодействуют с нейтронами и протонами – гораздо слабее, чем следовало ожидать, будь они ответственны за ядерные силы. Эту загадку удалось разрешить, предположив, что в действительности существуют два вида мезонов с несколько различающимися массами. (Такое предположение **независимо высказали** Р.Э. Маршак и Х.А. Бете в США, С. Саката и Т. Иноя в Японии, а впоследствии оно получило подтверждение в экспериментах английских ученых К.М. Дж. Леттеса, К.П.С. Оккилиани и К.Ф. Пауэлла)» (Вайнберг, 1986, с.223).

Об этом же сообщает Эмилио Сегре в книге «Энрико Ферми» (1973): «Важное событие в физике высоких энергий произошло в 1947 г., когда Конверси, Панчини и Пиччони опубликовали результаты работы, которую они вели в годы войны в Италии, прячась в подвале от немцев. Они наблюдали за поведением положительных и отрицательных мезотронов (так тогда называли мезоны), останавливающихся в железе или графите, и обнаружили, что в графите и положительные, и отрицательные мезотроны распадаются с испусканием: первые – позитронов, а вторые – электронов, в то время как в железе отрицательные мезотроны захватываются ядрами, не успев распасться. Этот результат Ферми узнал до его публикации. Согласно существовавшим тогда воззрениям, отрицательные мезотроны должны были бы поглощаться ядрами углерода задолго до распада, так что эксперимент указал на фундаментальное различие в свойствах мезотронов космического излучения, с которыми и был поставлен опыт, и гипотетических частиц Юкавы, связанных с ядерными силами. Ферми и Теллер, а также **независимо от них** Вайскопф быстро осознали, сколь далеко идущие следствия содержатся в экспериментальном результате итальянской группы, и в феврале 1947 г. написали совместную короткую заметку [4, стр.232]. Впоследствии Ферми и Теллер подробно проанализировали процесс захвата мезотронов в веществе, чтобы удостовериться в том, что они ничего не упустили в своем рассмотрении [4, стр.233]. Об этих трудностях было упомянуто на конференции в Шелтер-Айленде, на которой Маршак (как ранее **независимо от него** Саката и Инуи) высказал предположение о существовании двух типов мезонов» (Сегре, 1973, с.232-233).

Приведем еще один источник, который показывает, что японские ученые пришли к заключению о существовании двух типов мезонов еще до экспериментов М. Конверси и его коллег. Борис Булюбаш в книге «Мистер «нейтрино»: страницы биографии академика Понтекорво» (2019) пишет: «Точности ради отметим, что на самом деле идея о существовании двух типов мезонов была выдвинута еще до окончания Второй мировой войны. Японские физики пытались как-то объяснить данные, свидетельствовавшие (еще до экспериментов группы Конверси!), что мезоны космических лучей взаимодействуют с веществом явно слабее, нежели предполагалось Юкавой. Они предположили существование тяжелого и легкого мезонов и распад тяжелого мезона на более легкий и нейтральную частицу, которую «можно считать эквивалентной нейтрино». Более того, японские физики полагали, что эту частицу следует отличать от нейтрино, возникающих при бета-распаде» (Булюбаш, 2019, с.131-132).

**289. Открытие нового квантового числа – странности.** Квантовое число под названием «странность» появилось в физике элементарных частиц благодаря Мюррею Гелл-Манну и Кацухико Нишиджиме, которые независимо друг от друга нашли правильную интерпретацию экспериментов по исследованию «поведения» гиперонов и каонов (К-мезонов).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) говорит о Кацухико Нишиджиме: «Работы относятся к физике элементарных частиц и квантовой теории поля. В 1954 **независимо от М. Гелл-Манна** ввел понятие странности (нового квантового числа) и открыл закон сохранения странности. Вывел для странных частиц формулу, связывающую электрический и барионный заряды, странность и третью проекцию изотопического спина (формула Гелл-Манна - Нишиджимы)» (Храмов, 1983, с.198).

**290. Открытие закона ассоциативного рождения странных частиц (К-мезонов и гиперонов).** Идею об ассоциативном рождении странных частиц выдвинули независимо друг от друга американский физик Абрахам Пайс (1918-2000) и советский ученый Бруно Максимович Понтекорво (1913-1993).

Б. Понтекорво в статье «И.Я. Померанчук и начало физики высоких энергий» (Б. Понтекорво, «Избранные труды», том 2, 1997) повествует: «Главные действующие лица в рассказе – это гипероны и каоны – частицы, которые сегодня называются странными частицами. Необходимо учесть, что слово «странность» - это сегодня технический термин, но когда-то давным-давно эти частицы назывались странными потому, что они имеют удивительные свойства. Чем они были удивительны? Они удивительны тем, что рождаются в столкновениях при высоких энергиях с очень большой вероятностью, а распадаются самопроизвольно с очень большим временем жизни (т.е. с малой вероятностью). Этот кажущийся парадокс – большая вероятность рождения и большое время жизни – был замечен мною **независимо** от американских физиков Гелл-Манна и Пайса в 1951 г., и я очень кратко рассказал о моих суждениях Исааку Яковлевичу, когда он приехал в Дубну на семинар» (Понтекорво, 1997, с.133-134). В том же 2-ом томе «Избранных трудов» (1997), в автобиографическом очерке Понтекорво повторяет свою мысль: «В 1951 г. я заметил явное противоречие между большой вероятностью рождения некоторых частиц (которые сегодня, кстати, называют странными) и их большим средним временем жизни и в 1953 г. **независимо от А. Пайса** предсказал закон ассоциативного рождения К-мезонов совместно с гиперонами» (там же, с.140-141).

Об этом же сообщает В.П. Джелепов в статье «Гений Бруно Понтекорво» (Б. Понтекорво, «Избранные труды», том 2, 1997): «В 1951 г., проанализировав имевшиеся результаты опытов по рождению гиперонов и тяжелых мезонов и обнаружив резкое и непонятное несоответствие между значительной вероятностью их образования и относительно большими временами жизни  $10^{-9} - 10^{-10}$  с, он сформулировал, **независимо от А. Пайса**, гипотезу об ассоциативном образовании гиперонов и тяжелых мезонов в сильном взаимодействии» (Джелепов, 1997, с.212).

Сошлемся также на книгу Бориса Булюбаша «Мистер «нейтрино»: страницы биографии академика Понтекорво» (2019), где автор указывает: «Описывая основные события в истории изучения странных частиц, Понтекорво недвусмысленно заявляет о своей причастности к одному из важнейших сюжетов этой истории – к гипотезе ассоциативного рождения странных частиц. По словам Понтекорво, эту гипотезу он выдвинул **независимо от Абрахама Пайса**. Из рассказа Бруно Максимовича следует, что еще одним участником до тех пор неизвестного эпизода его научной биографии был Померанчук. Об обсуждении с Померанчуком свойств странных частиц Понтекорво однажды уже рассказывал, выступая в 1972 году на вечере его памяти в Центральном лектории политехнического музея» (Булюбаш, 2019, с.181-182).

**291. Разработка схемы для описания ассоциативного рождения странных частиц.** Схему описания ассоциативного рождения странных частиц разработали независимо друг от друга Мюррей Гелл-Манн и Кацухико Нишиджима (совместно с Тадао Накано).

В.Л. Фитч в Нобелевской лекции «Открытие несохранения комбинированной четности» (УФН, 1981, том 135, № 2) говорит: «Интерес к физике К-мезонов возник у меня в 1952-1953 гг., когда я работал в Колумбии, где вместе с Джимом Рейнуотером занимался изучением мезоатомов. В то время основной темой наших разговоров в коридорах института и за чашкой кофе было странное поведение частиц, недавно обнаруженных в космических лучах. Говоря это, я имею в виду большую вероятность их рождения в сочетании с весьма малой скоростью распада: в результате бомбардировки протонов пионами  $\Lambda^0$ -частицы рождались в  $10^{13}$  раз интенсивнее, чем впоследствии они же распадались снова на протоны и пионы. Приехавший в Колумбию Пайс поделился своими идеями об ассоциативном рождении  $\Lambda^0$ -частиц как о возможном объяснении этой аномалии [2]. Гелл-Манн также обсуждал схему, которая была предложена им и **независимо** Накано и Нишиджимой для описания такого ассоциативного рождения [3], [4]» (Фитч, 1981, с.185-186).

Здесь [2] – работа А. Пайса (1952); [3] – работа М. Гелл-Манна (1953); [4] – исследование К. Нишиджимы и Т. Накано (1953).

**292. Формулировка принципа изотопической инвариантности для странных частиц.** Мюррей Гелл-Манн и Кацухико Нишиджима независимо друг от друга пришли к идее, согласно которой следует распространить на странные частицы (гипероны и К.-мезоны) принцип изотопической инвариантности, ранее примененный к нуклонам и  $\pi$ -мезонам.

К.Н. Мухин и В.Н. Тихонов в статье «Старая и новая экзотика в мире элементарных частиц» (УФН, 2001, том 171, № 11) отмечают: «В 1953-1954 гг. американский теоретик М. Гелл-Манн и японский К. Нишиджима предложили распространить принцип изотопической инвариантности на К-мезоны и гипероны, введя для них **по аналогии** с нуклонами и  $\pi$ -мезонами понятия изотопического спина и изотопических мультиплетов» (Мухин, Тихонов, 2001, с.1221-1222).

Об этом же сообщают В. Гольданский и Е. Лейкин в книге «Превращения атомных ядер» (1958): «Таким образом, изучение свойств «странных» частиц дало много новых примеров слабых взаимодействий, происходящих без участия электронов и нейтрино или  $\mu$ -мезонов и нейтрино. Объяснение всех этих новых фактов удалось дать на основании уже введенных выше представлений об изотопическом спине, **независимо развитых** и видоизмененных для «странных» частиц Гелл-Манном и Нишиджимой» (Гольданский, Лейкин, 1958, с.61).

**293. Открытие правила Накано – Нишиджимы – Гелл-Манна.** Речь идет о формуле, которая выражает величину электрического заряда адрона (элементарной частицы) через проекцию изоспина и гиперзаряд. Эту формулу получили независимо друг от друга японские физики Тадао Накано и Кацухика Нишиджима, с одной стороны, и Мюррей Гелл-Манн – с другой.

В.Е. Белонучкин, Д.А. Заикин и Ю.М. Ципенюк во 2-ом томе книги «Курс общей физики. Основы физики» (2007) пишут: «Значение электрического заряда частиц, входящих в изотопический мультиплет, дается обобщенной формулой Гелл-Манна – Нишиджимы, предложенной американским физиком М. Гелл-Манном и японским физиком К. Нишиджимой, **независимо друг от друга**... Внимательное рассмотрение обычных и странных адронов позволило выяснить, что изотопические мультиплеты в свою очередь группируются в еще большие семейства - супермультиплеты» (Белонучкин и др., 2007, с.212).

И.М. Капитонов в книге «Введение в физику ядра и частиц» (2010) поясняет: «Решающее значение для классификации адронов имело правило (формула), установленное

Накано, Нишиджимой и Гелл-Манном в 1953 г., которое для краткости мы будем называть правилом ННГ. Было обнаружено, что и барионы (антибарионы), и мезоны (антимезоны) образуют группы по 8-10 частиц с одинаковым спином и четностью, расположенные в ограниченном интервале масс (эти группы называют супермультиплетами); характеристики адронов связаны правилом ННГ и в диктуемой этим правилом координатной плоскости супермультиплеты образуют фигуры с высокой степенью симметрии» (Капитонов, 2010, с.172).

Процитируем еще одну работу. Еитиро Намбу в книге «Кварки. На переднем крае физики элементарных частиц» (1984) говорит о Нишиджиме: «Совместно со своим коллегой по Осакскому университету Накано он предлагает правило Накано – Нишиджимы. В США к тому же результату **одновременно и независимо** пришел Гелл-Манн» (Намбу, 1984, с.74).

#### **294. Формулировка идеи о существовании пион-нуклонного резонансного состояния.**

В начале 1950-х годов в Чикагском университете (США) был запущен новый ускоритель элементарных частиц – синхротрон, энергия которого достигала 450 МэВ. Используя данный ускоритель, Энрико Ферми бомбардировал пучками пионов ( $\pi$ -мезонов) различные мишени и сделал неожиданное открытие. Выяснилось, что рассеяние пионов на протонах имеет резонансный характер. В связи с этим сотрудник лаборатории Э. Ферми – американский физик Кейт Бракнер (1924-2014) высказал идею о существовании пион-нуклонного резонансного состояния. Но К. Бракнер не был единственным автором этой догадки: независимо от него к аналогичному предположению пришли японские ученые Фудзимото и Миядзава.

Еитиро Намбу в книге «Кварки. На переднем крае физики элементарных частиц» (1984) пишет об опытах Энрико Ферми по исследованию взаимодействия пионов с протонами и нейтронами (нуклонами): «Результаты опытов оказались неожиданными: сечение рассеяния постепенно возрастало по мере увеличения энергии пучка пионов. Работавший вместе с Ферми молодой теоретик Бракнер высказал предположение, что дело здесь в существовании пион-нуклонного резонансного состояния. Ту же идею **независимо от Бракнера** выдвинули Фудзимото и Миядзава. Резонансное состояние можно трактовать также как частицу с чрезвычайно коротким временем жизни» (Намбу, 1984, с.78).

#### **295. Построение теории слабых взаимодействий.**

С тех пор, как Энрико Ферми (1934) разработал теорию бета-распада атомов, в физике накапливались экспериментальные данные, требовавшие усовершенствования (корректировки) данной теории. В частности, стало ясно, что в случае бета-распада имеет место сочетание векторного (V) и аксиального (A) токов, тогда как Э. Ферми полагал, что реальным является лишь векторный (V) ток. Кроме того, было открыто несохранение четности (симметрии) в слабых взаимодействиях, которое также следовало учитывать. Усовершенствованием теории Э. Ферми занялись Р. Фейнман и М. Гелл-Манн. В процессе этой работы они построили теорию, получившую название теории слабых взаимодействий, или концепции универсального (V-A) взаимодействия. Совершенно независимо от них аналогичную теорию создали их соотечественники Роберт Маршак и Джордж Сударшан (1931-2018), а также японский физик Джон Сакураи (1933-1982).

А.И. Ахиезер и М.П. Рекало в книге «Биография элементарных частиц» (1979) пишут: «V-A-вариант слабого взаимодействия был предложен в 1958 г. **независимо** тремя группами авторов: Маршаком и Сударшаном, Фейнманом и Гелл-Манном, а также Сакураи. Все эти авторы при выборе этого варианта теории слабого взаимодействия руководствовались соображениями симметрии...» (Ахиезер, Рекало, 1979, с.105).

Об этом же сообщает А.В. Смилга в книге «Квантовая теория поля на обед» (2019): «В 1957 г. в двух **независимых** статьях – в статье Роберта Маршака и Джорджа Сударшана и в статье Фейнмана и Гелл-Манна – было показано, что чисто векторный ток  $V_\mu$  должен

быть в теории Ферми заменен на комбинацию  $V_{\mu} - A_{\mu}$  – разность векторного тока и аксиального. И это касается не только лептонного, но также адронного тока, сделанного из протонного и нейтронного поля (как мы сейчас понимаем, здесь следует говорить скорее о кварковых полях). В отличие от исходной теории Ферми, модифицированная теория V-A объясняла обсуждавшиеся выше поляризации и угловые асимметрии, в то время как предсказания для энергетического спектра испускаемых электронов не сильно отличались от предсказаний Ферми» (Смилга, 2019, с.106).

О том, что Р. Маршак и Дж. Сударшан разработали теорию слабых взаимодействий независимо от М. Гелл-Манна и Р. Фейнмана, пишет также С.С. Герштейн в статье «О новом развитии теории гравитации» (журнал «Природа», 2014, № 4): «...Р. Фейнман и М. Гелл-Манн и **независимо** Р. Маршак и Дж. Сударшан открыли закон универсального так называемого (V-A) слабого взаимодействия. Получалось, что слабое взаимодействие, подобно электромагнитному, переносится векторными частицами и, аналогично электромагнитному току, сохраняется слабый векторный ток» (Герштейн, 2014, с.4).

Приведем еще один источник. К.Н. Мухин и В.Н. Тихонов в статье «Старая и новая экзотика в мире элементарных частиц» (УФН, 2001, том 171, № 11) поясняют: «...Теоретические и экспериментальные достижения привели практически **одновременно** (в 1958 г.) ряд физиков (Гелл-Манн и Фейнман [77], Маршак и Сударшан [78], Сакураи [79]) к окончательной формулировке универсальной четырехфермионной теории слабого взаимодействия, основные положения которой заключаются в следующих восьми пунктах:

- 1) исключительная слабость (медленность) взаимодействия по сравнению с сильным и электромагнитным взаимодействиями;
- 2) универсальность (сохранение слабого векторного тока...);
- 3) точечность (контактность) взаимодействия;
- 4) (V - A)-вариант;
- 5) нарушение P- и C-инвариантности;
- 6) левая поляризация всех лептонов и правая всех антилептонов;
- 7) сохранение лептонных чисел;
- 8) согласие выводов теории с предположением  $m_{\nu} = 0$ » (Мухин, Тихонов, 2001, с.1240).

**296. Изобретение пузырьковой камеры – эффективного детектора элементарных частиц.** Создателем пузырьковой камеры считается американский физик Дональд Глазер (1926-2013), который в 1960 г. удостоен Нобелевской премии за свое изобретение. Разработанное им устройство позволяет регистрировать следы быстрых заряженных частиц, а действие устройства основано на вскипании перегретой жидкости вдоль траектории частицы. Однако следует отметить, что независимо от американского ученого к идее создания пузырьковой камеры пришел советский физик, автор знаменитого предсказания самофокусировки света, Гурген Ашотович Аскарьян (1928-1997).

В 1-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) рассказывается о том, как Дональд Глазер изобрел новый прибор для детектирования частиц: «Глазер пытался установить, могут ли частицы высоких энергий быть «пусковыми механизмами» кипения перегретой жидкости под давлением. Он стал экспериментировать с бутылками подогретого пива и газированных прохладительных напитков, чтобы определить, влияет ли реактивный источник на пенообразование. В конце концов, после более тонких экспериментов и расчетов он обнаружил, что при соответствующих условиях радиация могла бы «запускать» кипение жидкости. Например, если диэтиловый эфир нагреть до 140°C (т.е. до температуры, которая намного выше его нормальной точки кипения), то под действием радиации – космических лучей или от любого другого источника – он мгновенно закипает. Используя набор небольших стеклянных камер различной формы с рабочим объемом в несколько кубических сантиметров и с перегретым эфиром в качестве рабочего вещества, Глазер попытался точно определить треки частиц ионизирующего излучения» («Лауреаты Нобелевской премии», 1992, с.354-355).

Теперь мы приведем сведения о проекте пузырьковой камеры, автором которого был Г.А. Аскарьян. Б.М. Болотовский в статье «Роскошь общения с Гургеном Аскарьяном» (журнал «Природа», 2000, № 2) пишет: «В октябре 1952 г. Гурген был зачислен в аспирантуру Института химической физики Академии наук. Его научным руководителем стал академик Я.Б. Зельдович. В предварительных разговорах Аскарьян рассказал ему о своем проекте пузырьковой камеры. Зельдович довольно скептически отнесся к идее и сказал, что на этом пути вряд ли можно ожидать успеха» (Болотовский, 2000, с.70).

Об этом же сообщается в очерке Б.М. Болотовского «Гурген Ашотович Аскарьян (1928-1997)» (сборник «Памяти Г.А. Аскарьяна», 2000): «Пусть через перегретую жидкость движется заряженная частица. Она теряет энергию на ионизацию и возбуждение атомов в жидкости. Энергия эта невелика, но она достаточна для того, чтобы перегретая жидкость на пути частицы закипела. И тогда вдоль пути частицы появится цепочка из пузырьков пара. След частицы в жидкости можно будет увидеть. Г. Аскарьян провел несложные предварительные расчеты и пришел к выводу, что такое устройство вполне можно осуществить. Но он не нашел поддержки, и его замысел так и не был осуществлен. У Г. Аскарьяна не было никакого опыта научной работы. Он не опубликовал свое предложение и ограничился тем, что обсудил его с несколькими физиками. Но прошло несколько лет, и устройство, которое он предлагал осуществить, было создано. Американский физик Дональд Артур Глезер **независимо пришел** к такой же идее и осуществил ее в 1952 году. Созданное им устройство использовало перегретую жидкость и позволяло наблюдать следы заряженных частиц. Это устройство было названо пузырьковой камерой. Пузырьковая камера существенно расширила возможности наблюдения в физике элементарных частиц. За ее создание Д.А. Глезер получил Нобелевскую премию по физике за 1960 год» (Болотовский, 2000, с.10).

Сошлемся на еще один источник. Сам Г.А. Аскарьян в очерке «Встречи и размышления», который представлен в сборнике воспоминаний об А.Д. Сахарове «Он между нами жил...» (1996) описывает события 1950-х годов: «Я тогда носился с идеей пузырьковой камеры, которую он (Зельдович – Н.Н.Б.) сразу же авторитетно забраковал, однако когда ее сделал Д. Глезер, и мне оставался лишь довесок в виде камеры на газированной жидкости, Яков Борисович, посопротивлявшись, признал свою ошибку (признание это мне было слабым утешением, тем более что вскорости за пузырьковую камеру Глезер получил Нобелевскую премию)» (Г.А. Аскарьян, 1996).

**297. Открытие «московского нуля», выражающего тот факт, что заряд электрона в квантовой электродинамике (КЭД) обращается в ноль.** Электрон окружен облаком виртуальных электронно-позитронных пар, экранирующих его заряд (эффект электромагнитной поляризации вакуума). В результате этой экранировки заряд электрона, воспринимаемый внешним наблюдателем, уменьшается по сравнению с зарядом «голового» электрона. Если предположить, что законы квантовой электродинамики (КЭД) выполняются для точечного электрона, то в этом случае реально наблюдаемый заряд электрона обращается в ноль. Этот факт (состоящий в том, что любой конечный затравочный заряд экранируется до нуля) получил название «московского нуля». Данный результат установили работавшие в Москве физики Лев Ландау, Алексей Алексеевич Абрикосов (1928-2017) и Исаак Маркович Халатников (1919-2021). Совершенно независимо от них к идее о нуль-заряде пришел еще один советский ученый - Ефим Самойлович Фрадкин (1924-1999).

Б.Л. Иоффе в книге «Без ретуши. Портреты физиков на фоне эпохи» (2004) рассказывает о том, как Ландау, Абрикосов и Халатников открыли «московский нуль»: «Первоначально, когда Ландау формулировал идею, у него было представление, что в результате суммирования старших логарифмов в КЭД возникает то, что сейчас называется асимптотической свободой – взаимодействие станет убывать с ростом  $p^2$ . Такие ожидания сформулированы в первой из серии работ Ландау, Абрикосова и Халатникова, которая была

отправлена в печать еще до того, как был получен окончательный результат. Приезжая в ТТЛ (ИТЭФ – Н.Н.Б.) по средам, Ландау рассказывал, как идут вычисления. Основные идеи (поворот контура интегрирования, введение обрезания, выбор калибровки и т.д.) принадлежали Ландау, но технически все вычисления делали Абрикосов и Халатников – сам Ландау фейнмановской техникой владел плохо. Полученный ими результат подтвердил ожидания – эффективный заряд в КЭД убывал с ростом энергии. Галанин и я решили повторить эти вычисления. Нам хотелось провести ту же идею в нашей системе перенормированных уравнений. (В дальнейшем вместе с Померанчуком мы это сделали). Однако уже вычисление первой петли привело к противоположному результату: эффективный заряд не убывал, а рос с ростом энергии! В ближайшую среду мы рассказали это Ландау и убедили его в своей правоте» (Иоффе, 2004, с.18-19).

О том, что Е.С. Фрадкин независимо открыл «московский нуль», сообщает В.Я. Файнберг в статье «Встречи с И.Я. Померанчуком» (сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке», 1988): «Целая серия встреч и обсуждений с И.Я. Померанчуком в 1954-1955 гг. связана с проблемой «нуль-заряда», или «московского нуля». Научная сторона вопроса довольно полно отражена в обзоре В.Б. Берестецкого [6]. Вклад И.Я. Померанчука и Л.Д. Ландау, безусловно, является важным. Но хотелось бы здесь подчеркнуть, что идея о «заряде нуль» была **независимо высказана** Е.С. Фрадкиным» (Файнберг, 1988, с.82).

Здесь [6] – Берестецкий В.Б. Нуль-заряд и асимптотическая свобода // УФН. – 1976. – Том 120. – С.440.

Аналогичные сведения можно найти в статье Б.Л. Иоффе «Первые годы общения с И.Я. Померанчуком» (сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке», 1988). Б.Л. Иоффе вспоминает: «...Окончательно в работах Ландау, Абрикосова и Халатникова был получен крайне важный, но, увы, пессимистический вывод о внутренней противоречивости квантовой электродинамики на малых расстояниях. Сам Ландау сформулировал его как обращение в нуль физического заряда электрона (т.е. заряда на больших расстояниях) в квантовой электродинамике. В последующей работе Ландау и Померанчук показали, что этот вывод не есть следствие использованных приближений, а носит общий характер, что свидетельствует о кардинальном пороке теории. (Аналогичное заключение **независимо было сделано** Е.С. Фрадкиным)» (Иоффе, 1988, с.93).

Процитируем еще одну работу. Е.Л. Фейнберг в статье «Как важно иногда быть консервативным» (журнал «Природа», 1988, № 6) пишет об электрон-позитронных парах, рождающихся вокруг конкретного электрона, чей заряд мы пытаемся определить: «Положительно заряженные позитроны из пар притягиваются к отрицательно заряженному поляризуемому электрону и образуют вокруг него связанное облако, экранирующее его заряд, а электроны тех же пар отталкиваются и уходят далеко, в бесконечность. Если считать, что теория верна вплоть до сколь угодно малых расстояний (очень важное и правдоподобное, если не учитывать других сил, предположение), то вычисления приводят к неразумному результату: позитронное облако на весьма малых расстояниях полностью экранирует заряд электрона, и наблюдаемый заряд всей этой системы, т.е. реального электрона, должен быть равен нулю. Между тем в действительности это, конечно же, не так. Этот «московский нуль» (его **обнаружили независимо** московские теоретики: с одной стороны, Е.С. Фрадкин, с другой – Л.Д. Ландау и И.Я. Померанчук) делает теорию бессмысленной» (Фейнберг, 1988, с.83).

**298. Получение формул, выражающих зависимость эффективного заряда электрона от импульса, переданного электрону.** Данные формулы получили Л.Д. Ландау, А.А. Абрикосов и И.М. Халатников, а также независимо М. Гелл-Манн и Ф. Лоу).

Л.Б. Окунь в статье «Работы И.Я. Померанчука по физике элементарных частиц» (сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке», 1988) пишет: «В 1955 г. Л.Д. Ландау и И.Я. Померанчук поставили вопрос о внутренней несамосогласованности квантовой электродинамики [22]. (Вплотную к этой работе примыкает работа Исаака Яковлевича [23].

Аналогичные идеи были высказаны Е.С. Фрадкиным [24]). В основе работ [22-24] лежали формулы, которые были получены незадолго до этого Л.Д. Ландау, А.А. Абрикосовым и И.М. Халатниковым [25] и **независимо** М. Гелл-Манном и Ф. Лоу [26]. Эти формулы выражали зависимость эффективного заряда электрона от переданного электрону импульса» (Окунь, 1988, с.194).

Здесь [22] – Ландау Л.Д., Померанчук И.Я. // Доклады АН СССР. – 1955. – Том 102. – С.489.

[23] – Померанчук И.Я. // Доклады АН СССР. – 1955. – Том 103. – С.1005.

[24] – Фрадкин Е.С. // ЖЭТФ. – 1955. – Том 29. – С.258.

[25] – Ландау Л.Д., Абрикосов А.А., Халатников И.М. // Доклады АН СССР. – 1954. – Том 95. – С.497.

**299. Открытие евклидовой формулировки квантовой теории поля.** Разработка евклидовой формулировки квантовой теории поля – заслуга американского физика, лауреата Нобелевской премии Джулиана Швингера и нашего соотечественника Ефима Фрадкина (упомянутого выше). К этой формулировке они пришли независимо друг от друга.

В.Л. Гинзбург, Я.Б. Зельдович, Л.В. Келдыш и др. в статье «Ефим Самойлович Фрадкин» (УФН, 1984, том 142, № 3) указывают: «В релятивистской квантовой статистике Е.С. Фрадкиным впервые получена система функциональных уравнений для производящего функционала и функций Грина, развита диаграммная техника. Он показал, **независимо от Швингера**, в 1959 г., что в пределе нулевых температур и химических потенциалов из этих уравнений возникает евклидова формулировка квантовой теории поля» (Гинзбург и др., 1984, с.533).

Одним из стимулов для развития евклидовой формулировки квантовой теории поля явилась обнаруженная Швингером (и не только им) аналогия: обратная температура статистической механики эквивалентна мнимому времени квантовой теории. И.М. Халатников в книге «Дау, Кентавр и другие» (2008) приводит слова Александра Мигдала, сына Аркадия Мигдала: «Меня приняли в Институт Ландау в 1969 году, после защиты кандидатской диссертации. Оглядываясь назад, понимаю, что это было время больших открытий в области физики твердого тела (главное направление в Институте Ландау) и физики элементарных частиц. Оба эти направления развивались взаимосвязанно благодаря известной **анalogии**, предсказанной великим Джулианом Швингером, который заметил, что обратная температура статистической механики эквивалентна мнимому времени квантовой теории» (Халатников, 2008, с.187).

Об этой же аналогии пишет М. Кройц в статье «Физика высоких энергий» (УФН, 1984, том 143, № 2): «С точки зрения математики интегралы по траекториям эквивалентны функции распределения в статистической физике; т.е. квантовая теория в четырехмерном пространстве-времени эквивалентна классической статистической гипотетической термодинамической системе с четырьмя пространственными координатами. (В такой аналогии константа связи в квантовой теории поля играет роль обратной температуры)» (Кройц, 1984, с.260).

**300. Получение тождеств Уорда – Фрадкина – Такахаша.** Эти тождества (соотношения), обеспечивающие калибровочную инвариантность квантовой теории, были независимо выведены тремя разными учеными. Первый из них – англо-австралийский физик Джон Клайв Уорд (1924-2000), которого Андрей Дмитриевич Сахаров называл «титаном квантовой электродинамики». Второй – Ефим Самойлович Фрадкин, а третий – японский специалист в области квантовой теории Ясуси Такахаша (1924-2013).

В.Л. Гинзбург, Я.Б. Зельдович, Л.В. Келдыш и др. в статье «Ефим Самойлович Фрадкин» (УФН, 1984, том 142, № 3) пишут: «Крупным достижением Е.С. Фрадкина явился вывод в квантовой электродинамике так называемых тождеств Уорда – Фрадкина –



Такахашаши. Обобщенные на неабелевы калибровочные теории, эти соотношения являются сейчас повсеместно применяемым важнейшим инструментом исследования свойств калибровочных теорий. Эти тождества были получены Е.С. Фрадкиным также в квантовой гравитации» (Гинзбург и др., 1984, с.533).

**301. Классификация сильновзаимодействующих элементарных частиц, в которой они объединяются в группы.** Значительным шагом вперед в понимании свойств элементарных частиц явилось создание системы этих частиц, подобной системе периодических элементов Д.И. Менделеева. Инструментом разработанной классификации послужила математическая теория групп, а именно теория групп преобразований, изложенная в трудах норвежского математика Софуса Ли (1842-1899). Перенести идеи и методы теории групп в физику частиц для их классификации догадались независимо друг от друга Мюррей Гелл-Манн и израильский физик Юваль Нееман (1925-2006).

Джон и Мэри Гриббин в книге «Ричард Фейнман: жизнь в науке» (2002) пишут: «В 1961 году Гелл-Манн и израильский физик Юваль Нееман (который тогда работал в Лондонском университете в Англии) **независимо друг от друга** нашли способ расположения адронов в соответствии с их свойствами (массой, зарядом и т.д.) в виде модели, которую Гелл-Манн окрестил «восьмеричным путем», потому что частицы в ней объединялись в октеты. Этот подход очень сильно напоминал принцип, по которому еще в 1860-х годах Дмитрий Менделеев объединил химические элементы в систему, которую мы теперь называем периодической таблицей» (Гриббин, Гриббин, 2002, с.184).

Этот же факт освещает Шелдон Глэшоу в книге «Очарование физики» (2002): «Мюррей Гелл-Манн в Калифорнийском технологическом институте, а также **независимо от него** Юваль Нееман из Израиля изобрели теорию, которая стала известной под названием «восьмеричного пути». Она внесла некоторый порядок в беспорядочную кучу вновь открытых частиц. Их теория предсказывала, что элементарные частицы должны образовывать четко определенные мультиплеты, состоящие из восьми членов (при должном представлении образующими шестиугольник) или из десяти членов (образующих треугольник). <...> Существование всех частиц в двух шестиугольных массивах уже было известно, но три частицы из треугольника еще не наблюдали. В 1962 г. были открыты  $\Xi^{*0}$  и  $\Xi^{*-}$ , и Гелл-Манн немедленно предсказал, какими свойствами должна обладать одна отсутствующая частица. И вот! Ник Самиос и его друзья увидели  $\Omega$  в Брукхейвенской национальной лаборатории. Она вела себя именно так, как предсказал Гелл-Манн» (Глэшоу, 2002, с.136).

Автор поясняет: «Группирование адронов в супермультиплеты включает восемь квантовых чисел и называется «восьмеричным путем». Его математической основой является раздел теории групп, изобретенный в девятнадцатом веке норвежским математиком Софусом Ли. Группа Ли, на которой основан восьмеричный путь, называется SU (3), что означает специальная унитарная группа матриц размера  $3 \times 3$ . Теория требует, чтобы все адроны принадлежали к семействам, соответствующим представлениям группы SU (3)» (там же, с.166).

Учитывая, что до исследований М. Гелл-Манна и Ю. Неемана существовала классификация адронов, предложенная японским физиком Сеити Сакатой (она не выдержала проверку временем), К.И. Щелкин в книге «Физика микромира» (1968) отмечает: «На смену модели Сакаты пришла модель Гелл-Манна и инженер-полковника израильской армии, переквалифицировавшегося в физика, И. Неемана, разработавших ее в 1961 г. **независимо друг от друга**» (Щелкин, 1968, с.210).

**302. Открытие общей формулы для масс адронов в любом их мультиплете.** Общая формула для масс адронов в любом их мультиплете (семействе частиц) получила название формулы Окубо – Гелл-Манна. Ее открыли независимо друг от друга Мюррей Гелл-Манн и японский физик Сусуму Окубо (1930-2015). С.Ю. Вербин в статье «Номинирование на

Нобелевскую премию по физике (1900-1966)» (журнал «Вопросы истории естествознания и техники», 2018, том 39, № 4) перечисляет ученых, которые номинировались на Нобелевскую премию в 1960-е годы: «...В 1965 и 1966 гг. – израильтянин Ювал Нееман (1925-2006), предложивший мультиплетную схему классификации адронов, и японец Йосио Онуки (род. 1928), сформулировавший SU(3)-симметрию. Отметим также номинацию 1965 г. С. Окубо, который **независимо от Гелл-Манна** вывел общую формулу для масс адронов в любом их мультиплете» (Вербин, 2018, с.689-690).

**303. Выдвижение гипотезы кварков.** К середине 1960-х годов количество экспериментально обнаруженных адронов (частиц, участвующих в сильных взаимодействиях) достигло такой величины, что возникло подозрение о существовании частиц, из которых состоят сами адроны. Поскольку М. Гелл-Манн использовал в своих исследованиях группу преобразований трехмерного пространства, которая называется группой SU (3), он пришел к выводу, что трем векторам трехмерного пространства, в котором действует указанная группа SU (3), должны соответствовать три частицы с дробными электрическими зарядами. Американский физик назвал их «кварками». Независимо от М. Гелл-Манна аналогичную гипотезу о частицах, составляющих адроны, выдвинул его соотечественник Джордж Цвейг (род. 1937 г.). Он считал базовыми, то есть истинно элементарными, не три частицы, как у М. Гелл-Манна, а четыре, называя их «тузами».

Б. Паркер в книге «Мечта Эйнштейна. В поисках единой теории строения Вселенной» (2000) пишет: «В 1964 году Мюррей Гелл-Манн из Калифорнийского технологического института и, **независимо от него**, Георг Цвейг из Женевы предложили решение проблемы. Они предположили, что адроны состоят из трех фундаментальных частиц, которые Гелл-Манн назвал кварками (в предложенной схеме есть и антикварки). С физической точки зрения теория была замечательной – она предсказывала все наблюдаемые частицы и позволяла свести число действительно элементарных типов адронов во Вселенной всего к трем; с таким числом справиться значительно легче» (Паркер, 2000, с.12).

Независимость исследований М. Гелл-Манна и Дж. Цвейга отмечается во многих источниках. Так, Г.У. Кендалл в своей Нобелевской лекции «Глубоко-неупругое рассеяние: эксперименты на протоне и наблюдение скейлинга» (УФН, 1991, том 161, № 12) говорит: «Кварк был рожден в 1964 г. в статье Мюррея Гелл-Манна [9] и, **независимо**, Джорджем Цвейгом [10]. Для них обоих кварк (термин, который Цвейг поначалу не использовал) был способ генерировать SU(3)-симметрию, «восьмеричный» путь, крайне успешную схему, предложенную в 1961 г. Гелл-Манном и Нееманом [11] для классификации адронов. Было обнаружено, что комбинации кварков со спином  $\frac{1}{2}$ , дробными электрическими зарядами и другими подходящими квантовыми числами воспроизводят мультиплетные структуры всех наблюдаемых адронов. Дробные заряды не были необходимы, но обеспечили наиболее элегантную и экономичную схему» (Кендалл, 1991, с.79).

Процитируем еще одну работу. К.Н. Мухин и В.Н. Тихонов в статье «Старая и новая экзотика в мире элементарных частиц» (УФН, 2001, том 171, № 11) пишут: «Полный успех пришел, когда Гелл-Манн [41] и Цвейг [42] **независимо и одновременно** (1964 г.) сделали совершенно невероятное, на первый взгляд, предположение о существовании в природе частиц с дробными значениями барионного числа и электрического заряда, вследствие чего (как тогда предполагали) их пока не обнаружили в природе (на самом деле, как мы увидим ниже, не из-за этого). Гелл-Манн назвал эти частицы кварками, а Цвейг - тузами» (Мухин, Тихонов, 2001, с.1227-1228).

**304. Разработка концепции масштабной инвариантности (скейлинга) в лептон-адронных взаимодействиях при высоких энергиях.** Данную концепцию разработали независимо друг от друга Ричард Фейнман (Нобелевская премия, 1965 г.) и Джеймс Бьеркен (род. 1934 г.). Последний является лауреатом ряда престижных научных наград: премии

Эрнеста Лоуренса (1977), премии имени И.Я. Померанчука (2000), премии Вольфа (2015). В современной физике существует термин «скейлинг Бьеркена» - свойство инвариантности формфакторов глубоко неупругого процесса рассеяния электрона на нуклоне относительно изменения импульса и энергии этих процессов в одно и то же число раз. Джеймс Бьеркен обнаружил эффект скейлинга в 1969 г. в ходе анализа результатов опытов по рассеянию электронов на протонах на Стэнфордском ускорителе электронов. Р. Фейнман независимо сделал аналогичное открытие, изучая тот же процесс рассеяния электронов в Стэнфордском эксперименте. Отметим, что этот эксперимент поставили Джером Фридман (род. 1930 г.) и Генри Кендалл (1926-1999).

Джим Бэгготт в книге «Бозон Хиггса: от научной идеи до открытия «частицы Бога» (2015) пишет о том, как Р. Фейнман и Дж. Бьеркен, проанализировав эксперименты Дж. Фридмана и Г. Кендалла по рассеянию электронов на протонах, разработали идею скейлинга: «Он (Фейнман – Н.Н.Б.) услышал о работе группы физиков из МИТ и Стэнфордского центра над глубоко неупругим рассеянием. Должен был вот-вот начаться второй круг экспериментов, но физики всё еще думали над интерпретацией данных предыдущего года. Бьеркена не было в городе, но его научный сотрудник Эммануэль Пасчос рассказал Фейнману о поведении структурной функции и спросил, что он насчет этого думает. Увидев данные, Фейнман заявил: «Всю жизнь я искал такой эксперимент, который мог бы проверить теорию поля для сильного взаимодействия!» И в ту же ночь в номере своего мотеля он всё разложил по полочкам. Он считал, что поведение частиц, которое наблюдали экспериментаторы, связано с распределением импульса точечных элементов глубоко внутри протона. Фейнман назвал эти элементы «партоны» - буквально «части протона», - чтобы не впутываться в конкретные модели внутреннего строения протона. «Мне правда нужно вам кое-что показать, - сказал Фейнман Фридману и Кендаллу на следующее утро. – Я до всего додумался в мотеле вчера ночью!» Бьеркен и **сам уже пришел** к большинству выводов, которые изложил перед ними Фейнман, и Фейнман признал его приоритет» (Дж.Бэгготт, 2015).

Советский физик Виктор Наумович Грибов (1930-1997) – еще один ученый, самостоятельно открывший эффект скейлинга при изучении процессов превращения электрон-позитронных пар в адроны. Как отмечают специалисты, В.Н. Грибов (совместно с Б.Л. Иоффе и И.Я. Померанчуком) сделал это открытие до появления гипотезы Р. Фейнмана о том, что адроны состоят из точечных частиц, названных им «партонами». Я.И. Азимов, А.В. Ефремов, Б.Л. Иоффе и др. в статье «Владимир Наумович Грибов (к шестидесятилетию со дня рождения)» (УФН, 1990, том 160, № 10) пишут: «В классической работе В.Н. Грибова, Б.Л. Иоффе и И.Я. Померанчука показано, что сечение аннигиляции электрон-позитронных пар в адроны должно иметь скейлинговое поведение, и этот вывод был сделан до появления и развития партонной модели» (Азимов и др., 1990, с.195).

**305. Формулировка гипотезы цвета кварков.** Гипотеза о том, что кварки обладают цветом и могут находиться в трех различных цветовых состояниях, понадобилась ученым, чтобы устранить противоречие между теорией кварковой структуры адронов и принципом Паули, который запрещает фермионам - частицам, подчиняющимся статистике Ферми-Дирака, находиться в одном и том же квантовом состоянии (иметь одинаковые квантовые числа). Предположение о том, что кварки обладают новым квантовым числом – цветом, сформулировали независимо друг от друга две группы ученых. Первая группа – это советские ученые Н.Н. Боголюбов, Б.В. Струминский и А.Н. Тавхелидзе, а вторая – работавшие в США физики Еитиро Намбу и Мо Хан (Хан – кореец по происхождению). Аналогичную гипотезу также высказал японский исследователь И. Миямото.

А.А. Логунов и В.А. Петров в книге «Как устроен электрон?» (1988) пишут: «Загвоздка же была в том, что все эти три одинаковых кварка – фермионы, а принцип Паули запрещает им находиться в одном и том же состоянии. Ответ был найден очень простой: надо сделать эти кварки разными. Как? Да просто снабдить их еще одним названием или

номером, и тогда верхних кварков будет несколько, и для дельта-плюс-плюс – бариона надо взять «верхние» кварки, отличающиеся этими новыми номерами. В этом случае принцип Паули никаких запретов не налагает. Так и сделали советские физики Николай Николаевич Боголюбов, Борис Владимирович Струминский и Альберт Никифорович Тавхелидзе и, **независимо от них**, японцы М. Хан и Е. Намбу, введя три дополнительных номера, утроив каждый из уже имевшихся трех сортов кварков» (Логунов, Петров, 1988, с.85-86).

Об этом же сообщает С.С. Герштейн в статье «Что такое цветовой заряд, или какие силы связывают кварки» («Соросовский образовательный журнал», 2000, том 6, № 6): «Таким образом, каждый тип (аромат) кварков должен быть представлен тремя цветовыми состояниями. Назовем их условно красным, синим и желтым. Антикваркам при этом следует приписать противоположное значение цвета: антикрасное, антисинее и антижелтое. Гипотеза, что каждый кварк имеет три различных цветовых состояния, была высказана в 1965 году **независимо** советскими физиками Н.Н. Боголюбовым, Б.В. Струминским и А.Н. Тавхелидзе и американскими М. Ханом и И. Намбу. (Еще раньше, в 1964 году, в несколько другой форме ее предложил американский физик О. Гринберг)» (Герштейн, 2000, с.80).

Этот же вопрос обсуждает Е. Намбу в статье «Почему нет свободных кварков» (УФН, 1978, том 124, № 1): «Гринберг предположил, что кварки могут не удовлетворять статистике Ферми-Дирака, а вместо этого подчиняются другому необычному набору правил, которые он назвал пара-ферми-статистикой по модулю 3. В то время как в статистике Ферми-Дирака определенное состояние может быть занято только одной частицей, в пара-ферми-статистике оно может быть занято тремя частицами, но не более. Другой подход к этой проблеме был несколько позднее предложен М.-И. Ханом из университета Дьюка и мной, а также, **независимо**, А. Тавхелидзе в Объединенном институте ядерных исследований в СССР и Й. Миямото в Токийском университете. Вместо того, чтобы менять правила, мы изменили кварки» (Намбу, 1978, с.153).

**306. Выдвижение гипотезы о механизме удержания кварков в составе адронов.** Еитиро Намбу, Герард Хоофт (получивший в 1999 г. Нобелевскую премию по физике), а также Стэнли Мандельштам (1928-2016) независимо друг от друга разработали теорию, описывающую механизм неспособности кварков покинуть адроны, то есть механизм невылетания кварков из частиц, участвующих в сильных взаимодействиях. Эта теория еще не получила экспериментального подтверждения, но ключевая идея, лежащая в ее основе, весьма нетривиальна.

Н.Г. Плетнев в докторской диссертации «Квантовая динамика в суперсимметричных моделях теории поля» (Новосибирск, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН, 2011) пишет: «В середине 70-х Намбу, Хоофт и Мандельштам [11], [12], [13] **независимо выдвинули** гипотезу дуального эффекта Мейсснера как определяющего механизм удержания цвета. В этом предложении конденсат монополей в хромозлектрических теориях приводит к формированию неабелевой трубки потока между пробными кварками. Однако, несмотря на огромное количество работ, посвященных превращению этого сценария в физическую парадигму, мы до сих пор не имеем главных «строительных блоков», таких, как неабелевые струнно-подобные конфигурации» (Н.Г. Плетнев, 2011).

Следует отметить, что Герард Хоофт (1976) разработал модель невылетания кварков из адронов по аналогии с эффектом Мейсснера в сверхпроводнике, который, как известно, состоит в том, что сверхпроводник выталкивает магнитное поле, не позволяя ему проникнуть внутрь сверхпроводника. Г. Хоофт предположил, что механизмом невылетания (удержания, пленения) кварков внутри адронов является образование трубки электрического поля между кварком и антикварком, по аналогии с образованием струны Абрикосова в сверхпроводнике. Похожее объяснение невылетания кварков (как отмечено выше) предложили С. Мандельштам и Е. Намбу. М.И. Поликарпов в статье «Фракталы, топологические дефекты и невылетание в решеточных калибровочных теориях» (УФН, 1995,

том 165, № 6) пишет: «Наиболее популярное теоретическое объяснение невылетания основано на модели, предложенной Хоофтом и Мандельштамом [8, 9], в которой трубка электрического поля, возникающая между кварком и антикварком, является дуальным аналогом струны Абрикосова [10] в сверхпроводнике. Для этого нужно, чтобы вакуум теории был подобен сверхпроводнику, однако вместо конденсата куперовских пар необходимо существование конденсата монополей; такой вакуум обычно называют «дуальным сверхпроводником» (Поликарпов, 1995, с.629).

Здесь [9] – Mandelstam S. // Physics Reports. – 1976. – Vol.23. – P.245;

[10] – Абрикосов А.А. // ЖЭТФ. – 1957. – Том 32. – С.1442.

Указанная аналогия Г. Хоофта и Е. Намбу обсуждается также в автореферате диссертации В.А. Белавина «Невылетание цвета и монополи в решеточных калибровочных теориях» (2004).

**307. Предсказание четвертого кварка (кварка очарования).** Существование четвертого кварка – кварка очарования (очарованного кварка) теоретически предсказали независимо друг от друга американские физики Шелдон Глэшоу (род. 1932 г.) и упомянутый выше Джеймс Бьеркен, с одной стороны, и японский исследователь Й. Хара – с другой.

М.Б. Волошин в статье «Спектр чармония и взаимодействие кварков» (журнал «Природа», 1979, № 1) отмечает: «Как уже говорилось в самом начале, чармоний является системой, состоящей из нового кварка и соответствующего ему антикварка. О существовании наряду с тремя кварками Гелл-Манна и Цвейга еще четвертого кварка теоретики подозревали с 1964 г. Эта гипотеза была высказана американскими физиками Д. Бьеркеном и Ш. Глэшоу и, независимо, японским теоретиком Й. Харой. Кварк (кварк очарования – Н.Н.Б.) несет новое квантовое число – очарование, или чарм (по-английски charm, откуда и обозначение с-кварк)» (Волошин, 1979, с.58).

Отметим, что предсказание четвертого кварка (1964) мотивировалось аналогией. В середине 1960-х годов было известно четыре лептона, то есть четыре частицы, являющихся переносчиками слабого взаимодействия. В то же время теория М. Гелл-Манна постулировала существование лишь трех кварков. Еще в 1959 г. на конференции по физике высоких энергий, проходившей в Киеве (СССР), Роберт Маршак и Сусумо Окубо сформулировали идею о том, что между адронами и лептонами должна существовать симметрия (названная впоследствии «киевской симметрией»). Исходя из этой адрон-лептонной симметрии или, лучше сказать, кварк-лептонной аналогии, Ш. Глэшоу совместно с Дж. Бьеркеном и пришли к гипотезе о том, что должен существовать четвертый кварк.

Б. Паркер в книге «Мечта Эйнштейна» (2000) констатирует: «Хотя теория цветов позволила добиться значительных успехов, не всё в ней нравилось Шелдону Глэшоу. В то время было известно четыре лептона, но лишь три кварка, и Глэшоу решил, что между двумя видами частиц должна существовать симметрия» (Паркер, 2000, с.294). «Глэшоу считал, - поясняет автор, - что должен быть четвертый кварк со свойством, аналогичным странности. Он назвал новую характеристику очарованием, а соответствующий кварк очарованным» (там же, с.295).

**308. Открытие J/ψ-мезона, состоящего из очарованного кварка и антикварка.** Американские физики Самуэл Тинг (Массачусетский технологический институт) и Бертон Рихтер (Стэнфордский университет) открыли мезон, состоящий из очарованного кварка и антикварка, не планируя открыть нечто подобное. Каждый из них решал физические задачи, не имевшие какого-либо отношения к данному мезону. Но эксперимент нередко подбрасывает самые настоящие сюрпризы. В таких ситуациях обычно говорят: ученый искал одно, а нашел другое. Поскольку С. Тинг и Б. Рихтер сделали открытие независимо друг от друга, можно сказать, что независимые открытия не исключают элемент случайности (непредсказуемости) в научном поиске.

Еитиро Намбу в книге «Кварки. На переднем крае физики элементарных частиц» (1984) пишет: «Частицу  $J/\psi$  открыли **независимо друг от друга** и практически одновременно группа Тинга из Массачусетского технологического института (США) и группа Рихтера (линейный ускоритель SLAC Станфордского университета, США). За свое открытие они были удостоены в 1976 г. Нобелевской премии. Символ  $J$  введен группой Тинга, а  $\psi$  – группой Рихтера. Обе группы пользовались совершенно разными экспериментальными методами, но, несомненно, обнаружили одну и ту же частицу» (Намбу, 1984, с.121-122).

Об этом же сообщается во 2-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1990): «Во время очередной плановой встречи на территории Станфордского линейного ускорителя (СЛАК) в Калифорнии Тинг рассказал о своем открытии директору СЛАК Вольфгангу Панофски. Панофски в ответ сообщил ему, что всего лишь несколько дней назад физик из СЛАК Бертон Рихтер сделал сообщение об аналогичном открытии. Сравнив записи, Тинг и Рихтер пришли к выводу, что они открыли одну и ту же частицу, которую Рихтер назвал  $\psi$  (пси). В знак признания их **независимых друг от друга** и почти одновременных открытий было решено назвать частицу джей/пси. Многие физические лаборатории внесли изменения в план своей работы, чтобы исследовать новую частицу, тогда как ядерщики-теоретики попытались найти ей место в своих теориях» («Лауреаты...», 1992, с.493).

Неожиданность (случайность) открытия  $J/\psi$ -мезона обсуждается в статье А.К. Лиходеда и В.А. Петрова «К 33 годовщине «ноябрьской революции» или краткая история физики тяжелых кварков» (журнал «Новости и проблемы фундаментальной физики», 2007, специальный выпуск).

**309. Изобретение голографии.** Голография – метод записи и восстановления волновых полей, основанный на регистрации интерференционной картины, которая формируется волнами, исходящими от объекта и опорного источника. К изобретению голографии привела идея о том, что для получения информации об объекте необходимо фиксировать не только амплитуду волны (что используется в фотографии), но и ее фазу. Качественные голографические изображения получаются, если применять мощные источники когерентного света (лазеры). Изобретателями метода голографии являются венгерский физик, лауреат Нобелевской премии 1971 г. Дэнис Габор (1900-1979) и советский ученый Юрий Николаевич Денисюк (1927-2006), которые работали независимо друг от друга. Еще один исследователь, близко подошедший к изобретению голографии, - польский физик Мечислав Вольфке (1883-1947).

Ю.Н. Денисюк в статье «Мой путь в голографии» (журнал «Мир голографии», 2013, том 1, № 1) пишет о том, что ему были неизвестны работы Д. Габора: «Первым ударом судьбы явилось знакомство с работой Д. Габора [15]. По удивительному стечению обстоятельств именно в тот день, когда я собирался рассмотреть схему, похожую на схему Габора, я обнаружил на своем столе сборник докладов, привезенных моим коллегой, участвовавшим в конференции в Стокгольме. Просматривая этот сборник, я наткнулся на статью Г.М.А. Эль-Сама, идеи которой показались мне подозрительно знакомыми. Найдя по ссылкам первоначальную статью Д. Габора, я был потрясен. Конечно, работа Д. Габора очень сильно отличалась от моей, а схема записи была менее полной. Однако приведенная в аннотации формулировка идеи не оставляла сомнений, что автор глубоко понимает роль референтной волны при записи фазы излучения» (Денисюк, 2013, с.15).

Аналогично, Д. Габор, разрабатывая метод голографии, не знал об исследованиях М. Вольфке. В своей Нобелевской лекции «Голография (1948-1971 гг.)» (УФН, 1973, том 109, № 1) Д. Габор говорит: «...Брэгг показал мне «рентгеновский микроскоп», который представлял собой оптическое устройство, выполняющее преобразование Фурье. Если в такое устройство поместить небольшую фотографию обратной решетки, то на экране можно получить проекцию распределения концентрации электронов, правда, только для

некоторых исключительных случаев, когда значения всех фаз действительны и имеют один и тот же знак. В то же время ни я, ни Брэгг **не знали**, что Мечислав Вольфке предложил этот метод еще в 1920 г., но не реализовал его экспериментально» (Габор, 1973, с.8).

О том, что М. Вольфке самостоятельно (и раньше других ученых) догадался о том, как осуществить голографическую запись информации, сообщает Д.В. Сивухин в 4-ом томе книги «Общий курс физики» (2005): «В принципе идея голографии была выдвинута и экспериментально проверена польским физиком М. Вольфке (1883-1947). Его работа была опубликована еще в 1920 г., но была забыта. Эту идею **независимо от Вольфке** вновь предложил и обосновал в 1947 г. английский инженер и физик Габор (р. 1900), который по праву считается изобретателем голографии. Однако понадобилось 15 лет, чтобы стало возможно практическое осуществление голографии. Причина столь длительной задержки заключается в том, что в голографии требуются источники света, обладающие высокой степенью временной и пространственной когерентности. Таких источников в 1947 г. еще не существовало. Положение изменилось в 1960 г. с изобретением лазеров и проникновением их в лабораторную технику» (Сивухин, 2005, с.363).

**310. Изобретение компьютерного рентгеновского томографа.** Компьютерный рентгеновский томограф - аппарат, предназначенный для рентгеновского сканирования внутренних органов, изобрели независимо друг от друга два исследователя. Это английский инженер Годфри Хаунсфилд (1919-2004) и американский ученый Аллан Кормак (1924-1998).

П.В. Власов и Н.К. Свиридов в статье «Лауреаты Нобелевской премии 1979 года по медицине – Г.Н. Хаунсфилд и А.М. Кормак» (журнал «Природа», 1980, № 1) пишут: «В 1979 г. английскому инженеру Годфри Ньюболду Хаунсфилду (Godfrey Newbold Hounsfield) и американскому ученому Аллану Маклеоду Кормаку (Allan MacLeod Cormack) присуждена Нобелевская премия по медицине за разработку компьютерного рентгеновского сканирующего томографа. **Независимо друг от друга** эти исследователи работали над созданием принципиально новых рентгеновских аппаратов для реконструктивной томографии – рентгеновского сканирования внутренних органов» (Власов, Свиридов, 1980, с.91).

**311. Повторное открытие теоремы Радона.** Помимо того, что Г. Хаунсфилд и А. Кормак разработали метод томографии совершенно независимо друг от друга, Кормак в ходе своих исследований сделал еще одно независимое открытие – он заново открыл формулу преобразования, выведенную еще в 1917 году австрийским математиком Иоганном Радонам (1887-1956). Эта формула или, лучше сказать, теорема подсказывает, как восстановить заданную в области функцию  $f(x, y)$ , если известны ее интегралы по всем прямым, пересекающим область.

Б.М. Писаревский и В.Т. Харин в книге «Беседы о математике и математиках» (1998) пишут: «Соединение в одну установку рентгеновского аппарата и компьютера было второй революцией в медицинской диагностике. Компьютерный томограф впервые появился в клинике в 1971 году. Создателями компьютерной томографии были физик из Кейптауна А. Кормак (сейчас он работает в США) и английский инженер Г. Хаунсфилд. В 1979 году они стали лауреатами Нобелевской премии по медицине» (Б.М. Писаревский, В.Т. Харин, 1998).

Далее авторы описывают основную задачу, которую требуется решить при осуществлении компьютерной томографии: «Возникает задача, относящаяся к так называемой интегральной геометрии: восстановить заданную в области функцию  $f(x, y)$ , если известны ее интегралы по всем прямым, пересекающим область. Задача эта была решена австрийским математиком И. Радонам в 1917 году. Преобразование Радона ставит в соответствие каждой функции ее интеграл по прямой. Обратное преобразование также задается интегралом - вспомним прямое и обратное преобразования Лапласа или Фурье.

Кстати, преобразования Радона и Фурье оказываются тесно связанными между собой. Прошло около 40 лет, прежде чем результаты Радона нашли практическое применение. <...> Когда пришла эра компьютерной томографии, формула обращения Радона была «**переоткрыта**» А. Кормаком заново. Именно обратное преобразование Радона лежит в основе решения задачи восстановления функции  $f(x, y)$ » (Б.М. Писаревский, В.Т. Харин, 1998).

Об этом же сообщают Р. Гонсалес и Р. Вудс в монографии «Цифровая обработка изображений» (2012): «Теоретическое обоснование КТ (компьютерной томографии – Н.Н.Б.) восходит к Иоганну Радону (Johann Radon), математику из Вены, который предложил в 1917 г. метод проецирования двумерного объекта вдоль параллельных лучей в качестве части своей работы по линейным интегралам. Метод теперь известен как преобразование Радона, которое будет рассмотрено в следующем разделе. Через сорок пять лет Аллан Кормак (Allan M. Cormack), физик из Университета Тафтса (Tufts University), частично «**переоткрыл**» эти концепции и использовал их для КТ. Кормак опубликовал свои исходные результаты в 1963 и 1964 гг. и показал, как они могут быть использованы для реконструкции изображений поперечных сечений тела по рентгеновским снимкам, сделанным под различными углами» (Гонсалес, Вудс, 2012, с.429).

Дополнительная литература по теме:

- Ющенко В.П. Непроекционная реконструкция изображений объектов при монохроматическом зондировании пространства и синтезе апертуры // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Новосибирск: НГТУ, 2013. – 298 с.

**312. Предсказание квантового парадокса Зенона.** Как известно, квантовый эффект Зенона (квантовый парадокс Зенона) – это метрологический парадокс квантовой механики, заключающийся в том, что время распада метастабильного квантового состояния некоторой системы с дискретным энергетическим спектром прямо зависит от частоты событий измерения ее состояния. В предельном случае частица в условиях частого наблюдения за ней никогда не перейдет в другое состояние. Этот эффект предсказали независимо друг от друга советский физик Леонид Александрович Халфин (1932-1998) и американский ученый, один из создателей теории слабого ядерного взаимодействия, Джордж Сударшан (1931-2018). Л.А. Халфин теоретически открыл упомянутый парадокс в 1958 г., Дж. Сударшан (не зная о его работах) – в 1978 г. Соавтором Дж. Сударшана выступил Б. Мисра.

Игорь Иванов в статье «Новые эксперименты с квантовым эффектом Зенона подтверждают теоретические предсказания» (сайт «Элементы», 05.01.2007 г.) пишет о квантовом парадоксе Зенона: «Этот эффект был теоретически предсказан еще в 60-е годы советским физиком Л.А. Халфиным, а затем – **независимо от него** – также американцами Мизрой (Baidyanaithe Misra) и Сударшаном (George Sudarshan) (именно их обычно указывают как авторов этого эффекта), и только в 90-е годы был подтвержден в целом ряде экспериментов. Несмотря на то, что квантовый эффект Зенона является уже установленным фактом, многие его свойства и особенности до сих пор не проверены в эксперименте» (И. Иванов, 2007).

Об этом же сообщает Р.В. Ведринский в статье «Квантовый эффект Зенона» («Соросовский образовательный журнал», 1997, № 9): «В 1978 году американские физики Б. Мизра и Е. Сударшан опубликовали статью [1] под названием «Квантовый эффект Зенона». В этой работе, написанной известными авторами и напечатанной в серьезном физическом журнале, содержится странное и на первый взгляд неправдоподобное утверждение о том, что непрерывное наблюдение за процессом радиоактивного распада делает распад невозможным. Этот удивительный результат называют квантовым парадоксом или эффектом Зенона, а иногда более образно – эффектом не закипающего чайника» (Ведринский, 1997, с.71). Далее автор указывает: «...Нельзя не упомянуть, что основные результаты, обеспечивающие существование КЭЗ, теоретически получены еще в



конце 50-х годов известным советским физиком Л.А. Халфиным, но в его работах не было обращено внимание на то, что обнаруженные им факты приводят к такому парадоксальному следствию, каким является КЭЗ. Мизра и Сударшан, не знавшие вначале о результатах Халфина, в последующих работах ссылались на них как на пионерские» (там же, с.72).

Здесь [1] – Misra B., Sudarshan E.C.G. // Journal of Mathematical Physics. – 1977. – Vol.18. – P.756-763.

Аналогичные сведения представлены в статье самого Л.А. Халфина «Квантовый эффект Зенона» (УФН, 1990, том 160, № 10), где автор указывает: «Квантовый эффект (и парадокс) Зенона были впервые предсказаны в работах автора конца 50-х и начала 60-х годов [5, 6]. В 1968 г. [7] КЭЗ был доказан в минимально необходимом предположении о конечности первого момента (среднего значения) плотности распределения энергии нестабильного состояния. Через 10 лет эти результаты **были повторены** в работах Сударшана и Мисры [8], которым и принадлежит название «квантовый парадокс Зенона». В дальнейшем, вплоть до последнего времени [9], подобные результаты исследовались во многих работах, из которых укажем только [10, 11], где можно найти и другие ссылки» (Халфин, 1990, с.186).

Здесь [5] – Халфин Л.А. // Доклады АН СССР. – 1957. – Том 115. – С.277.

[6] – Халфин Л.А. // Доклады АН СССР. – 1961. – Том 141. – С.599.

[7] – Халфин Л.А. // Письма ЖЭТФ. – 1968. – Том 8. – С.106.

**313. Предсказание акустического магнитного резонанса.** Акустический магнитный резонанс теоретически предсказали независимо друг от друга советский физик Семен Александрович Альтшулер (1911-1983) и французский исследователь, получивший в 1966 г. Нобелевскую премию за метод оптической накачки, Альфред Каствлер (1902-1984). Следует отметить, что еще в 1944 г. к мысли о существовании акустического магнитного резонанса пришел Евгений Константинович Завойский, первооткрыватель электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Безусловно, эффект ЭПР по аналогии подсказал ему возможность эквивалентного явления, в котором главные «действующие лица» - акустические колебания.

В.А. Голенищев-Кутузов, Р.В. Сабурова и Н.А. Шамуков в статье «Двойные магнитоакустические резонансы в кристаллах» (УФН, 1976, том 119, № 2) повествуют: «Явление акустического магнитного резонанса было предсказано в 1952 г. Альтшулером [2]. В том же году Каствлер [3] рассмотрел вопрос о насыщении спин-систем ультразвуком. В последующие годы теоретическому изучению различных аспектов спин-фононных взаимодействий было посвящено большое количество работ, основное содержание которых изложено в ряде обзоров и монографий [4-8]» (Голенищев-Кутузов и др., 1976, с.202).

Здесь [2] – Альтшулер С.А. // Доклады АН СССР. – 1952. – Том 85. – С.1235; [3] – Kastler A. // Experientia. – 1952. – Vol.8. – P.1.

Об этом же сообщает А.Р. Кессель в статье «Влияние молекулярного движения на акустический резонанс» («Акустический журнал», 1970, том 16, № 4): «В 1952 г. **независимо** Альтшулером и Каствлером [1, 2] была выдвинута идея акустического резонанса, представляющего собой совокупность явлений, связанных с избирательным акустическим возбуждением переходов между дискретными спиновыми уровнями энергии частиц вещества, энергетические интервалы между которыми равны квантам энергии акустических колебаний. Идея акустического резонанса (АР) возникла под влиянием широкого развития методов магнитного резонанса (МР), акустической **аналогией** которого она является. Начальные представления об АР можно получить из качественной картины МР, в которую следует внести кванты акустических колебаний – фононы – вместо квантов электромагнитного поля – фотонов. Несмотря на интенсивные поиски эффекта, обнаружить его экспериментально удалось только спустя три года на ядерных уровнях [3] и через семь лет на электронных уровнях [4] энергии в твердых образцах» (Кессель, 1970, с.497).

Здесь [1] – Альтшулер С.А. // Доклады АН СССР. – 1952. – Том 85. – С.1235; [2] – Kastler A. // Experientia. – 1952. – Vol.8. – P.1; [3] – Proctor W.G., Tanttala W.H. // Physical Review. – 1955. – Vol.98. – P.1854; [4] – Jacobsen E.H., Shiren N.S., Tucker E.B. // Physical Review Letters. – 1959. – Vol.3. – P.81.

О том, что Е.К. Завойский пришел к идее акустического магнитного резонанса еще в 1944 г., сообщает У.Х. Копвиллем в статье «Резонанс на рассвете» (сборник «Чародей эксперимента», 1993): «Гуляя по улицам Минска во время выездной сессии ООФА АН в 1972 г., Евгений Константинович сказал мне, что, размышляя над процессом спин-решеточной релаксации, когда фононы устремляются от спинов в решетку, в 1944 г. он понял, что должен идти и обратный процесс: можно резонансно загнать фононы в спин-систему из решетки. Так Е.К. Завойский высказал идею акустического магнитного резонанса задолго до попытки А.Кастлера...» (Копвиллем, 1993, с.48-49).

Процитируем еще одну работу. С.А. Альтшулер, Б.И. Кочелаев и А.М. Леушин в статье «Парамагнитное поглощение звука» (УФН, 1961, том 75, № 3) отмечают: «Инициатива в постановке исследований резонансного поглощения звука принадлежит Е.К. Завойскому, вскоре после открытия парамагнитного резонанса предложившему некоторым физикам заняться теорией этого явления и выяснением возможности его экспериментального обнаружения. Первые результаты теоретического рассмотрения данного явления и его количественной оценки были опубликованы Альтшулером в 1952 г. В том же году Кастлер качественно рассмотрел вопрос о влиянии ультразвука на ядерный парамагнитный резонанс» (Альтшулер и др., 1961, с.459).

**314. Открытие двойного электрон-электронного резонанса.** Двойной электрон-электронный резонанс открыли в 1967-1968 гг. независимо друг от друга советские физики В.А. Бендерский, Е.А. Соколов и П.А. Стунжас, с одной стороны, и американский ученый, специалист в области электронного парамагнитного резонанса, Джеймс Хайд (род. 1932 г.) – с другой.

Ф.И. Дубовицкий в книге «Институт химической физики. Очерки истории» (1992) приводит рассказ Виктора Адольфовича Бендерского: «1967 и 1968 гг. были удивительно продуктивными, удалось выполнить несколько удачных работ. Во-первых, придумали метод двойного электрон-электронного резонанса и начали создавать установку. Установка непростая, но мы верили, что получится, хотя гарантии не было. Мы ее почти закончили, когда американский ученый Хайд приехал в ИХФ и рассказал, как он этот метод реализовал. Я был ужасно расстроен, подошел к В.В. Воеводскому. Он выслушал меня и сказал: «В таких случаях поступают очень просто: надо ему рассказать всё, что у вас есть». У нас еще не было экспериментальных результатов. Хайд убедился, что мы действовали другим способом. После этого обсуждения В.В. Воеводский посоветовал получить результаты как можно скорее. П.А. Стунжас, Е.А. Соколов и я работали, надо сказать, буквально в три смены и сделали эксперимент за два месяца. Пожалуй, в таком темпе мы больше и не работали. Это была наша первая работа по двойному резонансу. Как потом оказалось, Хайд рассказал нам о работе, которую он еще не послал в печать, потому что она требовала проверки, так что публикации были с разницей в два месяца (наша – в «Нейчер», а его – в «Джорнел кемикал физикс»). Хайд оказался щепетильным человеком, он во всех своих последующих статьях писал, что работы сделаны **независимо и одновременно**. <...> Эти работы вместе с работами Я.С. Лебедева и Ю.Д. Цветкова в 1988 году были удостоены Государственной премии» (Бендерский, 1992, с.639).

**315. Предсказание фононного мазер-эффекта на уровнях электронных и ядерных спинов.** Фононный мазер-эффект – это эффект генерации когерентных акустических колебаний, аналогичных генерации когерентных радиоволновых колебаний в лазере (приборе, изобретенном А.М. Прохоровым и Н.Г. Басовым). Другими словами, фононный мазер-эффект представляет собой явление индуцированной эмиссии (вынужденного

излучения), только в данном случае происходит излучение когерентных звуковых волн, а не волн радиодиапазона. Указанный эффект предсказали независимо друг от друга советский физик Уно Херманович Копвиллем (1923-1991) и американский ученый, один из создателей мазеров, Чарльз Таунс (1915-2015). Разумеется, оба исследователя пришли к идее создания акустического мазера по аналогии с радиоволновым мазером и оптическим генератором когерентного света (лазером).

У.Х. Копвиллем, В.А. Голенищев-Кутузов и Н.А. Шамуков в статье «Двойные акусто-магнитные резонансы» (УФН, 1970, том 102, № 4) пишут: «Двойные магнитные резонансы в настоящее время широко используются в магнитной спектроскопии для повышения чувствительности измерений, поляризации ядер, получения мазер-эффекта и изучения тонких деталей взаимодействий между спинами. <...> В работе [1] была высказана идея о существовании фононного мазер-эффекта на уровнях электронных и ядерных спинов. Теория фононного мазер-эффекта показала, что это явление может быть обнаружено экспериментально. **Аналогичные предположения** были высказаны также в работах [2], [3]. Генератор и усилитель гиперзвука был осуществлен на корунде с примесями ионов  $\text{Cr}^{3+4}$ » (Копвиллем и др., 1970, с.663).

Здесь [1] – Копвиллем У.Х., Корепанов В.Д. // ЖЭТФ. – 1961. – Том 41. – С.211.

[2] – Townes C.H. // Proceedings of the Quantum Electronics Conference. – New York: Columbia University Press, 1960. – P.402.

[3] – Kittel C. // Physical Review Letters. – 1961. – Vol.6. – P.449.

Тот факт, что Чарльз Таунс независимо от советских физиков (У.Х. Копвиллема) пришел к идее фононного мазер-эффекта, освещается в статье Е.М. Ганапольского и А.П. Королюка «Акустические резонансные явления в твердом теле» (журнал «Радиофизика и электроника», 2008, том 13, специальный выпуск). Авторы данной статьи, в частности, пишут: «Идея создания акустического квантового генератора, подобного лазеру, была выдвинута Таунсом [9], который считал, что квантовая акустическая генерация может быть реализована в системе парамагнитных центров с инверсной населенностью спиновых уровней в условиях так называемого «узкого фононного горла» (Ганапольский, Королюк, 2008, с.405). В той же статье упоминается предсказание, сделанное У.Х. Копвиллемом: «Возможность фазерного усиления гиперзвука в кристалле с парамагнитными центрами была предсказана в работах [30, 31] и впоследствии реализована в работах [32, 33]» (там же, с.412).

Здесь [30] – Копвиллем У.Х., Корепанов В.Д. О возможности генерации и усиления гиперзвука в парамагнитных кристаллах // ЖЭТФ. – 1961. – Том 41. – С.311-213.

[31] - Kittel C. Phonon Masers and the Phonon Bottleneck // Physical Review Letters. – 1961. – Vol.6. – P.449-451.

**316. Предсказание когерентных гравитационных волн.** Когерентные гравитационные волны (ГВ) теоретически предсказали независимо друг от друга два советских физика - Уно Херманович Копвиллем (упомянутый выше) и Михаил Евгеньевич Герценштейн (1926-2010). При этом они исходили из разных предпосылок, решая разные задачи. М.Е. Герценштейн (1961) пришел к идее когерентных ГВ, предсказывая эффект превращения электромагнитных волн в гравитационные при определенных условиях. У.Х. Копвиллем постулировал существование когерентных ГВ, предсказывая эффекты гравитационной индукции и гравитационного эха. У.Х. Копвиллем пришел к мысли о существовании гравитационного (инерционного) эха по аналогии с фотонным эхо, которое он предсказал ранее и которое было открыто экспериментально. В свою очередь, идея фотонного эха была подсказана ему (опять же) аналогией с явлением ядерного спинового эха – эффекта, открытого американским физиком Эрвином Ханом (1921-2016) в 1950 г. Ядерное спиновое эхо – это спонтанное возникновение сигнала ядерного магнитного резонанса через некоторое время после подачи на образец последовательности импульсов радиочастотного поля. Как поясняют А.С. Боровик-Романов, Ю.М. Буньков и др. в статье «Спиновое эхо в

системах со связанной ядерно-электронной прецессией» (УФН, 1984, том 142, № 4), «сигналы индукции и эха представляют собой отклик ядерной системы на импульсное (в том числе многоимпульсное) воздействие. Сигналы индукции наблюдаются непосредственно после возбуждающих импульсов, а время наблюдения сигналов в основном определяется интервалами между импульсами» (Боровик-Романов и др., 1984, с.546).

Идея М.Е. Герценштейна о существовании когерентных гравитационных волн обсуждается в следующих работах:

- Пресс У., Торн К. Гравитационно-волновая астрономия // Успехи физических наук. – 1973. - Том 110. - № 1. - С.569-606.

- Денисов В.И. Гравитационное поле внутри сферического электромагнитного резонатора // Вестник Московского университета. Серия «Физика, астрономия». – 1977. - Том 18. - № 5. - С.52-57.

- Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. – М.: «Наука», 1975. – 736 с.

Что касается исследований У.Х. Копвиллема, то он сам раскрывает аналогию, которая сыграла стимулирующую (инициирующую) роль в его предсказании когерентных ГВ и гравитационного эха. А.Х. Копвиллем и В.Р. Нагибаров в статье «Инерционное эхо и когерентные гравитационные волны» (журнал «Письма в ЖЭТФ», 1965, том 2) пишут: «Общепризнано, что одним из наиболее обещающих экспериментов для проверки общей теории относительности является детектирование гравитационных волн [1]. В данной работе рассматриваются новые физические явления – инерционные (или гравитонные) индукция и эхо – которые, по нашему мнению, могут быть использованы для генерации и приема когерентных гравитационных волн (КГВ) в узком диапазоне оптических частот в лабораторных условиях. Числовые оценки показывают, что предложенная схема эксперимента по обнаружению КГВ может быть осуществлена средствами современной техники» (Копвиллем, Нагибаров, 1965, с.529).

Далее авторы обсуждают свою аналогию: «Из **анalogии**, которая существует между слабым гравитационным полем и электромагнитным полем [2], следует, что наряду с фотонными индукцией и эхом, которые были предсказаны и обнаружены соответственно в [3] и [4], по-видимому, должны существовать также инерционные индукция и эхо – гравитонные аналоги этих явлений. Гравитонные индукция и эхо представляют собой направленные импульсы КГВ, обусловленные когерентными осцилляциями громадного числа мультипольных моментов масс  $D^{(m)}$  молекул, ионов или ядер. Тем самым возбуждение гравитационных индукции и эхо отличается соответственно от возбуждения фотонных индукции и эхо тем, что внешним импульсным воздействием вызываются квантовые суперпозиционные состояния не электромагнитных мультиполей  $D^{(e)}$ , а  $D^{(m)}$ , причем осцилляции  $D^{(m)}$  обуславливают излучение не когерентных электромагнитных волн (КЭВ), а излучение КГВ» (там же, с.529).

В примечаниях к своей статье авторы говорят о том, что им была неизвестна работа М.Е. Герценштейна (1961), в которой независимо рассматриваются условия возникновения когерентных гравитационных волн (КГВ): «Мы также весьма признательны Я.Б. Зельдовичу за полезную дискуссию и за указание на работу [12], в которой обсуждался вопрос о когерентных гравитационных волнах» (там же, с.532-533).

Здесь [3] – Копвиллем У.Х., Нагибаров В.Р. Световое эхо на парамагнитных кристаллах // Физика металлов и металловедение. – 1963. – Том 15. – С.313-315.

[4] – Kurnit N.A., Abella I.D., Hartmann S.R. Observation of a Photon Echo // Physical Review Letters. – 1964. – Vol.13. – P.567.

[12] – Герценштейн М.Е. // ЖЭТФ. – 1961. – Том 41. – С.113.

Упомянутая аналогия, использованная У.Х. Копвиллемом при формулировке идеи о существовании когерентных ГВ, привлекла внимание В.Б. Брагинского и В.Н. Руденко, которые в статье «Релятивистские гравитационные эксперименты» (УФН, 1970, том 100, №

3) констатируют: «Вслед за авторами работы [14] можно представить, **по аналогии**, гравитационные индукцию и «эхо», которые представляют собой генерацию когерентной гравитационной волны в результате коллективных осцилляций не электрических (или магнитных), а массовых квадруполь системы многих частиц – молекул, атомов, ядер. При этом нужно указать способ перевода гравитационных квадруполь в возбужденное «сверхизлучательное» состояние. Оказывается, однако, что это происходит «автоматически» при электромагнитном возбуждении, поскольку распределение заряда частиц тесно связано с распределением массы, являющейся носителем заряда» (Брагинский, Руденко, 1970, с.403).

Здесь [14] – Копвиллем У.Х., Нагибаров В.Р. // Письма в ЖЭТФ. – 1965. – Том 2. – С.529.

Эффект ядерного спинового эха, открытый Эрвином Ханом и натолкнувший (по аналогии) У.Х. Копвиллема на идею фотонного и гравитационного эха, обсуждается во многих работах, в том числе в книге Ч. Сликтера «Основы теории магнитного резонанса» (1981). Автор этой книги, в частности, отмечает: «Еще студентом Эрвин Хан [2] вошел в мировую науку, открыв замечательное явление – спиновое эхо. Его открытие можно отнести к наиболее значительным вкладам в магнитный резонанс; оно положило начало развитию импульсных методов в ЯМР» (Сликтер, 1981, с.49). «Хан открыл спиновое эхо экспериментально, однако вскоре он теоретически из уравнений Блоха подтвердил его существование. Из решений уравнений следовало, что при увеличении  $\tau$  (времени – Н.Н.Б.) амплитуда спинового эха экспоненциально уменьшается с постоянной времени  $T_2$ . Таким образом, наблюдая эхо, можно наблюдать ширины резонансных линий, много меньшие неоднородности поля магнита. Понимание физической основы образования эха привело к более глубокому проникновению в сущность явления резонанса в целом и в импульсный метод в частности» (там же, с.49).

О важном прикладном использовании открытия Эрвина Хана сообщает Э.А. Манькин в статье «Спиновое и фотонное эхо» («Соросовский образовательный журнал», 1998, № 8): «В частности, на явлении спин-эха основана работа современных томографов, которые позволяют получать изображение внутренних органов человека. Дело в том, что в этом случае системой спинов являются магнитные моменты протонов, которые суть ядра атомарного водорода. А, как известно, человеческий организм в основном состоит из воды, в молекуле которой  $H_2O$  содержится два атома водорода» (Манькин, 1998, с.91-92).

**317. Создание неабелевой калибровочной теории поля, то есть теории обобщенных калибровочных полей Янга – Миллса.** Теория обобщенных калибровочных полей Янга-Миллса создана американским физиком китайского происхождения Ч. Янгом (получившим Нобелевскую премию за открытие несохранения четности в слабых взаимодействиях). Он опубликовал статью об этих полях совместно с Робертом Миллсом (1927-1999). Совершенно независимо от них теорию, называемую ныне «теорией Янга-Миллса», разработали японский физик Рею Утияма (1916-1990) и британский ученый, ученик Абдуса Салама, Рональд Шоу (1929-2016).

В.П. Визгин в статье «Феномен упущенных возможностей в научных революциях в физике XX века» (журнал «Метафизика», 2021, № 2 (40)) пишет: «Примерно тогда же, когда Янг и Миллс закончили свою знаменитую работу по калибровочной теории сильных взаимодействий, **аналогичная работа** по теории неабелевых калибровочных полей была сделана в Японии Р. Утиямой. Как он сам вспоминал впоследствии, он искал такой «сильный руководящий принцип, при помощи которого удалось бы вывести форму взаимодействий элементарных частиц так же, как это делается в случае гравитационного поля с веществом и [в случае] электромагнитного поля с электрически заряженными частицами» [35, с.202]. Этим принципом и стала локальная калибровочная инвариантность, то есть локализация групп внутренней симметрии ядерных взаимодействий определяла форму этих взаимодействий. Как раз в это время Утияма готовился к отъезду на стажировку

в Принстон, откуда он получил приглашение. Им было принято решение именно там опубликовать свою работу (как бы в порядке отчета о стажировке в США). Перед отъездом (в мае или июне 1954 г.) он доложил ее на семинаре в Токийском университете, но особого одобрения не получил. <...> Но приехав в сентябре 1954 г. в Принстон, он узнал от работавшего там своего бывшего учителя в университете в Осаке, которому он показал подготовленную статью, что похожую статью недавно опубликовали Янг и Миллс» (Визгин, 2021, с.116-117). Далее В.П. Визгин приводит слова Р. Утиямы: «В настоящее время термин «поля Янга-Миллса», которым увековечены имена этих авторов, употребляется в качестве синонима для обобщенных калибровочных полей. Для меня, **совершенно независимо** создавшего теорию таких полей, этот факт крайне огорчителен» (там же, с.117).

Аналогичные сведения содержатся в книге Р. Утиямы «К чему пришла физика: от теории относительности к теории калибровочных полей» (1986), где автор подчеркивает: «Теория обобщенных калибровочных полей предложена примерно четверть века назад в совместной работе Янга и Миллса и **независимо от них** и практически одновременно в моей работе. Суть этой теории понять легче, если придерживаться моего пути, а не пути Янга и Миллса...» (Утияма, 1986, с.178). Далее автор рассказывает о том, как он был расстроен, когда узнал, что Ч. Янг разработал теорию калибровочных полей независимо от него и уже опубликовал ее: «...В своем институтском почтовом ящике я обнаружил оттиск статьи Янга. Достаточно было раскрыть его, чтобы увидеть одну за другой хорошо известные мне математические формулы, только в других обозначениях. Даже не читая текста, а лишь взглянув на последовательность формул, я понял общий смысл статьи Янга: то, что было в ней написано, почти совпадало с содержанием моей статьи. Для меня это было как гром среди ясного неба» (там же, с.204).

О результатах Рональда Шоу пишет Герард Хоофт в статье «Калибровочные теории сил между элементарными частицами» (УФН, 1981, том 135, № 3): «Первый шаг был сделан в 1954 г. в теории, предложенной Ц.Н. Янгом и Робертом Миллсом, которые тогда работали в Брукхейвенской национальной лаборатории. Подобная идея **независимо была** также предложена примерно в то же самое время Р.Шоу из Кембриджского университета. Вдохновленные успехом известных калибровочных теорий, эти теоретики исходили из факта установленной глобальной симметрии и анализировали, к каким последствиям привела бы ее замена локальной симметрией» (Хоофт, 1981, с.493).

Исследования Р. Шоу обсуждаются также в статье В.П. Визгина «Феномен упущенных возможностей в научных революциях в физике XX века» (журнал «Метафизика», 2021, № 2 (40)): «Что касается Р. Шоу, то он описал теорию калибровочных полей в неопубликованной диссертации 1954 г. (в Кембридже, под руководством А. Салама). Соавтор Янга Р. Миллс впоследствии достаточно высоко оценил эту работу: «Неопубликованная докторская диссертация Шоу (1954) «Проблема типов частиц и другие аспекты теории элементарных частиц» включает раздел «Инвариантность относительно общих изоспиновых преобразований», который является близким и **независимым изложением** нашей с Янгом статьи 1954 г. и содержит те же основные уравнения неабелевой калибровочной теории» [37, с.496]. В этом случае причина «упущения» могла заключаться в том, что и сам аспирант, и даже его руководитель не сумели оценить важность полученного результата» (Визгин, 2021, с.117).

**318. Разработка метода квантования полей Янга-Миллса.** Метод квантования полей Янга-Миллса разработали независимо друг от друга советские физики Людвиг Дмитриевич Фаддеев (1934-2017) и Виктор Николаевич Попов (1937-1994), с одной стороны, и американский исследователь Брайс Девитт (1923-2004) – с другой. Метод квантования указанных полей помог нидерландскому ученому Герарду Хоофту доказать перенормируемость электрослабой теории Вайнберга – Салама – Глэшоу (это достижение принесло в 1999 г. Г. Хоофту Нобелевскую премию по физике).

В.П. Визгин, А.В. Кессених, Н.В. Вдовиченко и др. в очерке «Хроника научных достижений и социальной истории отечественной физики 1949-1971 гг.» (сборник «К исследованию феномена советской физики 1950-1960-х гг.», 2014) пишут о событиях 1967 года: «Л.Д. Фаддеев и В.Н. Попов (а также **независимо** Б. де Витт) построили последовательную схему квантования безмассовых полей Янга – Миллса (калибровочных полей), распространенную впоследствии и на массивные поля и играющую ключевую роль в современных квантовых теориях электрослабого и сильного взаимодействий» (Визгин и др., 2014, с.86).

Этот же факт рассматривается в статье В.П. Визгина «О двух программах синтеза фундаментальной физики в XX в.» (журнал «Управление наукой: теория и практика», 2021, том 3, № 2): «Заметим, что метод квантования неабелевых калибровочных полей, который использовал Хоофт, был разработан советскими теоретиками или, скорее, математическими физиками Л.Д. Фаддеевым и В.Н. Поповым, а также **независимо** американским физиком Б. Де Виттом в 1967 г. И это было, по-видимому, самым крупным вкладом советских ученых в создание стандартной модели. Нобелевскую премию, которой в 1999 г. были удостоены Хоофт и его старший коллега М. Вельтман «за выяснение квантовой структуры электрослабых взаимодействий», по мнению специалистов, прежде всего Ч. Янга, должен был разделить с ними Л.Д. Фаддеев (Попов к этому времени умер)» (Визгин, 2021, с.201).

Об этом же сообщает Герард Хоофт в статье «Калибровочные теории сил между элементарными частицами» (УФН, 1981, том 135, № 3). Автор вспоминает о том, как началась его работа над важной задачей под руководством Мартина Вельтмана, который совместно со своим учеником в 1999 г. получил Нобелевскую премию: «В 1971 г. Велтман предложил мне исследовать перенормируемость янг-миллсовской теории. К этому времени правила построения необходимых фейнмановских диаграмм такой теории были уже сформулированы в работах Фаддеева, Попова, Фрадкина и Тютина, а также **независимо** в работах Б.С. Де Витта из Техасского университета в Остине и Стенли Мандельстама из Калифорнийского университета в Беркли. Я должен был применить к этой задаче более мощные методы теории перенормировок, развитые Велтманом» (Хоофт, 1981, с.501).

**319. Открытие «механизма Хиггса» (механизма генерации масс элементарных частиц бозонов).** Открытию механизма Хиггса предшествовало два обстоятельства. Первое – перенос принципа спонтанного нарушения симметрии из теории сверхпроводимости в физику элементарных частиц. Этот перенос (на основе аналогии) осуществил Еитиро Намбу, который в 2008 г. удостоен Нобелевской премии. Второе обстоятельство – попытка Е. Намбу (а также советских физиков А.И. Ларкина и В.Г. Вакса) объяснить с помощью указанного принципа появление большой массы у протона. Это был неверный шаг. На самом деле с помощью принципа спонтанного нарушения симметрии следовало объяснять появление массы у  $W$ - и  $Z$ -бозонов (переносчиков слабого взаимодействия). Об этом догадались независимо друг от друга многие ученые. В частности, механизм генерации масс бозонов был описан в трех независимых статьях следующих авторов: 1) Питер Хиггс, 2) Роберт Браут и Франсуа Энглер и 3) Джеральд Гуральник, Карл Хаген и Томас Киббл.

В книге Джима Бэгготта «Бозон Хиггса: от научной идеи до открытия «частицы Бога» (2014) имеется предисловие Стивена Вайнберга, где он говорит о физическом явлении спонтанного нарушения симметрии: «Еще с работы Еитиро Намбу и Джеффри Голдстоуна в 1960-1961 годах известно, что подобное нарушение симметрии возможно в различных теориях, но считалось, что оно обязательно подразумевает существование новых безмассовых частиц, о которых тогда не было известно. И только исследования, **проделанные независимо** Робертом Браутом и Франсуа Энглером; Питером Хиггсом; Джеральдом Гуральником, Карлом Хейгеном и Томом Кибблом в 1964 году, показали, что в некоторых теориях эти безмассовые частицы Намбу-Голдстоуна исчезают и служат

только для того, чтобы придать массу частицам – переносчикам взаимодействия» (С. Вайнберг, 2014).

Сам Джим Бэгготт в указанной книге пишет о публикации американского физика Филипа Андерсона (1923-2020), который, как и Е. Намбу, связывал принцип спонтанного нарушения симметрии с механизмом генерации масс элементарных частиц: «Статья Андерсона вызвала некоторые споры. И пока в научной прессе высказывались аргументы и контраргументы, некоторые физики хорошенько ее запомнили. Затем вышел ряд статей с подробным описанием механизма спонтанного нарушения симметрии, в которых разные безмассовые бозоны действительно «сокращали» друг друга, оставляя лишь частицы с массой. Их **независимо друг от друга** опубликовали бельгийские физики Роберт Браут и Франсуа Энглер, английский физик Питер Хиггс из Эдинбургского университета, а также Джеральд Гуральник, Карл Хейген и Том Киббл из Имперского колледжа в Лондоне. Такой механизм обычно называют механизмом Хиггса (или, как предпочитают те, кого волнует справедливость, механизмом Браута – Энглера – Хиггса – Хейгена – Гуральника - Киббла)» (Дж.Бэгготт, 2014).

Об этом же сообщает А.В. Смилга в книге «Квантовая теория поля на обед» (2019). Автор дает понять, что принцип спонтанного нарушения симметрии и механизм Хиггса в неявном виде содержались в феноменологической теории сверхпроводимости, предложенной В.Л. Гинзбургом и Л.Д. Ландау (1950): «...Эффект Хиггса был впервые открыт Виталием Гинзбургом и Львом Ландау, которые предложили эффективную теоретико-полевою модель сверхпроводимости, где конденсат феноменологического скалярного поля (фактически конденсат куперовских пар) делает фотон массивным. Но это была нерелятивистская модель. Релятивистская реализация механизма Хиггса была найдена Питером Хиггсом и **независимо** в работе Роберта Браута и Франсуа Энглерта и в работе Джеральда Гуральника, Карла Хагена и Тома Киббла в 1964 г. В 2013 г. Хиггсу и Энглерту была присуждена Нобелевская премия (Браут умер в 2011 г.), после того как бозон Хиггса Стандартной модели был открыт в ЦЕРНе» (Смилга, 2019, с.269).

Приведем еще один источник, свидетельствующий о том, что важное научное открытие сделали разные исследователи независимо друг от друга. Виктор Стенджер в книге «Бог и Мультивселенная. Расширенное понятие космоса» (2016) констатирует: «При нарушении электрослабой симметрии слабые бозоны, как и лептоны, получают массу благодаря механизму Хиггса, который впервые предложили в 1964 году шесть авторов: Питер Хиггс из Эдинбургского университета, Роберт Браут (ныне покойный) и Франсуа Энглер из Брюссельского свободного университета, Джеральд Гуральник из Брауновского университета, Дик Хаген из Рочестерского университета и Том Киббл из Имперского колледжа Лондона – в трех **независимых работах**, опубликованных задолго до появления стандартной модели. Процесс был назван в честь лишь одного из шестерых – скромного британского физика Питера Хиггса, к его великому смущению» (Стенджер, 2016, с.253).

Выше мы упомянули американца Филипа Андерсона (лауреата Нобелевской премии по физике за 1977 г.). В 1960-е годы он действительно работал над проблемой объяснения того, как элементарные частицы приобретают массу. И пришел к результатам, весьма похожим на те, которые получил Питер Хиггс. Алексей Цвелик в книге «Жизнь в невозможном мире. Краткий курс физики для лириков» (2012) пишет: «Оказалось (и это еще один пример тех замечательных аналогий между внешне несхожими явлениями природы, которые видны лишь математику), что теория сверхпроводимости и теория слабых ядерных взаимодействий (термин «слабый» является и названием, и характеристикой их силы) имеют между собой много общего. Неудивительно поэтому, что механизм возникновения бозона Хиггса был открыт учеными, работавшими в разных областях физики, - Питером Хиггсом (физика частиц) и Филиппом Андерсоном (физика конденсированного состояния). Фил так и пишет о себе: «Открыл бозон Хиггса» (Цвелик, 2012, с.238).



**320. Построение теории, объединившей слабые и электромагнитные взаимодействия.** Теорию, в рамках которой удалось объединить электромагнетизм и слабые взаимодействия, разработали независимо друг от друга американский физик Стивен Вайнберг (1933-2021), его соотечественник Шелдон Глэшоу (род. 1932 г.) и пакистанский ученый, работавший в Англии, Абдус Салам (1926-1996). Они перенесли в свою концепцию результаты теории Янга-Миллса, принцип спонтанного нарушения симметрии, представление о существовании нейтральных токов и ряд других идей (в том числе мысль об аналогии между слабыми и электромагнитными силами, которую высказывал еще Джулиан Швингер).

Джим Бэгготт в книге «Бозон Хиггса» (2014) пишет: «В Великобритании Абдуса Салама с механизмом Хиггса познакомил Том Киббл. Он уже работал над электрослабой теорией поля  $SU(2) \times U(1)$  и сразу же увидел те возможности, которое давало спонтанное нарушение симметрии. Прочитав препринт статьи Вайнберга, где теория применялась к лептонам, он понял, что они с Вайнбергом **независимо пришли** к одной и той же модели» (Дж. Бэгготт, 2014). В другом месте своей книги автор вновь обсуждает механизм Хиггса и говорит о заслугах С. Вайнберга и А. Салама: «В 1967-1968 годах Стивен Вайнберг и Абдус Салам **независимо друг от друга** использовали этот механизм в работе над теорией поля для электрослабого взаимодействия» (Дж. Бэгготт, 2014).

Об этом же сообщает Герард Хоофт в статье «Калибровочные теории сил между элементарными частицами» (УФН, 1981, том 135, № 3): «Первоначально янг-миллсовская теория преподносилась как модель сильных взаимодействий, но после того, как она была перенормирована, интерес сконцентрировался в основном на ее применении к теории слабых взаимодействий. В 1967 г. С.Вайнберг из Гарвардского университета и **независимо** (но позднее) Салам и Дж.С. Уорд из Университета Дж. Гопкинса предложили модель слабых взаимодействий, основанную на одном из вариантов янг-миллсовской теории, в котором калибровочные кванты приобретали массу посредством механизма Хиггса. Они предполагали, что эту теорию можно перенормировать, но не доказали этого» (Хоофт, 1981, с.501).

Этот же вопрос рассматривает Ч. Янг в статье «Эйнштейн и физика второй половины XX века» (УФН, 1980, том 132, № 1): «В 1967 г. Вайнберг и Салам **независимо предложили** модель единой теории электромагнитного и слабого взаимодействий. Модель основана на двух ключевых концепциях – неабелевых калибровочных полях и нарушенной симметрии. За последние шесть лет эта модель получила поразительное экспериментальное подтверждение. Этот успех в свою очередь породил многочисленные попытки великого синтеза сильных, электромагнитных и слабых взаимодействий» (Янг, 1980, с.172).

Сошлемся на еще одну работу. Джон Гриббин в книге «В поисках кота Шредингера. Квантовая физика и реальность» (2016) отмечает: «В конце 1960-х годов работавший в Имперском колледже в Лондоне Абдус Салам и работавший в Гарварде Стивен Вайнберг **независимо друг от друга** разработали модель слабого взаимодействия, основанную на математической симметрии, которую в начале 1960-х годов изобрел Глэшоу, а через несколько лет – и сам Салам. В новой теории нарушение симметрии требует нового поля, поля Хиггса, и соответствующих частиц, которые также названы в честь Хиггса. Электромагнитное и слабое взаимодействие объединяются в одно симметричное калибровочное поле – электрослабое взаимодействие с бозонами – переносчиками, не обладающими массой» (Гриббин, 2016, с.332).

**321. Предсказание нейтральных токов.** Как отмечено выше, слабое взаимодействие опосредуется частицами, получившими название  $W$ - и  $Z$ -бозонов. Если переносчик слабого взаимодействия  $W$ -бозон имеет электрический заряд, то его партнер  $Z$ -бозон такого заряда лишен. Когда те или иные частицы обмениваются  $Z$ -бозоном, их заряд остается неизменным. При таком обмене не происходит передачи электрического заряда, поэтому обмен  $Z$ -бозоном называется нейтральным. Отсюда возник термин «нейтральный ток»,

который отнюдь не является аналогией электрического тока. Существование нейтрального тока, то есть обмена между частицами с использованием нейтрального Z-бозона, теоретически предсказали Абдус Салам, Шелдон Глэшоу и Стивен Вайнберг. Независимо от них аналогичное предсказание сделали многие другие ученые. Среди них советские физики Яков Борисович Зельдович (1914-1987) и Юрий Владимирович Гапонов (1934-2009). В этом же ряду бразильский физик-теоретик Жосе Лейте-Лопес (1918-2006), британский исследователь Николас Кеммер (предсказавший нейтральный мезон), американский физик Сидней Бладман (род. 1927 г.). Хотя Н. Кеммер говорил о нейтральных мезонах (частицах ядерного взаимодействия), специалисты усматривают здесь намек на нейтральные бозоны (учитывая, что в начале 1940-х годов ученые не различали сильные и слабые ядерные силы).

О заслугах Я.Б. Зельдовича и С. Бладмана в деле предсказания нейтральных токов пишут Ю.Б. Харитон, Р.З. Сагдеев и др. в статье «Труды и творческий путь Якова Борисовича Зельдовича» (Я.Б. Зельдович, «Избранные труды. Химическая физика и гидродинамика», 1984). Правда, Я.Б. Зельдович и С. Бладман понимали эти токи не так, как мы понимаем их сегодня. Итак, авторы сообщают: «Намного опередила физику своего времени работа ЯБ 1959 г. [10], в которой были приведены аргументы в пользу существования не сохраняющего четность слабого взаимодействия нейтральных токов (электрон-электрон и протон-протон) и предложены эксперименты по поискам этого взаимодействия. Замечательно, что соображения ЯБ были основаны на гипотезе о том, что нейтрино и электрон представляют собой изотопический дублет, а слабое взаимодействие должно быть изотопически инвариантно. Эта идея, **выдвинутая независимо** ЯБ и незадолго до этого С.А. Бладманом (США), была очень смелой. Ведь в то время считалось, что понятие изотопического спина на лептоны не распространяется» (Харитон и др., 1984, с.31).

Здесь [10] – Зельдович Я.Б. Несохранение четности первого порядка по константе слабого взаимодействия в рассеянии электронов и других эффектах // ЖЭТФ. – 1959. – Том 36. – С.964-966.

О заслугах Ю.В. Гапонова сообщает Е.Х. Ахмедов в статье «Вспоминая Ю.В. Гапонова» (сборник воспоминаний о Юрии Владимировиче Гапонове «Ученый, организатор науки, товарищ и учитель», 2014): «Одним из главных направлений Юриных научных исследований была физика нейтрино (любовью к которым Юра заразил и меня). Многие Юрины работы касались нейтринной физики, но, пожалуй, наиболее важной из них была статья о расщеплении дейтрона при неупругом рассеянии на нем нейтрино, написанная им совместно с И.В. Тютиным. Такой процесс возможен благодаря процессам слабого взаимодействия, обусловленным нейтральными токами. Статья была написана в 1964 г., то есть за 3 года до статьи С. Вайнберга, где существование нейтральных токов предсказывалось как неизбежное следствие предложенной в этой работе (и независимо в работах Ш. Глэшоу и А. Салама) единой теории слабых и электромагнитных взаимодействий, и за 9 лет до экспериментального открытия нейтральных токов! Тем не менее, структура взаимодействия, обусловленного нейтральными токами, и величина константы взаимодействия были угаданы в статье правильно, и рассчитанное в ней сечение реакции выдержало проверку временем: нынешнее значение сечения отличается от значения, полученного Гапоновым и Тютиным, всего на несколько процентов...» (Ахмедов, 2014, с.69-70).

Что касается бразильского физика Ж. Лейте-Лопеса, то его достижения вкратце обсуждает Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983): «Работы посвящены ядерной физике и физике элементарных частиц. Исследовал ядерные оболочечные эффекты в фотоядерных реакциях, процесс захвата мюона протоном. **Независимо от других** выдвинул в 1958 гипотезу нейтральных токов» (Храмов, 1983, с.160).

Об этом же сообщает Стивен Вайнберг в Нобелевской лекции «Идейные основы единой теории слабых и электромагнитных взаимодействий» (УФН, 1980, том 132, № 2): «Конечно, возможность проявления нейтральных токов не была абсолютно новой. Еще в 1937 г. Гамов и Теллер, Кеммер и Вентцель, а позже, в 1958 г., Бламден и **Лейте-Лопес** выдвигали гипотезы [35] о возможных нейтральных токах. В начале 60-х годов подобные попытки были предприняты [36] Глэшоу и Саламом и Уордом в поисках единой теории слабых и электромагнитных взаимодействий. У них появлялись нейтральные токи...» (Вайнберг, 1980, с.208).

Приведем еще один источник. М.А. Смондырев в статье «Промежуточные векторные бозоны» (журнал «Природа», 1983, № 12) повествует: «В 1958 г. бразильский физик Ж. Лейте Лопес указал, что в универсальную теорию можно ввести и нейтральный промежуточный бозон. Лопес оценил массы бозонов примерно в 60 ГэВ. Он исходил из рассуждений в духе Клейна (физика Оскара Клейна – Н.Н.Б.) о равенстве слабого и электрического зарядов» (Смондырев, 1983, с.26).

**322. Предсказание мюонного катализа (катализа ядерных реакций мю-мезонами).** Мюонный катализ, при котором ядерные реакции катализируются (ускоряются) мю-мезонами, то есть мюонами, был теоретически предсказан А.Д. Сахаровым и Я.Б. Зельдовичем, а также независимо от них английским физиком Ф. Франком.

В.П. Дзелепов в статье «Исследование свойств  $\mu$ -мезоатомов и  $\mu$ -мезомолекул водорода и дейтерия на синхротронном ускорителе 680 МэВ в Дубне» (журнал «Атомная энергия», 1963, том 14, № 1) пишет о физических процессах, протекающих с участием мюона (мю-мезона): «Наиболее ярким и интересным среди этих явлений можно назвать катализ  $\mu$ -мезонами ядерных реакций между изотопами водорода. Возможность такого процесса теоретически была предсказана советскими учеными А.Д. Сахаровым и Я.Б. Зельдовичем [3] и **независимо Ф. Франком** [4] за рубежом. На опыте явление  $\mu$ -катализа впервые было обнаружено в 1957 г. Л. Альваресом с сотрудниками [5]» (Дзелепов, 1963, с.28).

Здесь [3] – Зельдович Я.Б. // Доклады АН СССР. – 1954. – Том 95. – С.493; Зельдович Я.Б., Сахаров А.Д. // ЖЭТФ. – 1957. – Том 32. – С.947.

[4] – Frank F. // Nature. – 1947. – Vol.160. – P.525.

Специалисты выяснили, что английский физик Ф. Франк, склонившись к мысли о том, что мюон (мю-мезон) способен катализировать ядерные реакции, в дальнейшем отверг эту мысль. С.С. Герштейн и Л.И. Пономарев в статье «Судьба неопубликованного отчета» (журнал «Природа», 1990, № 8) пишут: «Надо сказать, что сам Франк эту возможность отверг, считая, что примесь дейтерия в естественном водороде крайне мала, чтобы обеспечить заметный выход такой реакции. Общий же вывод его был таков: он не видит других объяснений обнаруженному событию, кроме интерпретации Пауэлла и др. Любопытно, что причина, по которой Франк отверг рассмотренную возможность ядерной реакции синтеза в мезомолекуле  $p\mu$  (протон, дейтрон и мюон – Н.Н.Б.), неправильна. Именно такую реакцию и наблюдал впоследствии в камере с жидким водородом Л. Альварес, открывший, таким образом, мюонный катализ» (Герштейн, Пономарев, 1990, с.52).

**323. Разработка теории мюонного катализа.** Вклад в разработку теории мюонного катализа внесли Я.Б. Зельдович и Дж. Джексон. Независимо друг от друга они получили первые оценки величины коэффициента прилипания мюона к гелию.

Перед нами книга А.Д. Сахарова «Научные труды» (1995), где содержится его статья «О реакциях, вызываемых  $\mu$ -мезонами в водороде», написанная им совместно с Я.Б. Зельдовичем. Впервые данная статья опубликована в ЖЭТФ (1957, том 32, № 4). С.С. Герштейн и Л.И. Пономарев в комментариях к данной работе А.Д. Сахарова и Я.Б. Зельдовича пишут: «Первые оценки величины коэффициента прилипания мюона к гелию были **сделаны независимо Я.Б. Зельдовичем** [11] и Дж. Джексоном [7]. Джексон

упоминает в работе, что на этот механизм «прилипания» мюона к гелию, ограничивающий эффективность катализа, ему указал Е.Вигнер» (Герштейн, Пономарев, 1995, с.54).

Здесь [11] – Зельдович Я.Б. О возможной эффективности мезонного катализа ядерных реакций // ЖЭТФ. – 1957. – Том 33. – С.310.

[7] – Jackson J.D. // Physical Review. – 1957. – Vol.106. – P.330.

**324. Предсказание магнитных монополей.** Магнитный монополюль – гипотетическая элементарная частица, обладающая ненулевым магнитным зарядом. Существование этой частицы предсказали независимо друг от друга советский физик Александр Маркович Поляков (род. 1945 г.) и нидерландский ученый, лауреат Нобелевской премии, Герард Хоофт (род. 1946 г.).

Виктор Стенджер в книге «Бог и Мультивселенная. Расширенное понятие космоса» (2016) пишет: «В 1974 году нидерландский физик Герард Хуфт и советский физик Александр Поляков **независимо друг от друга** доказали, что в рамках калибровочных теорий объединения, включающих электромагнитное взаимодействие, должны существовать магнитные монополи. В 1976 году британский физик Томас Киббл (один из шести авторов, предложивших в 1964 году механизм Хиггса) доказал, что при фазовом переходе с нарушением калибровочной симметрии новая фаза не обязана быть однородной, но может иметь так называемые топологические дефекты, подобные тем, которые возникают в ферромагнетиках. Эти дефекты включают доменные стенки, струны и монополи» (Стенджер, 2016, с.273-274).

Об этом же сообщает А.Т. Филиппов в книге «Многоликий солитон» (1990): «Так или иначе, в течение почти сорока лет монополюль Дирака привлекал очень мало внимания физиков, повторяя судьбу солитона Рассела. Перелом произошел, когда в 1974 г. советский физик А.М. Поляков и голландский физик Г.Хоофт **независимо показали**, что в некоторых теориях Янга-Миллса существуют солитоны с магнитным зарядом. В отличие от точечного монополя Дирака, монополюль Полякова – Хоофта имеет конечные размеры и непростое топологическое устройство. В этом смысле его можно назвать многомерным и весьма рафинированным потомком простенького солитона Френкеля. Пока ни одного монополя никому увидеть не удалось, однако сложное устройство магнитных монополей и серьезное влияние, которое их существование может оказать на судьбу всей Вселенной, привлекают к ним общее внимание» (Филиппов, 1990, с.266-267).

Процитируем еще один источник. Игорь Сокальский в статье «Актеры, занятые в эпизодах» (журнал «Химия и жизнь», 2006, № 10) пишет: «Из теории Дирака отнюдь не следует, что магнитные монополи непременно существуют. Она просто показывает, как красиво был бы устроен мир, будь в нем хоть один монополюль. И вот в середине 70-х годов XX века идеи Дирака получили второе дыхание. Голландец Герард Хоофт и советский физик Александр Поляков **независимо друг от друга** показали, что магнитные монополи должны существовать в природе, они возникают как естественное решение в уравнениях теории объединения взаимодействий» (Сокальский, 2006, с.23).

**325. Построение квантовой хромодинамики, то есть модели сильных взаимодействий, основанной на теории Янга-Миллса.** История квантовой хромодинамики напоминает историю открытия механизма Хиггса. Подобно тому, как этот механизм генерации масс бозонов был открыт и описан в трех независимых статьях, модель сильных взаимодействий, включающая теорию Янга-Миллса, также была открыта несколькими группами ученых, работавших независимо и опубликовавших свои идеи в трех независимых статьях. Авторы первой статьи – Абдус Салам и Джозеф Пати, авторы второй – Мюррей Гелл-Манн, Харальд Фритч и Хайнрих Лютвиллер, а третью статью отправил в редакцию журнала Стивен Вайнберг. Ключевое положение разработанной модели – идея о том, что кварки взаимодействуют друг с другом путем обмена глюонами, которые представляют собой «заряженные фотоны» Янга-Миллса.

А.В. Смилга в книге «Квантовая теория поля на обед» (2019) повествует: «Гипотеза, что полевая теория, описывающая физику сильных взаимодействий, есть вариант теории Янга-Миллса, была сформулирована в 1973 г., в трех **независимых** статьях Джозефом Пати и Абдусом Саламом; Харальдом Фритчем, Мюрреем Гелл-Манном и Хайнрихом Лютвиллером; Стивенем Вайнбергом. Они предположили, что цветные кварки взаимодействуют путем обмена цветными глюонами (в частности, эти «частицы клея» склеивают кварки в адронах), и глюоны эти представляют не что иное, как «заряженные фотоны» Янга и Миллса. Единственная разница в том, что у Янга и Миллса было три таких «фотона», в то время как глюоны существуют в восьми цветных разновидностях. На языке теории групп (а теория групп необходима, чтобы действительно понять смысл теории Янга-Миллса) это означает, что глюоны принадлежат к присоединенному представлению группы  $SU(3)$ , соответствующей трем цветам кварков. <...> Но настоящий прорыв произошел в 1974 г., когда Давид Гросс, Франк Вильчек и Давид Полицер вычислили в этой теории перенормировку заряда и открыли явление асимптотической свободы» (Смилга, 2019, с.95).

**326. Открытие асимптотической свободы.** Выше мы отмечали, что Л.Д. Ландау и его коллеги открыли феномен, названный «московским нулем» - нулевое значение заряда электрона, обусловленное тем, что этот заряд экранируется «шубой» виртуальных частиц, окружающих электрон. Л.Д. Ландау пришел к выводу, что нулевой заряд, обусловленный экранировкой, - общее свойство всех квантовых теорий, пытающихся описать взаимодействия частиц. Однако в 1973-1974 гг. несколько ученых, изучавших особенности теории Янга-Миллса, обнаружили, что в этой теории нет экранировки и, следовательно, не возникает выше упомянутый «московский ноль». Этот факт, названный асимптотической свободой, выявили американский физик Дэвид Гросс (род. 1941 г.) и его аспирант Фрэнк Вильчек (род. 1951 г.). Независимо от них и друг от друга аналогичное открытие сделали американский ученый Дейвид Политцер (род. 1949 г.) и уже упоминавшийся нами нидерландский физик Герард Хоофт. К сожалению, Хоофт не смог своевременно опубликовать статью об открытии асимптотической свободы. В 2004 г. Гросс, Вильчек и Политцер удостоены Нобелевской премии по физике за вклад в развитие квантовой хромодинамики (КХД).

Джим Бэгготт в книге «Бозон Хиггса: от научной идеи до открытия «частицы Бога» (2014) указывает: «В конце 1972 года принстонский теоретик Дэвид Гросс решил показать, что асимптотическая свобода просто невозможна в квантовой теории поля. Вместо этого с помощью своего студента Фрэнка Вильчека он умудрился доказать прямо противоположное. Квантовые теории полей, основанные на локальных калибровочных симметриях, могут создавать условия для асимптотической свободы. Молодой гарвардский аспирант Дэвид Политцер **независимо пришел** к такому же открытию» (Дж.Бэгготт, 2014).

Об этом же сообщает Еитиро Намбу в книге «Кварки. На переднем крае физики элементарных частиц» (1984): «В 1973 г. в развитии теории произошло важное событие: обнаружено удивительное свойство КХД – так называемая асимптотическая свобода. Этот результат **независимо друг от друга** получили Хоофт (Нидерланды), Гросс и Вильчек (США), Политцер (США); в то время все эти энергичные молодые люди были либо студентами, либо начинающими научными сотрудниками» (Намбу, 1984, с.161).

Этот же вопрос рассматривает М.Б. Волошин в статье «Спектр чармония и взаимодействие кварков» (журнал «Природа», 1979, № 1), где автор пишет о нелинейных уравнениях теории ядерных сил (квантовой хромодинамики): «Нелинейность полевых уравнений и обуславливает те свойства квантовой хромодинамики, которые питают надежды теоретиков на то, что эта теория позволит описать как поведение кварков внутри адронов, так и невозможность расщепления адронов на составляющие их кварки. Важнейшее из этих свойств было открыто в 1973 г. Г. Политцером из Гарварда и, **независимо**, Д. Гроссом и Ф. Вильчеком из Принстона. Это свойство получило название асимптотической свободы и заключается в том, что, если два цветных объекта (кварка –

Н.Н.Б.) взаимодействуют посредством обмена глюонами на малых расстояниях, то их взаимодействие становится тем слабее, чем меньше расстояние между ними. <...> Именно это открытие послужило толчком к дальнейшему развитию квантовой хромодинамики, так как оно означает, что нелинейность уравнений поля не слишком существенна на малых расстояниях и можно корректно вычислять различные характеристики целого ряда процессов с участием адронов» (Волошин, 1979, с.57).

**327. Открытие асимптотической свободы в трудах А.А. Ансельма.** Советский физик Алексей Андреевич Ансельм (1934-1998) – еще один ученый, который совершенно самостоятельно (независимо от других исследователей) открыл асимптотическую свободу. С феноменом асимптотической свободы он впервые столкнулся в 1959 г.

Д.И. Дьяконов в статье «Алексей Андреевич был прирожденным учителем» (сборник «Счастье видеть красоту мироздания. Памяти физика А.А. Ансельма», 2018): «В конце пятидесятых годов Ландау с другими именитыми теоретиками пытались доказать, что «московский нуль-заряд» неизбежен в квантовой теории поля, включая модели с четырехфермионным взаимодействием, независимо от знака константы связи. Они использовали в вычислениях довольно сложную так называемую двухпредельную технику. В 1959 году Алексей Андреевич изучил двумерную модель с четырехфермионным взаимодействием и показал, во-первых, что эта техника приводит к неправильным результатам, а во-вторых, - что более важно, - модель является не нуль-зарядной, а наоборот - эффективная константа связи убывает на малых расстояниях. Так было, по существу, впервые обнаружено важнейшее явление в квантовой теории поля, получившее впоследствии название асимптотической свободы. Пятнадцать лет спустя модель Ансельма была **переоткрыта** и получила название модели Гросса – Неве. Асимптотическая свобода сегодня – это краеугольный камень теории сильных взаимодействий (квантовой хромодинамики) и вообще стандартной модели» (Дьяконов, 2018, с.71-72).

Об этом же сообщает А.М. Поляков в статье «Мы дружили с ним четверть века, для меня это невозможная потеря» (тот же сборник «Счастье видеть красоту мироздания», 2018): «...Ландау и другие пришли к выводу, что теория типа квантовой электродинамики несостоятельна. Ландау писал, что единственное правильное уравнение в теории поля – нуль равняется нулю. Ландау и его сотрудники (изучавшие взаимодействие электрона с вакуумом – Н.Н.Б.) нашли много других примеров с другими частицами и получили тот же самый результат. Ландау и другие пришли к выводу, что теория поля внутренне противоречива и должна быть заменена на что-то радикально иное. Эта идея завоевала массы и никем всерьез не оспаривалась. А вот Алеша (Ансельм – Н.Н.Б.) сделал работу, которая противоречила выводу Ландау, но, к сожалению, она не получила должного резонанса. Он рассмотрел частную модель, которая не претендовала на то, чтобы описывать реальные явления, но это была модель одного из возможных применений теории поля. Алеша открыл явление, противоположное выводам Ландау и других, а именно: исходный заряд электрона не экранируется, а антиэкранируется. Эта «шуба» добавляет к нему дополнительный заряд. <...> Таким образом, получается, что взаимодействие на малых расстояниях как бы отсутствует, а на больших - оно сильное. Через пятнадцать лет это явление было **переоткрыто** в теории, которая описывала реальный мир. Оно получило название асимптотической свободы. Это одно из фундаментальных свойств природы, составляющая стандартной модели. Алешина работа была опубликована в «ЖЭТФ» и, естественно, вызвала отрицательную реакцию Ландау и других» (Поляков, 2018, с.77-78).

Процитируем еще один источник. Н.П. Попов в заметке «Не могу не отметить его выдающуюся работу по проблеме нуль-заряда» (тот же сборник «Счастье видеть красоту мироздания», 2018) пишет: «...Не могу не отметить выдающуюся, пионерскую работу Алеша в 1959 году, связанную с обсуждением проблемы нуль-заряда. Описанный им эффект был **переоткрыт** спустя пятнадцать лет американскими физиками и получил известное название асимптотической свободы. К сожалению, это не первый случай, когда

пионерские работы советских физиков, в силу их известной изоляции в те годы, не получили широкого признания изначально, будучи позднее подтвержденными другими авторами. Тем не менее, это было выдающееся открытие, сделанное Алешей Ансельмом» (Попов, 2018, с.86).

### **328. Приближение к открытию асимптотической свободы в трудах И.Б. Хриповича.**

Среди тех, кто близко подошел к открытию асимптотической свободы, мы находим также отечественного физика Иосифа Бенционовича Хриповича (род. 1937 г.). К сожалению, И.Б. Хрипович не придал значения полученному результату и не догадался о том, что теория Янга-Миллса – адекватный инструмент описания сильных взаимодействий.

А.В. Смилга в книге «Квантовая теория поля на обед» (2019) говорит об открытии асимптотической свободы: «История этого открытия драматична. Первое правильное вычисление перенормировки константы связи в чистой теории Янга-Миллса было сделано в 1969 г. Иосифом Хриповичем. Однако Хрипович не осознал важности этого результата и не думал о применении теории Янга-Миллса в физике сильных взаимодействий. Была даже более ранняя статья Михаила Терентьева и Владимира Ваняшина, опубликованная в 1965 г. Они получили указания, что в этой теории заряд падает по мере роста энергии, но их вычисление было не вполне точным – они не учли вклад еще неизвестных в то время духов. Они понимали, что квантовая теория Янга-Миллса в том виде, как она была известна в то время, не самосогласована (нарушает унитарность), и приписали необычное поведение константы связи этому обстоятельству. Наконец, вполне правильное вычисление с духами было сделано Герардом Хоофтом за год до Гросса, Вильчека и Полицера, но он, как и Хрипович, не осознал чрезвычайной важности этого результата и потому не опубликовал его» (Смилга, 2019, с.95-96).

### **329. Разработка решеточного подхода (метода) в квантовой теории калибровочных полей.**

Решеточный метод вычислений, нашедший широкое применение в квантовой хромодинамике, изобрели независимо друг от друга американский физик, лауреат Нобелевской премии по физике за 1982 год, Кеннет Вильсон и советский ученый, предсказавший существование магнитного монополя, Александр Маркович Поляков.

Кеннет Вильсон в статье «Компьютеры в теоретических исследованиях» (журнал «Природа», 1983, № 11) пишет: «...Когда имеешь дело с короткоживущими глюонами внутри протона или нейтрона, недостаточно учитывать влияние, скажем, десяти или пятидесяти из них. На самом деле, чтобы в расчетах можно было ограничиться учетом конечного числа глюонов, необходимо ввести решетку [1]. Но даже конечная решетка, введенная для протона, должна состоять из тысяч, если не миллионов точек, и в каждой из них находятся глюоны» (Вильсон, 1983, с.89).

Здесь [1] – примечание, где К. Вильсон указывает: «Решетка заменяет непрерывное пространство-время дискретной системой точек. Такой подход к квантовой теории калибровочных полей был предложен в 1975 г. К. Вильсоном и, независимо, А.М. Поляковым (Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау АН СССР). В калибровочных теориях решетка применяется для решения различных задач квантовой хромодинамики. Смотрите, например: Ребби К. Решеточные теории удержания кварков. – В мире науки. 1983, № 4» (Вильсон, 1983, с.89).

### **330. Предсказание эффекта превращения вещества в кварк-глюонную плазму. А.М.**

Поляков и независимо от него американский физик-теоретик Леонард Сасскинд (род. 1940 г.) теоретически установили, что при определенной температуре адроны утрачивают способность удерживать кварки, превращаясь в кварк-глюонную плазму. Значение температуры, при которой происходит это превращение (фазовый переход), было вычислено с помощью метода Монте-Карло.

Ю.М. Макеенко в статье «Численные эксперименты в теории сильного взаимодействия» (журнал «Природа», 1984, № 3) пишет об эффективности метода Монте-Карло для решения задач квантовой хромодинамики (КХД): «Метод Монте-Карло позволяет, однако, не только воспроизводить то, что уже известно, но и получать в КХД значения величин, которые на опыте пока не измерены, и даже предсказывать новые физические явления. Упомяну в этой связи рассчитанное методом Монте-Карло значение температуры, начиная с которой сильновзаимодействующая материя существует в природе не в виде адронов, а в форме кварк-глюонной плазмы. Другими словами, вакуум КХД, нагретый до таких температур (примерно  $2,5 \times 10^{12}$  К), полностью лишается свойств, приводящих к невыеванию кварков (на этот эффект обратили внимание А.М. Поляков и независимо Л. Саскинд)» (Макеенко, 1984, с.15).

**331. Перенос в квантовую хромодинамику эволюционных уравнений Грибова – Липатова.** Речь идет об эволюционных уравнениях, полученных в 1972 г. советскими физиками Владимиром Наумовичем Грибовым (1930-1997) и Львом Николаевичем Липатовым (1940-2017). Эти уравнения описывают эволюцию партонных плотностей или, на современном языке, плотностей для кварков и антикварков каждого аромата. В.Н. Грибов и Л.Н. Липатов получили данные эволюционные уравнения в рамках квантовой электродинамики (КЭД). В 1977 г. указанные уравнения (по аналогии) были перенесены в квантовую хромодинамику (КХД). Это сделали независимо друг от друга советский физик Юрий Львович Докшицер (род. 1951), с одной стороны, и итальянские ученые Гвидо Альтарелли (1941-2015) и Джорджо Паризи (род. 1948 г.) – с другой. Отметим, что в 2021 г. Дж. Паризи награжден Нобелевской премией по физике.

А.А. Ансельм, В.Л. Гинзбург, Ю.Л. Докшицер и др. в статье «Памяти Владимира Наумовича Грибова» (УФН, 1998, том 168, № 4) указывают: «В рамках квантово-полевой теории сильных взаимодействий, предшествовавшей квантовой хромодинамике, В. Грибов и Л. Липатов опубликовали в 1972 г. теорию глубоко неупругого рассеяния и электрон-позитронной аннигиляции в адронах. Параметром их теории была константа мезон-нуклонного взаимодействия  $g^2$ , умноженная на квадрат логарифма энергии или импульса. В рамках квантовой хромодинамики этот подход был реализован в 1977 г. Ю. Докшицером и независимо Г. Альтарелли и Дж. Паризи. Сокращенно обозначаемые ДГЛАП, эти уравнения широко используются для описания жестких столкновений при высоких энергиях» (Ансельм и др., 1998, с.472).

Об этом же сообщает А.В. Карпишков в диссертации «Парные корреляции в жестких процессах при высоких энергиях в подходе реджезации партонных» (2019). Автор пишет об уравнениях Докшицера – Грибова – Липатова – Альтарелли – Паризи (ДГЛАП): «Первоначально эволюционные уравнения были получены В.Н. Грибовым и Л.Н. Липатовым для электронных, позитронных и фотонных распределений в КЭД (1972). В рамках квантовой хромодинамики метод Грибова и Липатова был применен в 1977 г. Ю.Л. Докшицером и независимо Г. Альтарелли и Дж. Паризи» (Карпишков, 2019, с.14).

Приведем еще один источник. А.И. Мелуа в 6-ом томе книги «Академия наук. Биографии» (2020) сообщает: «Высокую цитируемость в мировой научной и учебной литературе приобрела работа В.Н. Грибова и Л.Н. Липатова (1972) по теории глубоко неупругого рассеяния и электрон-позитронной аннигиляции в адроны, где были впервые получены уравнения эволюции структурных функций. В рамках квантовой хромодинамики метод Грибова и Липатова был применен в 1977 г. Ю.Л. Докшицером и независимо Г. Альтарелли и Дж. Паризи. Эти уравнения (DGLAP) широко используются для описания жестких столкновений при высоких энергиях» (Мелуа, 2020, с.18).

**332. Использование бета-функции Эйлера для описания сильного взаимодействия элементарных частиц.** Занимаясь поиском математических средств описания сильных взаимодействий, ученые (по свидетельству историков науки, совершенно случайно)



установили, что одним из таких средств может быть бета-функция Эйлера, выведенная великим математиком Леонардом Эйлером (1707-1783), который, конечно, не подозревал о подобном применении его функции. В частности, независимо друг от друга итальянец Габриэле Венециано (род. 1942 г.) и японец Махико Судзуки обнаружили, что амплитуда парного рассеяния высокоэнергетических пионов ( $\pi$ -мезонов) весьма точно описывается бета-функцией Эйлера.

М. Каку в книге «Введение в теорию суперструн» (1999) пишет: «Теория суперструн, однако, своим историческим развитием ничуть не напоминает ее предшественников. У нее, вероятно, самая странная в истории науки судьба с большим числом кренов и поворотов, чем в аттракционе «американские горы». Началась она с того, что два молодых физика, Венециано и Судзуки [21, 22], **независимо открыли** квантовую теорию этой модели. Перелистывая математический справочник, они случайно заметили, что бета-функция Эйлера удовлетворяет всем аксиомам  $S$ -матрицы для взаимодействий адронов, кроме унитарности. Неве, Шварц и Рамон [23-25] быстро обобщили теорию, чтобы включить в нее частицы со спином. Чтобы разрешить проблему унитарности, Киккава, Сакита и Вирасоро [26] предложили считать бета-функцию Эйлера борновским членом теории возмущений. Наконец, Каку, Яу, Лавлейс и Алессандрини [27-33] завершили построение квантовой теории, вычислив бозонные многопетлевые диаграммы. Теория, однако, оставалась целиком сформулированной на языке амплитуд  $S$ -матрицы на массовой оболочке. Затем Намбу и Гото [34, 35] поняли, что за этими амплитудами рассеяния скрывается классическая релятивистская струна. Одним махом они революционизировали всю теорию, открыв за ней объединяющую классическую картину. Взаимосвязь между классической и квантовой теориями была быстро установлена Голдстоуном, Годдардом, Ребби и Торном [36] и далее развита Мандельштамом [37]» (Каку, 1999, с.25-26).

Об этом же сообщается в книге М. Каку «Гиперпространство: научная одиссея через параллельные миры» (2016): «Теория струн родилась по чистой случайности, когда в 1968 г. два молодых физика-теоретика – Габриэле Венециано и Махико Судзуки – **независимо друг от друга** листали книги по математике в поисках математических функций, подходящих для описания сильного взаимодействия частиц. Занимаясь исследованиями в ЦЕРНе (CERN), Европейском центре теоретической физики в Женеве, Швейцария, эти ученые **независимо друг от друга** обратили внимание на бета-функцию Эйлера – математическую функцию, записанную в XVIII в. математиком Леонардом Эйлером. Габриэле Венециано и Махико Судзуки с изумлением обнаружили, что бета-функция Эйлера обладает почти всеми свойствами, необходимыми для описания сильных взаимодействий элементарных частиц» (Каку, 2016, с.230).

**333. Выдвижение гипотезы о том, что адроны должны состоять из крошечных одномерных струн.** Данную гипотезу сформулировали независимо друг от друга американский физик Леонард Сасскинд (род. 1940 г.), уже упоминавшийся нами японский ученый, лауреат Нобелевской премии, Еитиро Намбу и датский специалист в области теории струн Хольгер Нильсен (род. 1941 г.).

Аманда Гефтер в книге «На лужайке Эйнштейна» (2016) пишет о Габриэле Венециано: «...Он открыл уравнение  $S$ -матрицы для адронов. Но почему это уравнение работало? Никто не знал. Что именно оно описывало? После месяца затворничества на чердаке и размышлений над уравнением Венециано на Сасскинда снизошло прозрение. Уравнение описывало колебания струны. Сасскинд – и, **независимо от него**, Еитиро Намбу и Хольгер Бех Нильсен – предположили, что адроны должны состоять не из точечных, лишенных размера частиц, а из крошечных одномерных струн. Сасскинд тогда сказал, что точки на концах струны можно мыслить как кварки, а саму струну – как множество точечных частиц, называемых глюонами» (А. Гефтер, 2016).

Об этом же сообщает Шон Кэрролл в книге «Частица на краю Вселенной» (2015): «Теория струн – одна из самых простых теорий в сегодняшней физике. Просто представьте,

что элементарные блоки вещества – не точечные частицы, а маленькие колеблющиеся струны. Концепция восходит к первым работам Йоитиро Намбу, Хольгера Нильсена и Леонарда Сасскинда 1968-1969 годов. Намбу, Нильсен и Сасскинд, **независимо друг от друга**, предположили, что некоторые математические соотношения, описывающие рассеяние частиц, можно просто объяснить, заменив частицы струнами. Пока петли или сегменты струн достаточно малы, они будут выглядеть как частицы» (Ш. Кэрролл, 2015).

**334. Открытие нового класса алгебр Ли, а именно алгебр Каца – Муди.** Новый класс алгебр Ли, а именно «алгебры Каца-Муди», открыли независимо друг от друга советский математик Виктор Гершевич Кац (род. 1945 г.) и канадский математик Роберт Муди (род. 1941 г.). Алгебры Каца-Муди нашли применение в двумерной квантовой физике, а также в теории струн.

Н.А. Вавилов в статье «Простые алгебры Ли, простые алгебраические группы и простые конечные группы» (сборник «Математика XX века. Взгляд из Петербурга», 2010) пишет о том, как задача, поставленная российским математиком Эрнестом Борисовичем Винбергом (1937-2020), привела Виктора Каца (1968) к открытию нового класса алгебр Ли: «Следуя Картану, Винберг поставил задачу классификации простых алгебр Ли ограниченного роста. Такая классификация была **независимо получена** Виктором Кацем и Робертом Муди. Она оказалась одним из наиболее важных, естественных и чаще всего используемых в приложениях обобщений классификации Картана - Киллинга» (Вавилов, 2010, с.34).

Об этом же сообщает Эдуард Френкель в книге «Любовь и математика. Сердце скрытой реальности» (2020). Автор говорит об алгебрах Каца – Муди: «Такие алгебры Ли, которые следует рассматривать как упрощенные версии групп петель, называются алгебрами Каца – Муди в честь двух математиков: Виктора Каца (профессора Массачусетского технологического института, родившегося в России и эмигрировавшего в США) и Роберта Муди (профессора Университета Альберты, эмигрировавшего в Канаду из Великобритании). **Независимо друг от друга** они приступили к исследованию этих алгебр Ли в 1968 году. С тех самых пор теория алгебр Каца – Муди остается одной из самых актуальных и быстро развивающихся областей математики» (Френкель, 2020, с.154).

Автор добавляет: «...Алгебры Каца – Муди играют важную роль в теории струн, но, помимо этого, они также служат симметриями моделей двумерной квантовой физики» (там же, с.155).

**335. Открытие суперсимметрии и создание первой суперсимметричной четырехмерной теории поля (суперсимметричной электродинамики).** Разработка четырехмерной теории поля, основанной на принципе суперсимметрии, - заслуга советского физика-теоретика Юрия Абрамовича Гольфонда (1922-1994) и его аспиранта Евгения Лихтмана. В 1989 г. Академия наук СССР присудила Ю.А. Гольфонду (совместно с Е. Лихтманом) премию имени И.Е. Тамма за цикл работ по суперсимметрии. Независимо от названных отечественных физиков аналогичные результаты на основе идеи суперсимметрии получили австрийский физик Джулиус Весс (1934-2007) и итальянский ученый Бруно Zumino (1923-2014).

М. Шифман в статье «Два слова об этой книге» (сборник «Воспоминания о Феликсе Александровиче Березине – основоположнике суперматематики», 2009) пишет: «В 2000 году я опубликовал две книги, посвященные Юрию Гольфонду [2], физику-теоретику, который в самом начале 1970-х годов, вместе со своим студентом Евгением Лихтманом, открыл суперсимметрию и построил первую суперсимметричную четырехмерную теорию поля, суперсимметричную электродинамику. **За два года до** Весса и Zumino!» (Шифман, 2009, с.7).

Об этом же сообщает А.С. Шварц в статье «Суперматематика и физика» (тот же сборник «Воспоминания о Феликсе Александровиче Березине – основоположнике

суперматематики», 2009): «Началом суперматематики было замечание, что в теории вторичного квантования формулы для бозонов и фермионов выглядят очень похоже, однако же для бозонов эти формулы можно было записать также в виде интегралов по антикоммутирующим переменным. Чтобы это стало возможным, Березин ввел понятие интеграла по антикоммутирующим переменным. Замечательным достижением Березина было понимание того, что это понятие открывает окно в новый мир анализа функций от антикоммутирующих переменных, теории групп Ли и алгебр Ли с коммутирующими и антикоммутирующими параметрами, теории пространств с коммутирующими и антикоммутирующими координатами. <...> Он сделал чрезвычайно много, чтобы ввести нас в этот мир. Вскоре окна в супермир появились и с других сторон, в частности, в работах Гольфанда – Лихтмана, Волкова – Акулова, Волкова – Сороки. Было построено то, что сейчас называется супералгеброй Пуанкаре (расширение алгебры Ли группы Пуанкаре за счет добавления антикоммутирующих параметров). Следующий прорыв произошел, когда Весс и Зумино не только **переоткрыли** конструкцию супералгебры Пуанкаре, но и указали простой метод построения суперсимметричных функционалов действия (функционалов, инвариантных относительно супералгебры Пуанкаре)» (Шварц, 2009, с.35-36).

Аналогичные сведения можно найти в статье В.И. Огиевского и Л. Мезинческу «Симметрии между бозонами и фермионами и суперполя» (УФН, 1975, том 117, № 4): «Суперсимметрии приобрели фундамент после пионерских работ Гольфанда и Лихтмана [26, 27, 57], в которых были предложены и исследованы спинорные расширения группы Пуанкаре, алгебры суперсимметрий и их представления. В связи с возможной трактовкой нейтрино как голдстоуновской частицы [104] значительный вклад в развитие и понимание суперсимметрий внесли Волков и Акулов [16, 18, 20], которые рассмотрели их нелинейные реализации. Интерес к суперсимметриям резко возрос в результате появления конструктивных статей Весса и Зумино [12, 13], выявивших исключительное свойство – перенормируемость предложенной ими модели. Весс и Зумино **не знали о предшествующих работах** и обобщили так называемые суперкалибровочные симметрии, возникающие в дуальных моделях [3, 25, 34, 64]» (Огиевский, Мезинческу, 1975, с.641).

Здесь [26] – Гольфанд Ю.А., Лихтман Е.П. // сборник «Проблемы теоретической физики». – М.: «Наука», 1972.

[27] – Гольфанд Ю.А., Лихтман Е.П. // Письма ЖЭТФ. – 1971. – Том 13. – С.452.

[16] – Волков Д.В., Акулов В.П. // Письма ЖЭТФ. – 1972. – Том 16. – С.621.

[20] – Волков Д.В., Акулов В.П. // ТМФ. – 1974. – Том 18. – С.39.

[13] – Wess J., Zumino B. // Physical Letters. – 1974. – В49. – Р.52.

Опишем аналогию, которой руководствовались ученые, открывавшие суперсимметрию (аналогию, которая, собственно говоря, и привела к открытию суперсимметрии). Л.Э. Генденштейн и И.В. Криве в статье «Суперсимметрия в квантовой механике» (УФН, 1985, том 146, № 4) отмечают: «Самое главное свойство суперсимметрии состоит в том, что она весьма нетривиальным образом объединяет непрерывные преобразования (например, трансляции) с дискретными преобразованиями особого вида (типа отражения). При этом сохраняется формальная **аналогия** между этими двумя типами преобразований, имеющих существенно различную природу. Именно наличие этой **аналогии** и является «изюминкой» суперсимметрии. В квантовой теории поля такая **аналогия** была подмечена уже давно – это аналогия между бозонными и фермионными операторами. Бозонные операторы соответствуют непрерывным преобразованиям, а фермионные – дискретным. Формальная **аналогия** состоит в том, что для бозонных полей имеют место коммутационные соотношения, а для фермионных – антикоммутационные. С учетом этого различия многие формулы для бозонных и фермионных теорий поля обнаруживали удивительное сходство. Это сходство было отмечено еще при рождении квантовой механики (например, Дираком в его знаменитой книге), однако прошло почти полвека, пока Гольфанд и Лихтман [1], Волков и Акулов [2] и Весс и Зумино [3] не заметили, что это сходство позволяет объединить в одну группу (названную супергруппой)

преобразования, соответствующие бозонным и фермионным операторам. Таким образом, появились первые теории поля, в которых бозоны и фермионы обрели, наконец, равноправие» (Генденштейн, Криве, 1985, с.554).

**336. Создание сверхтекучей модели атомного ядра.** Сверхтекучая модель атомного ядра основывается на гипотезе о том, что нуклоны в атомном ядре объединяются в пары подобно процессу спаривания электронов в сверхпроводнике. Эту модель ядра разработали независимо друг от друга датский физик, сын Нильса Бора, Оге Бор (1922-2009) и советский ученый Аркадий Бенедиктович Мигдал (1911-1991). Оге Бор разрабатывал сверхтекучую модель ядра совместно с американским исследователем Беном Моттelsonом (1926-2022). В 1975 г. О. Бор и Б. Моттelson удостоены Нобелевской премии по физике. Следует отметить, что вполне самостоятельно (независимо) к сверхтекучей модели ядра пришел советский физик, руководитель Лаборатории теоретической физики ОИЯИ (Дубна) Вадим Георгиевич Соловьев (1925-1998). Все перечисленные исследователи при построении сверхтекучей модели ядра руководствовались двумя аналогиями, благодаря которым в эту модель переносились (с соответствующей модификацией) идеи из двух источников: теории сверхтекучести жидкого гелия и теории сверхпроводимости Бардина – Купера – Шриффера (БКШ), опубликованной в 1956 году.

О научных достижениях Оге Бора сообщается во многих источниках. Например, С.Г. Кадменский в статье «Радиоактивность атомных ядер: история, результаты, новейшие достижения» («Соросовский образовательный журнал», 1999, № 11) пишет: «В 1958 году Оге Бор высказал гипотезу о существовании сверхтекучих свойств у атомных ядер. Практически за один год эта гипотеза была полностью подтверждена и реализована в создании сверхтекучей модели атомного ядра, в которой принимается, что пары протонов или нейтронов объединяются в куперовские пары со спином, равным нулю, а бозе-конденсация этих пар формирует сверхтекучие свойства ядер» (Кадменский, 1999, с.79).

Бен Моттelson не скрывает того, что он использовал аналогию с теорией сверхпроводимости БКШ. В своей Нобелевской лекции «Элементарные виды возбуждения в ядрах» (УФН, 1976, том 120, № 4) он говорит: «Для нас было удачным обстоятельство, что Дэвид Пайнс летом 1957 г. провел несколько месяцев в Копенгагене и за это время ввел нас в новую удивительную область – теорию сверхпроводимости. После дискуссий с ним стало очевидным, что эти концепции имеют отношение к проблеме парных корреляций в ядрах [28]. Важным вопросом, обсуждавшимся в этих дискуссиях, был факт постепенного накопления экспериментальных данных о существовании энергетической щели в спектрах возбуждения ядер, которая **напоминала** энергетическую щель, найденную в сверхпроводниках [15], [28]» (Моттelson, 1976, с.567).

Здесь [15] – работа О. Бора и Б. Моттelsonа (1955); [28] – работа тех же авторов (1958).

Независимость исследований А.Б. Мигдала освещается в статье А.И. Ларкина «А.Б. Мигдал в моей жизни» (сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале», 2003): «АБ сразу стал искать применение теории БКШ в ядерной физике. Целый день мы сидели с ним и обрабатывали таблицу изотопов: считали четно-нечетные разности масс ядер. Почти у всех тяжелых ядер эти разности были одинаковыми. Значит, это свойство ядерной материи. АБ вспомнил о сверхтекучей модели Ландау для моментов инерции ядер» (Ларкин, 2003, с.42). «Летом 1962 года АБ предложил мне пожить с ним две недели на даче на Николиной горе и сделать работу про сверхтекучую ферми-жидкость в применении к ядру. Мы работали очень много, иногда спорили до поздней ночи» (там же, с.43-44).

Об этом же сообщает Г.А. Пик-Пичак в статье «Прогулка весной» (тот же сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале», 2003): «Когда в конце пятидесятых годов возникла задача об описании ядра как конечной сверхтекучей ферми-жидкости, АБ изменил характер общения со своими сотрудниками. Тогда в сектор пришло много молодых, с которыми он работал по этой теме. С учетом прикомандированных ученых из МИФИ и

других институтов сектор вырос более чем в три раза. Два раза в неделю он собирал всех сотрудников, независимо от того, над чем они работали, рассказывал и обсуждал то, что он сделал за прошедшее время. Потом ему рассказывали, что сделано по отдельным порученным им задачам, которые практически все требовали использования появившихся в то время мощных ЭВМ» (Пик-Пичак, 2003, с.180).

Приведем публикацию, отражающую результаты совместной работы А.Б. Мигдала и А.И. Ларкина по данной теме:

- Ларкин А.И., Мигдал А.Б. Теория сверхтекучей ферми-жидкости. Применение к ядру // ЖЭТФ. – 1963. – Том 44. – С.1703.

**337. Разработка математического аппарата для описания спаривания нуклонов, обуславливающих сверхтекучесть в атомном ядре.** Математический аппарат для описания сверхтекучести в атомном ядре, возникающей вследствие образования нуклонных пар, был разработан отечественными физиками Спартаком Тимофеевичем Беляевым (1923-2017) и Вадимом Георгиевичем Соловьевым (1925-1998). Они сделали это независимо друг от друга. С.Т. Беляев и В.Г. Соловьев (на основе аналогии) перенесли в теорию атомного ядра математический аппарат, созданный Н.Н. Боголюбовым для описания сверхтекучести жидкого гелия.

Р.Х. Сафаров в книге «Физика атомного ядра и элементарных частиц» (2008) пишет: «...Первоначальные ядерные модели не могли теоретически описать спаривание нуклонов. Это стало возможным после того, как академик Н.Н. Боголюбов разработал теорию явлений сверхтекучести и сверхпроводимости. Идею о существовании в ядре сверхтекучих взаимодействий нуклонов впервые высказали О Бор, Б. Моттelson и Н.Н. Боголюбов. С.Т. Беляев и **независимо от него** В.Г. Соловьев применили этот изящный математический аппарат к ядру и получили новую модель, получившую название сверхтекучей модели ядра. Основное положение этой модели основано на том факте, что между двумя нуклонами одного сорта в одинаковых энергетических состояниях и с равными, но с противоположными угловыми моментами, [происходит] сильное спаривательное взаимодействие» (Сафаров, 2008, с.53).

О том, что В.Г. Соловьев самостоятельно разработал теорию сверхтекучести и сверхпроводимости атомных ядер, сообщают также А.И. Вдовин, В.В. Воронов и Л.А. Малов в статье «Результаты исследований получили мировое признание» (газета «Дубна: наука, содружество, прогресс», № 41 от 13 октября 2000 г.). Авторы данной публикации, в частности, пишут о событиях 1956 года: «В это время научные интересы Вадима Георгиевича под влиянием работ Н.Н. Боголюбова по микроскопической теории сверхпроводимости сместились к проблеме сверхтекучести ядерного вещества и роли парных корреляций сверхпроводящего типа в атомных ядрах. Первые же работы по этой тематике выдвинули В.Г. Соловьева в ряды известных мировых ученых, также оценивших центральную роль этой проблемы в физике ядра. В 1958-1962 гг. В.Г. Соловьев построил теорию сверхпроводимости в атомных ядрах. Им были описаны многие необычные проявления этих свойств, предсказаны совершенно новые эффекты, которые позднее были обнаружены в экспериментах» (Вдовин и др., 2000, с.4).

Аналогичные сведения можно найти в статье А.И. Вдовина «Вадим Георгиевич Соловьев (1925-1998)» (журнал «Физика элементарных частиц и атомного ядра», 2000, том 31, № 4), где автор констатирует: «...Под влиянием Н.Н. Боголюбова и его работ по микроскопической теории сверхпроводимости В.Г. Соловьев заинтересовался проблемой сверхтекучести ядерного вещества и возможной ролью парных корреляций сверхпроводящего типа в атомных ядрах. Вопрос этот был чрезвычайно актуален и привлекал внимание многих крупных ученых. В то же время для Вадима Георгиевича теория ядра была малоизвестным разделом физики. Однако первая же его работа на эту тему «О взаимодействии нуклонов, приводящем к появлению сверхтекучего состояния атомного ядра» (ЖЭТФ, 1958, т.35, с.823) поставила его в авангард теоретиков-ядерщиков»

Дополнительная литература по теме:

- Соловьев В.Г. О путях изучения структуры атомного ядра // Атомная энергия. – 1971. – Том 30. - № 1. – С.37-43.

**338. Предсказание пинч-эффекта, то есть явления сжатия плазмы собственным магнитным полем.** Явление сжатия электронного пучка собственным магнитным полем предсказали независимо друг от друга американский ученый и изобретатель Уиллард Харрисон Беннет (1903-1987) и его соотечественник Леви Тонкс (1897-1971). Как отмечают специалисты, У.Х. Беннет предсказал данный эффект в 1934 г., а Л. Тонкс – в 1938.

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о У.Х. Беннете: «Работы относятся к спектроскопии, ускорительной технике, физике плазмы, космической физике. **Независимо от Л. Тонкса** при исследовании потоков быстрых заряженных частиц в газоразрядной плазме предсказал (1934) явление сжатия плазмы собственным магнитным полем протекающего через нее тока (пинч-эффект) и вывел уравнение, описывающее условия, при которых газокINETическое давление плазмы становится равным магнитному давлению поля тока (соотношение Беннета)» (Храмов, 1983, с.29).

Поскольку пинч-эффект широко изучался в теории плазмы в рамках разработки управляемого термоядерного синтеза (УТС), этот эффект обсуждается во многих работах именно в данном контексте. Впоследствии была сформулирована мысль о существовании пинч-эффекта в твердых телах. Этому вопросу посвящена статья В.В. Владимирова «Пинч-эффект в плазме твердого тела» (УФН, 1975, том 117, № 1).

**339. Создание теории быстрых линейных пинчей.** Теорию быстрых линейных пинчей разработали независимо друг от друга советские физики Михаил Александрович Леонтович (1903-1981) и Самуил Маркович Осовец (1911-1983), с одной стороны, и американский ученый Маршалл Розенблют (1927-2003) – с другой.

Лев Викторович Бобров в книге «В поисках чуда» (1968) пишет: «Сжимаясь в тонкий длинный жгут, плазма разогреется до сверхвысоких температур (это явление получило в английском языке название пинч-эффекта). Теорию быстрых линейных пинчей создали в 1953 году академик М.А. Леонтович и С.М. Осовец, а впоследствии **независимо от них** американский ученый М. Розенблют. Советские физики впервые обратили внимание на огромную роль, которую играет полностью ионизированная токопроводящая оболочка газового столба (скин-эффект – от английского «шкура»). Мгновенно сужаясь, она порождает цилиндрическую ударную волну, направленную внутрь, к собственной оси. Распространяясь по радиусу со скоростью свыше 100 километров в секунду, этот необычный взрыв превращает нейтральную газовую сердцевину шнура в высокотемпературную плазму» (Бобров, 1968, с.110).

Об этом же сообщает В.Н. Ораевский в монографии «Плазма на Земле и в космосе» (1980): «Итак, обратимся к самосжимающему газовому разряду в прямых трубах. В таких системах разряд создает плазму из нейтрального газа, нагревает ее и удерживает с помощью собственного магнитного поля, текущего по плазме. Как будет видно из дальнейшего, с целью стабилизации таких разрядов необходимо использовать также внешнее магнитное поле. <...> Впервые теория сжатия и разогрева в линейном разряде была предложена советскими физиками М.А. Леонтовичем и С.М. Осовцем (несколько позже **независимо** к подобным выводам пришел американский физик М. Розенблют)» (Ораевский, 1980, с.134).

**340. Открытие эффекта бесстолкновительного затухания волн в плазме («затухания Ландау»).** Эффект бесстолкновительного затухания волн в электрон-ионной плазме теоретически предсказан отечественным физиком, лауреатом Нобелевской премии, Львом Давидовичем Ландау (1908-1968). Независимо от него этот же эффект теоретически открыт английским механиком и математиком Джеймсом Лайтхиллом (1924-1998). Но Лайтхилл

обнаружил этот эффект значительно позже Ландау, поэтому можно сказать, что он самостоятельно переоткрыл явление затухания волн в плазме, не обусловленное столкновениями.

О том, что Л.Д. Ландау открыл эффект затухания волн, названный его именем, сообщают многие авторы. Мы процитируем одну работу. Б.Б. Кадомцев в статье «Затухание Ландау и эхо в плазме» (УФН, 1968, том 95, № 1) отмечает: «В 1946 г. Л.Д. Ландау показал, что волны в плазме должны затухать даже в отсутствие столкновений. Эффект затухания Ландау, как он впоследствии стал называться, играет фундаментальную роль в плазме; он составляет основу для теории коллективных явлений в разреженной плазме. Однако долгое время этот интересный физический эффект оставался вне поля зрения экспериментальных исследований. Лишь в самые последние годы были проведены прямые лабораторные эксперименты по затуханию Ландау, которые показали хорошее согласие результатов измерений с теорией» (Кадомцев, 1968, с.111).

Далее мы приведем цитату из работы, в которой сообщается, что Джеймс Лайтхилл независимо, хотя и существенно позднее, открыл затухание Ландау. У.И. Аксфорд в статье «Эти славные дни прошлого» (журнал «Природа», 1994, № 9) пишет: «Лайтхилл считал, что его отдел должен быть информирован о новых направлениях исследований, и организовал семинар по физике плазмы и магнитной гидродинамике, предполагая, что все мы станем его участниками. Мы начинали с нуля, но поскольку каждый должен был внести свой вклад в работу семинара, вскоре мы уже узнали достаточно, чтобы разбираться в обсуждавшемся. Сам Лайтхилл в качестве собственного вклада в семинар сотворил свою знаменитую статью о волнах в анизотропной среде (думаю, он потратил на это весь уик-энд). Я припоминаю также, что он **случайно «открыл»** затухание Ландау, когда один из участников семинара представлял собственные выводы того, что, как в итоге стало ясно, было ранее получено Власовым (Анатолием Александровичем Власовым (1908-1975) – Н.Н.Б.)» (Аксфорд, 1994, с.102-103).

Дополнительная литература по теме:

- Сэр Джеймс Лайтхилл (1924-1998) // Акустический журнал. – 1999. - Том 45. - № 2. - С.285-288.

**341. Формулировка идеи магнитного удержания, то есть магнитной термоизоляции плазмы.** К идее магнитного удержания плазмы пришли независимо друг от друга советский физик Андрей Дмитриевич Сахаров (1921-1989), американский ученый Лайман Спитцер (1914-1997) и британский исследователь Питер Клайв Тонеман (1917-2018). Отметим, что А.Д. Сахаров пришел к идее использования магнитного поля для термоизоляции плазмы по аналогии с мыслью Олега Александровича Лаврентьева (1926-2011) о применении электростатического поля для термоизоляции той же плазмы. С теоретическими разработками О.А. Лаврентьева А.Д. Сахаров ознакомился, когда получил его письмо, направленное в Москву из Сахалина (где Лаврентьев проходил срочную службу). Если оставить в тени различие полей, предложенных этими учеными (у А.Д. Сахарова – магнитное поле, а О.А. Лаврентьева - электростатическое), то О.А. Лаврентьев должен стоять в одном ряду с исследователями, которые сформулировали первые идеи в области управляемого термоядерного синтеза (УТС).

С.В. Мирнов в статье «Токамаки: триумф или поражение?» (журнал «Природа», 1999, № 1) говорит: «Идея магнитной термоизоляции горячей плазмы от стенок реактора, **предложенная независимо А.Д. Сахаровым, И.Е. Таммом в СССР и Л. Спитцером в США**, в принципе проста: магнитное поле обязано ограничивать поперечный разлет заряженных частиц из зоны реакции. Являясь переносчиками электрического тока поперек магнитного поля, они под действием силы Лоренца должны закручиваться вокруг магнитных силовых линий в спирали...» (Мирнов, 1999, с.14).

Об этом же сообщает Л.А. Арцимович в статье «Управляемый ядерный синтез – основа энергетики далекого будущего» (сборник «Академик Лев Андреевич Арцимович:

воспоминания, статьи, документы», 2009): «На общей идее о магнитной термоизоляции базируются основные направления разработки проблемы управляемого ядерного синтеза. К ней около двадцати лет тому назад совершенно **независимым путем** пришли физики СССР, США и Великобритании. В этих странах исследования по управляемому ядерному синтезу зародились и начали развиваться в условиях глубокой секретности при полном отсутствии международных научных контактов» (Арцимович, 2009, с.357).

Ситуация независимого возникновения одних и тех же идей в СССР и США в области УТС красноречиво описывается в статье Гарольда Пола Фюрта «Токамаки завоевывают мир» (сборник «Академик Лев Андреевич Арцимович: воспоминания, статьи, документы», 2009): «Искусственное разделение двух групп ученых, **одновременно и независимо** работавших в одной и той же области науки, послужило почвой для уникального антропологического эксперимента: пойдут ли эти две группы одним и тем же путем при решении стоявшей перед ними чрезвычайно сложной задачи? Ответ был: да. Оказалось, что американские и советские теоретические работы совпадали, за исключением отдельных нюансов. Экспериментальные программы также были близки друг к другу и приводили к сравнимым результатам. В то же время каждая из сторон внесла что-то свое – например, советские ученые получили интересные результаты по охлаждению через синхротронное излучение, а американские – по стеллараторам» (Фюрт, 2009, с.106).

О заслугах английского ученого Питера Гонеманна, самостоятельно пришедшего к идее о магнитном удержании плазмы, упоминает Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983): «**Независимо от других** выдвинул идею магнитного удержания высокотемпературной плазмы и инициировал исследования по контролируемому термоядерному синтезу. Один из создателей термоядерной установки «Зета» (1957). <...> Независимо от других обнаружил нейтроны, испускаемые при газовом разряде, и показал (1958), что они не являются результатом термоядерных реакций, т.е. имеют не термоядерное происхождение» (Храмов, 1983, с.323).

Что касается роли О.А. Лаврентьева в стимулировании работ в области УТС, то об этом пишет Виктор Ильгисонис в статье «Ловушка для Солнца» (журнал «В мире науки», 2013, № 4): «История развития управляемого термоядерного синтеза (УТС) в России и в СССР началась случайно. В 1950 г. сержант Советской Армии Олег Лаврентьев направил в Центральный комитет ВКП(б) письмо, содержащее предложение по электростатическому удержанию ядер дейтерия сферическими сетками под отрицательным и положительным потенциалом. Можно сказать, письмо Лаврентьева послужило катализатором рождения советской программы исследований по управляемому термоядерному синтезу» (Ильгисонис, 2013, с.63).

**342. Изобретение стелларатора – разновидности реактора для осуществления управляемого термоядерного синтеза.** Традиционно считается, что изобретателем стелларатора является американский физик Лайман Спитцер (упомянутый выше). Однако независимо от него о проекте стелларатора размышлял Андрей Дмитриевич Сахаров, но он не стал развивать это направление исследований.

Э.П. Кругляков в статье «Звездные реакторы: на пути к термоядерной энергетике» (журнал «Наука из первых рук», 2005, № 2 (5)) указывает: «В 1950 году советские физики А.Д. Сахаров и И.Е. Тамм выдвинули идею замкнутого магнитного термоядерного реактора. Годом позже американец Л. Спитцер предложил идею стелларатора. Вообще-то Сахаров рассматривал обе эти концепции. Вот как он рассуждал: поместим плазму в тороид (полюй внутренний бублик) и создадим тороидальное магнитное поле. В этом случае термоизоляция поперек поля будет обеспечена, однако плазма начнет вытесняться в область слабого магнитного поля. Положение можно исправить, создав с помощью системы внешних проводников винтовое магнитное поле в самой плазме. Собственно, это и есть стелларатор» (Кругляков, 2005, с.56).



**343. Изобретение способа инерциального удержания плазмы для термоядерного синтеза.** Инерциальный (инерционный) метод удержания плазмы для УТС предполагает сжатие вещества – дейтерия или трития – ударными волнами, рентгеновскими или лазерными лучами, которые, нагревая плазму до высоких температур, одновременно удерживают ее. Магнитное поле при этом не используется, поэтому данный метод является противоположностью магнитного удержания плазмы. В числе авторов метода инерциального удержания плазмы обычно называются американские ученые Джон Хопкин Накколс (John Hopkin Nuckolls, род. 1930 г.) и Фридвардт Винтерберг (Friedwardt Winterberg, род. 1929 г.). Но независимо от них этот метод анализировал (обсуждал на одном из семинаров-совещаний) А.Д. Сахарова. Этому не приходится удивляться, поскольку А.Д. Сахаров является создателем водородной бомбы, в которой применяется тот же принцип радиационного обжатия заряда. Можно сказать, что принцип радиационного обжатия заряда в водородной бомбе по аналогии подсказывал механизм обжатия плазмы с помощью лазерного излучения.

Перед нами книга А.Д. Сахарова «Научные труды» (1995), где содержится его статья «Теория магнитного термоядерного реактора (часть II)». Впервые данная статья опубликована в сборнике «Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций» (1958). Н.А. Попов в комментариях к этой статье А.Д. Сахарова пишет: «Для меня приоритет Андрея Дмитриевича в идее ЛТС (лазерного термоядерного синтеза – Н.Н.Б.) с инерционным удержанием плазмы для нашей страны вне сомнений (за рубежом эта идея в принципе могла быть высказана и раньше). В одном из наших более поздних отчетов по этой теме мы (авторы отчета) на А.Д. Сахарова ссылаемся, но документального подтверждения его приоритета, по-видимому, не существует. Во всяком случае, нам оно неизвестно. Сам он не придавал большого значения этой «красивой идее». Для него она была слишком тривиальна и слишком далека от практического осуществления, чтобы тратить на нее время и что-то писать об этом. То обстоятельство, что впоследствии идея инерционного удержания термоядерной плазмы в ЛТС была высказана и реализована в экспериментальных установках **независимо от А.Д. Сахарова**, который в свое время не считал нужным ее ни зафиксировать, ни тем более обнародовать (последнее в силу действовавшего тогда **режима секретности** было практически невозможно), еще раз демонстрирует нам ту непреложную истину, что наука имеет единую внутреннюю логику развития, независимо от того, кто именно это развитие осуществляет» (Попов, 1995, с.40).

Аналогичные сведения мы находим в статье В. Парафоновой «Ядерный синтез в лазерной искре» (журнал «Наука и жизнь», 2003, № 2), где автор сообщает: «В международном научном журнале «Nature» появилась статья американского исследователя Т. Меймана, в которой он сообщил, что первый импульсный лазер на кристалле рубина создан. Шел 1960-й год. Саровские ученые в окружении Ю.Б. Харитона начали размышлять о возможном применении этого изобретения. А. Д. Сахаров (в то время он жил и работал в Арзамасе-16) предположил, что с развитием лазерной техники можно будет зажечь термоядерную реакцию в изотопах водорода с помощью мощного направленного излучения. Вот как описан этот момент очевидцами: «...Андрей Дмитриевич на доске мелом нарисовал схему эксперимента. В одном из фокусов эллипсоида он поместил источник лазерного излучения, в другом - сферическую оболочку, наполненную термоядерным горючим - смесью трития с дейтерием или просто дейтерием. Далее он объяснил, как эта система должна работать. Под действием лазерного излучения, сфокусированного на поверхности шарика, материал шарика должен испариться. Импульсом разлетающихся паров сферическая оболочка обязательно толкнется к центру, сжимая и нагревая горючее до необходимой для термоядерной вспышки температуры». Сегодня подобные схемы термоядерного синтеза называются системами с инерциальным удержанием плазмы. По словам коллег, Андрей Дмитриевич не придавал большого значения этой «красивой идее». Для него она была тривиальна. Да и энергии

существовавших в то время лазеров для достижения этой цели не хватало» (Парафонова, 2003, с.4-5).

**344. Предсказание пучковой неустойчивости плазмы.** Пучковую неустойчивость плазмы предсказали независимо друг от друга советские физики Яков Борисович Файнберг (1918-2005) и Александр Ильич Ахиезер (1911-2000), с одной стороны, и американские ученые Дэвид Бом (1917-1992) и Е.Ф. Гросс – с другой. Данная неустойчивость является наиболее распространенной микро-неустойчивостью неравновесной плазмы. Предсказанный эффект заключается в том, что при прохождении электронного пучка через плазму в последней происходит возбуждение электромагнитных колебаний СВЧ-диапазона.

В.Н. Ораевский в книге «Плазма на Земле и в космосе» (1980) пишет о первом периоде развития физики плазмы, когда появились соответствующие работы И. Ленгмюра, А.А. Власова, Л.Д. Ландау: «В конце первого периода **независимо друг от друга** советские физики А.И. Ахиезер и Я.Б. Файнберг и американские – Д. Бом и Е. Гросс выполнили две весьма важные работы, свидетельствовавшие об одном: в плазме, пронизываемой пучком заряженных частиц, возникает неустойчивость, которая приводит к возбуждению коллективных движений – волн. Новыми здесь были два обстоятельства: во-первых, показана возможность передачи энергии пучка плазме не за счет парных столкновений частиц пучка и плазмы, а в результате общего взаимодействия всего коллектива частиц через самосогласованное электромагнитное поле; во-вторых, предсказана первая неустойчивость плазмы, которая не находилась в состоянии термодинамического равновесия (в рассматриваемом случае неравновесность создавалась пучком). Дальнейшее развитие физики плазмы показало, что неустойчивости термодинамически неравновесной плазмы играют важнейшую роль в типично плазменных – коллективных - процессах» (Ораевский, 1980, с.16-17).

Об этом же сообщает Е.Г. Шустин в статье «Пучково-плазменный разряд в космосе и в лаборатории» (журнал «Физика плазмы», 2021, том 47, № 6): «Предыстория пучково-плазменного разряда начинается с явления, обнаруженного в 1949 году **независимо** в теоретических работах А.И. Ахиезера и Я.Б. Файнберга [1] и Д. Бома и Е.П. Гросса [2]: когда электронный пучок движется через плазму, развивается неустойчивость, которая проявляется в увеличении тепловых флуктуаций скорости и плотности электронов плазмы и пучка в частотном диапазоне, близкой к ленгмюровской частоте плазмы. Первое экспериментальное подтверждение этого эффекта описано в [3]» (Шустин, 2021, с.518).

Здесь [1] – Ахиезер А.И., Файнберг Я.Б. О взаимодействии пучка заряженных частиц с электронной плазмой // Доклады АН СССР. – 1949. – Том 69. - № 4. – С.555-556.

[2] – Bohm D., Gross E.P. // Physical Review. – 1949. – Vol.75. – No.12. – P.1864-1876.

[3] – Харченко И.Ф., Файнберг Я.Б., Николаев Р.М. и др. // ЖЭТФ. – 1960. – Том 11. - № 3. – С.493.

Приведем еще два источника. Л.С. Богданкевич и А.А. Рухадзе в статье «Проблемы сильноточных релятивистских электронных пучков» (журнал «Природа», 1973, № 2) указывают: «Отцами плазменной электроники можно назвать А.И. Ахиезера и Я.Б. Файнберга (СССР) и Д. Бома и Е. Гросса (США), которые в 1949 г. **независимо открыли** явление пучковой неустойчивости, показав, что при прохождении электронного пучка через плазму в последней происходит возбуждение электромагнитных колебаний сверхвысокочастотного диапазона. Это явление сулило большие возможности по созданию мощных генераторов и усилителей электромагнитных волн и поэтому интенсивно исследовалось как у нас, так и за рубежом» (Богданкевич, Рухадзе, 1973, с.48).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет об американском физике Дэвиде Боме: «Вывел (1949) уравнение для быстрой диффузии частично ионизированного газа через магнитное поле (диффузия Бома). **Независимо** от

А.И. Ахиезера и Я.Б. Файнберга предсказал (1949) пучковую неустойчивость в газоразрядной плазме, дал детальную теорию плазменных колебаний» (Храмов, 1983, с.39).

**345. Предсказание желобковой неустойчивости плазмы.** Желобковую неустойчивость плазмы теоретически предсказали независимо друг от друга советский физик Борис Борисович Кадомцев (1928-1998) и американский физик Маршалл Розенблют (1927-2003), который опубликовал соответствующую работу совместно с Конрадом Лонгмайром (1921-2010). Названные ученые сформулировали идею о желобковой неустойчивости в 1957-1958 гг.

В.П. Визгин, А.В. Кессених, Н.В. Вдовиченко и др. в очерке «Хроника научных достижений и социальной истории отечественной физики 1949-1971 гг.» (сборник «К исследованию феномена советской физики 1950-1960-х гг.», 2014) сообщают: «Б.Б. Кадомцев и А.В. Недоспасов построили теорию винтовой неустойчивости в слабо-ионизированной плазме. Двумя годами ранее Б.Б. Кадомцев предсказал желобковую неустойчивость разреженной плазмы (**независимо** от М. Розенблюта и С. Лонгмайра), которая в 1961 г. была экспериментально обнаружена М.С. Иоффе» (Визгин и др., 2014, с.61).

Об этом же сообщают М.Р. Расовский и А.П. Русинов в монографии «История физики XX века» (2014): «Сразу же после изобретения систем с магнитными пробками были построены соответствующие установки («Огра», «ПР-1» в СССР и ДСХ в США), на которых начались эксперименты по удержанию плазмы. Оказалось, что время жизни плазмы в ловушке получается значительно меньше ожидаемого. Кроме того, обнаружилось, что большая часть плазмы уходит не через магнитные пробки, а поперек поля на боковые стенки камеры. Такое поведение плазмы, впрочем, было предсказано в 1957 году физиками-теоретиками: Б.Б. Кадомцевым в СССР и, **независимо от него**, М. Розенблютом и С. Лонгмайром в США. Причина такого «поперечного ухода» плазмы кроется в том самом диамагнетизме плазмы, который и позволяет ее удерживать» (Расовский, Русинов, 2014, с.126).

Аналогичные сведения содержатся в статье В.А. Чуюнова «Второе рождение открытых ловушек» (журнал «Природа», 1982, № 2), где автор констатирует: «Желобковая неустойчивость теоретически предсказана Б.Б. Кадомцевым и **независимо** М.И. Розенблютом, С. Лонгмайром; экспериментально исследована М.С. Иоффе с сотрудниками в 1958 г. Ясное понимание ее природы позволило довольно быстро найти «противоядие». Очевидно, что неустойчивости не будет, если магнитное поле нарастает во всех направлениях от центра ловушки» (Чуюнов, 1982, с.8).

**346. Открытие нерезонансной неустойчивости бесстолкновительной плазмы с током.** Новый вид неустойчивости плазмы – нерезонансной неустойчивости – теоретически предсказали советские физики Лев Михайлович Коврижных (1931-2021) и Анри Амвросиевич Рухадзе (1930-2018), с одной стороны, и британский ученый Оскар Бунеман (1913-1993) – с другой.

Г.М. Батанов в статье «М.С. Рабинович и тернистые тропы физики плазмы» (журнал «Физика плазмы», 2019, том 45, № 11) пишет: «Еще в 1960 г. Л.М. Коврижных и А.А. Рухадзе **независимо от Бунемана** до опубликования его работы в Physical Review послали в ЖЭТФ свою статью о неустойчивости плазмы с током. А уже в 1961 г. А.А. Рухадзе показал, что при взаимодействии релятивистского пучка с плазмой инкремент черенковской неустойчивости обратно пропорционален гамма-фактору, что должно вести к сужению спектра возбуждаемой пучком волны и росту эффективности преобразования энергии пучка в энергию волн» (Батанов, 2019, с.976).

А.А. Рухадзе в книге «События и люди» (2016) детализируют историю своей работы: «...Я привез в Харьков на обсуждение работу, выполненную мною совместно с Л.М. Коврижных, по нерезонансной неустойчивости бесстолкновительной плазмы с током,

сегодня известной как бунемановская неустойчивость. Работа О. Бунемана была опубликована в 15-м томе «Physical Review» 1959 года, но стала известной у нас в стране только во второй половине 1959 года. Яков Борисович (Зельдович – Н.Н.Б.) в мае 1959 года ее еще не знал. А он следил за литературой, как никто другой, и всегда был в курсе всех публикаций раньше других. Его поразительная осведомленность всегда восхищала меня. Так или иначе, но окрыленный его одобрением нашей работы по приезду в Москву, я сразу послал статью в «ЖЭТФ» (Рухадзе, 2016, с.213).

Здесь имеется в виду следующая работа британского физика Оскара Бунемана:  
- Buneman O. // Physical Review. – 1959. – Vol.115. – P.503.

**347. Открытие эффекта аномально высокого сопротивления плазмы при больших плотностях тока.** Эффект аномально высокого сопротивления плазмы при больших плотностях тока обнаружили независимо друг от друга два советских исследователя - Евгений Константинович Завойский (первооткрыватель электронного парамагнитного резонанса) и Яков Борисович Файнберг (упомянутый выше).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) говорит о Евгении Завойском: «С 1958 занимался изучением плазмы в связи с проблемой управляемого термоядерного синтеза. **Независимо от Я.Б. Файнберга** и других открыл (1961) эффекты аномально высокого сопротивления плазмы при больших плотностях тока и ее быстрого (турбулентного) нагрева. Независимо от У. Беннета указал (1968) на возможность осуществления управляемого термоядерного синтеза с помощью релятивистских электронных пучков» (Храмов, 1983, с.114).

**348. Формулировка идеи о возможности нагрева плазмы с помощью релятивистских электронных пучков.** Как отмечено Ю.А. Храмовым в только что процитированной книге, Е.К. Завойский вполне самостоятельно пришел к мысли о том, что при решении проблемы управляемого термоядерного синтеза (УТС) следует использовать релятивистские электронные пучки, позволяющие нагреть плазму до нужных температур. Независимо от отечественного ученого аналогичную идею формулировал (помимо У. Беннета) немецко-американский физик Фридвардт Винтерберг (один из авторов метода инерциального удержания плазмы).

Перед нами книга Е.К. Завойского «Избранные труды» (1990). В ней содержится статья Л.И. Рудакова, В.А. Скорюпина, Г.Е. Смолкина и др. под названием «Е.К. Завойский. Краткий очерк жизни и научной деятельности». В данной статье авторы, в частности, пишут: «В 1968 г. Е.К. Завойским и **независимо Ф. Винтербергом** (США) была выдвинута идея нагрева твердой ДТ-мишени мощным электронным пучком до термоядерных температур. Тем самым было привлечено внимание к сильноточному пучку как эффективному источнику энергии, допускающему самые разнообразные приложения» (Рудаков и др., 1990, с.8).

Об этом же сообщает сам Е.К. Завойский в работе, написанной совместно с М.В. Бабыкиным, А.А. Ивановым и Л.И. Рудаковым. В частности, в статье «Оценки возможностей применения мощного пучка релятивистских электронов для термоядерного синтеза» (Е.К. Завойский, «Избранные труды», 1990) указанные авторы пишут: «Возможность применения мощного пучка электронов для быстрого нагрева небольшого объема конденсированной ДТ-смеси появилась в связи с развитием техники получения мегаамперных пучков релятивистских электронов [1-3]. Предложение об использовании сильноточного пучка электронов для турбулентного нагрева сверхплотной плазмы за счет коллективного торможения пучка было сделано в 1968 г. Е.К. Завойским, а также **независимо – Ф. Винтербергом [6]**» (Завойский и др., 1990, с.291).

Здесь [6] – Winterberg F. // Physical Review. – 1968. – Vol.174. – No.1. – P.212.

Исследования Ф. Винтерберга обсуждаются также в статье Дж. Ионаса «Термоядерная энергия и пучки заряженных частиц» (УФН, 1981, том 133, № 1): «...Ф.

Винтерберг из «Кейс Инститьют оф технолоджи» рассмотрел возможность использования сверхзвукового потока небольших крупинок вещества с целью достижения условий поджига реакций синтеза при их столкновениях с мишенью ядерного топлива. Однако к 1967 г. Ф. Винтерберг убедился в том, что значительно проще можно создавать мощные пучки электронов или ионов» (Ионас, 1981, с.164). «Как отмечал Л.И. Рудаков, руководитель советской программы работ по мощным электронным пучкам, в 1968 г. Е.К. Завойский из ИАЭ им. И.В. Курчатова также поддержал направление работ по инерционному термоядерному синтезу на основе электронных пучков, хотя первое опубликованное сообщение советских ученых появилось только в 1971 г.» (там же, с.165).

**349. Разработка метода коллективных переменных для описания плазмы.** Метод коллективных переменных для описания плазмы разработали независимо друг от друга советские физики Аркадий Бенедиктович Мигдал (один из авторов сверхтекучей модели ядра) и Виктор Михайлович Галицкий (1924-1981), с одной стороны, и американские исследователи Дэвид Бом и Дэвид Пайнс – с другой.

С.Т. Беляев, Л.Б. Окунь, Э.Е. Саперштейн в очерке «Аркадий Бенедиктович Мигдал» (сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале», 2003) пишут о событиях 1950-х годов: «Следует отметить, что в те же годы, **одновременно и независимо** от Д. Бома и Д. Пайнса, А.Б. Мигдал совместно с В.М. Галицким развил метод коллективных переменных для описания плазмы. Перечисленные работы Мигдала в полной мере сохранили свою основополагающую значимость для последующего развития соответствующих разделов теории термоядерной плазмы и, более того, во многом способствовали решению более широкой проблемы – становлению современной теории плазмы как физики коллективных процессов» (Беляев и др., 2003, с.7).

Об этом же сообщает В.И. Коган в статье «Физик по рождению» (сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале», 2003): «В 1952 г. Мигдал и Галицкий **одновременно и независимо** от Д. Бома и Д. Пайнса (США) разработали метод коллективных переменных для описания плазмы. Эта работа получила дальнейшее развитие в диссертации Галицкого, и обе они оказали большое влияние на последующие широко известные исследования наших теоретиков по теории коллективных явлений в плазме» (Коган, 2003, с.24).

**350. Разработка теории резонансной перезарядки частиц плазмы.** Теорию резонансной перезарядки частиц плазмы построили независимо друг от друга два советских физика - Аркадий Бенедиктович Мигдал и Олег Борисович Фирсов (1915-1998). Но А.Б. Мигдал не стал публиковать свои результаты, поскольку узнал, что аналогичную теорию разработал в 1951 г. О.Б. Фирсов. Это напоминает ситуацию, когда Я.И. Френкель отказался публиковать выведенное им уравнение Клейна-Гордона, узнав, что другие исследователи уже открыли и опубликовали его.

В.И. Коган в статье «Физик по рождению» (сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале», 2003) указывает: «Основанием для привлечения к проблеме МТР именно АБ явилась, очевидно, его репутация большого мастера в физике элементарных процессов. В этой проблеме критически важным в тот момент представлялся процесс резонансной перезарядки «горячего» дейтрона плазмы на «холодном» атоме дейтерия, попадающем внутрь плазмы из ее пристеночного слоя. Результат такой перезарядки – превращение горячего иона в горячий «нейтрал», уже не удерживаемый магнитным полем, - при достаточной ее интенсивности способен привести к неприемлемо сильной утечке энергии из плазмы. В литературе же в ту пору (1951 г.) для сечения резонансной перезарядки существовала лишь качественная теория ленинградского физика Л.А. Сены [6], точность которой представлялась неясной. Мигдал провел, причем в требуемые жесткие сроки, количественный анализ вопроса (формула Сены оказалась верной с точностью до множителя 2), однако публиковать эту работу (рассекречивание наших исследований по

УТС произошло в 1956-1958 гг.) он не стал, так как в том же 1951 г. в «Журнале экспериментальной и теоретической физики» была опубликована **разработанная независимо** (и несколько раньше) теория резонансной перезарядки О.Б. Фирсова» (Коган, 2003, с.23).

**351. Открытие критерия винтовой устойчивости (неустойчивости) плазмы в токамаке.** Критерий винтовой неустойчивости плазмы в токамаке открыли независимо друг от друга советский физик Виталий Дмитриевич Шафранов (1929-2014) и американский ученый, один из создателей концепции солитонов, Мартин Крускал (1925-2006). Напомним, что токамак – это тороидальная установка для магнитного удержания высокотемпературной плазмы.

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о Мартине Крускале: «Совместно с М. Шварцшильдом предсказал (1954) неустойчивость плазмы с резкой границей, удерживаемой магнитным полем (неустойчивость Крускала - Шварцшильда). **Независимо от В.Д. Шафранова** получил критерий винтовой неустойчивости, определяющий выбор основных параметров тороидальных термоядерных установок типа «Токамак» (критерий Шафранова - Крускала)» (Храмов, 1983, с.146).

Об этом же сообщает Л.А. Арцимович в книге «Что каждый физик должен знать о плазме» (1976), где автор пишет о теории устойчивости плазмы: «Эта теория позволяет, в частности, произвести выбор между различными конкретными вариантами реализации схемы удержания и термоизоляции кольцевого плазменного витка с помощью комбинации продольного магнитного поля и поля плазменного тока. Теория предсказывает, что устойчивость по отношению к наиболее опасным крупномасштабным деформациям наилучшим образом обеспечивается в том случае, если напряженность продольного магнитного поля  $B\theta$  во много раз превосходит напряженность поля тока  $B\varphi$ . Условие устойчивости записывается в следующем виде:

$$\frac{B\theta}{B\varphi} \frac{r}{R} > 1 \quad (69),$$

где  $r$  – расстояние от данной точки внутри плазменного шнура до магнитной оси, на которой  $B\varphi$  обращается в нуль. Условие (69) **выведено независимо** Крускалом и В.Д. Шафрановым» (Арцимович, 1976, с.75). Автор добавляет: «Эксперименты, проведенные на установках типа «Токамак», полностью подтвердили справедливость критерия Крускала - Шафранова» (там же, с.78).

Аналогичные сведения можно найти в статье С.В. Мирнова «Токамаки: триумф или поражение?» (журнал «Природа», 1999, № 1): «...Заранее можно было предположить, как это **сделали независимо** В.Д. Шафранов (СССР) и М. Крускал (США), что кольцевой виток с током окажется неустойчивым, если результирующая магнитная силовая линия, проходя вдоль тора, замкнется сама на себя после одного оборота» (Мирнов, 1999, с.20).

Приведем еще один источник. Г.С. Воронов в книге «Штурм термоядерной крепости» (1985) пишет: «В 1952 г. В.Д. Шафрановым было найдено условие, при котором разряд может быть стабилизирован магнитным полем. После снятия секретности с работ по термоядерной проблеме выяснилось, что аналогичное условие нашел **независимо от В.Д. Шафранова** английский физик Крускал. С тех пор это условие устойчивости называется критерием Шафранова-Крускала» (Воронов, 1985, с.85).

**352. Открытие уравнения Грэда – Шафранова.** Речь идет о нелинейном дифференциальном уравнении второго порядка в частных производных, которое описывает осесимметричные тороидальные равновесия плазмы в устройствах ее удержания (например, в токамаке). Это уравнение вывели независимо друг от друга Виталий Дмитриевич Шафранов (упомянутый выше) и американский ученый Гарольд Грэд (1923-1986).

И.А. Котельников во 2-ом томе монографии «Лекции по физике плазмы» (2021) пишет об этом уравнении: «Уравнение (15) было написано **независимо** В.Д. Шафрановым [87] и Х.Грэдом (Harold Grad) в соавторстве с Х. Рубиным (Hanan Rubin) [88]. Уравнение Грэда – Шафранова является нелинейным дифференциальным уравнением второго порядка в частных производных. Оно описывает осесимметричные тороидальные равновесия, такие, как токамак, сферический токамак, сферомак или конфигурация с обращенным полем» (Котельников, 2021, с.145).

Здесь [87] – Шафранов В.Д. О равновесных магнитогидродинамических конфигурациях // ЖЭТФ. – 1957. – Том 33. - № 3. – С.710-722.

Об этом же сообщают Е.А. Сорокина и В.И. Ильгисонис в статье «Уравнения равновесия плазмы в магнитном поле с трехмерными магнитными поверхностями» (журнал «Физика плазмы», 2019, том 45, № 12): «...Иерархия процессов, определяющих в итоге характерное время удержания плазмы, такова: равновесие – устойчивость – процессы переноса. Именно поэтому велика заслуга В.Д. Шафранова, одним из первых построившего адекватную теорию равновесия плазмы для практических систем управляемого термоядерного синтеза. Наиболее известными примерами таких систем, магнитные конфигурации которых представляют собой наборы вложенных поверхностей, являются установки типа «токамак» и «стелларатор». Топологически магнитные поверхности в этих системах представляют собой замкнутые торы, хотя непосредственно (осесимметричными) торами можно назвать лишь поверхности токамака и то приближенно – из-за дискретности магнитных катушек тороидального поля. <...> Основным инструментом расчета осесимметричных равновесных магнитных конфигураций служит великое уравнение Грэда-Шафранова (УГШ), полученное В.Д. Шафрановым в 1957 г. [2] и **независимо от него**, но почти на год позже, Грэдом [3]» (Сорокина, Ильгисонис, 2019, с.1065-1066).

**353. Создание квазилинейной теории турбулентности плазмы.** По свидетельству специалистов, советский физик Евгений Павлович Велихов (род. 1935 г.) совместно с Р.З. Сагдеевым и А.А. Веденовым построил квазилинейную теорию турбулентности плазмы независимо от американского ученого Дэвида Пайнса (1924-2018), который опубликовал свою работу в 1962 г. в соавторстве с Уильямом Драммондом (W.E. Drummond).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о Е.П. Велихове: «Широкую известность получили его работы по теории турбулентной плазмы, устойчивости плазмы. Под руководством Велихова созданы мощные импульсные источники энергии на основе самовозбуждающихся магнитогидродинамических генераторов, разработаны основы создания технологических лазеров, нашедшие широкое применение в металлообработке. **Независимо** от Р.З. Сагдеева и Д. Пайнса предложил (1962) квазилинейный механизм взаимодействия в плазме» (Храмов, 1983, с.59).

Об этом же сообщает Л.Э. Гуревич в очерке «Теория плазмы» (сборник «Развитие физики в СССР», том 1, 1967): «А.А. Веденов, Е.П. Велихов и Р.З. Сагдеев [36] построили приближенную нелинейную теорию, которая при определенных условиях может явиться обобщением теории Л.Д. Ландау. **Одновременно с ними** аналогичную приближенную теорию построили Драммонд и Пайнс. В дальнейшем А.А. Веденов развивал эту теорию, но строгое ее обоснование до сих пор отсутствует» (Гуревич, 1967, с.145).

Здесь [36] – Веденов А.А., Велихов Е.П., Сагдеев Р.З. Устойчивость плазмы // Успехи физических наук. – 1961. – Том 73. - № 4. – С.701-766.

Если рассматривать работы, которые подсказали Е.П. Велихову квазилинейное описание плазмы, то в первую очередь следует отметить докторскую диссертацию Виктора Михайловича Галицкого (1924-1981) под названием «Волновые процессы в плазме» (1954). О.Г. Бакунин в статье «Квазилинейная теория турбулентности плазмы. Истоки, идеи и эволюция метода» (УФН, 2018, том 188, № 1) пишет: «Для нас здесь существенно отметить, что Е.П. Велихов в воспоминаниях, посвященных работе над квазилинейной теорией, упоминает диссертацию Галицкого как вдохновившую его обратиться к новому

направлению [15]. «Когда я выбирал тему диссертации, я посоветовался с Я.А. Смородинским, и он мне сказал: «Посмотрите, что делается у Галицкого». Виктор Михайлович Галицкий делал диссертацию. Она была секретной, в ней он впервые рассматривал теорию взаимодействия волн и частиц. Это было в некоторой степени продолжением знаменитой классической работы Ландау. Я эту работу посмотрел, и она на меня произвела огромное впечатление. Я воспринял картину взаимодействий в плазме. Взаимодействие двух газов: газ-частица и газ-волна. С этого момента я начал советоваться с Сагдеевым и Веденовым. Мы начали делать квазилинейную теорию турбулентности и закончили к первому Зальцбургскому конгрессу по термоядерному синтезу. И мы сделали это очень вовремя потому, что Уильям Драммонд сделал аналогичную вещь, но более топорно. Мы изложили всё гораздо изящней. На конгрессе были доложены обе версии теории. Но восприняли именно нас, и наша теория стала стандартной» (Бакунин, 2018, с.60).

Здесь [15] – Многогранность таланта. Книга об Александре Алексеевиче Веденове. Под ред. Е.П. Велихова и др. – М.: «Знание», 2010.

Приведем также работу У. Драммонда и Д. Пайнса с описанием квазилинейной теории плазмы:

- Drummond W.E., Pines D. // Nuclear Fusion. – 1962. - Supplement. – Part 3. – P.1049.

**354. Разработка квазилинейной теории плазмы в трудах Ю.А. Романова и Г.Ф. Филиппова.** Советские физики Юрий Александрович Романов (1926-2010) и Геннадий Федорович Филиппов независимо от Е.П. Велихова и Р.З. Сагдеева сформулировали основные уравнения квазилинейной теории плазмы. При этом Ю.А. Романов и Г.Ф. Филиппов использовали ряд результатов гидродинамической теории турбулентности Колмогорова-Обухова, а также некоторые идеи Ю.Л. Климонтовича (1924-2002).

О.Г. Бакунин в статье «Квазилинейная теория турбулентности плазмы. Истоки, идеи и эволюция метода» (УФН, 2018, том 188, № 1) пишет: «Замечательная по своей глубине работа Романова и Филиппова [2] 1961 года, ставшая известной теоретикам еще в 1960 г., подвела итог десятилетним поискам адекватной модели для одной из важнейших задач плазменной турбулентности. Авторы [2] критикуют попытки объяснить аномально быстрое рассеяние пучка флуктуациями напряжения на границе и выделяют давно неизвестную устойчивость пучка, связанную с «эффектом обращения» затухания Ландау, как главный фактор, создающий турбулентные флуктуации при наличии участка спектра, на котором  $df/dv > 0$ . Существенным моментом, безусловно, является и четкое понимание необходимости рассмотрения флуктуаций в терминах спектральной плотности энергии  $W_k$  плазменных волн... Заметим, что теория турбулентности, построенная еще в 1941 г. Колмогоровым и Обуховым именно для спектрального распределения энергии, к 1960-м годам стала классическим образцом для специалистов, работающих в областях, связанных с турбулентностью атмосферы и океана. Спектральное представление предлагал использовать и Галицкий [14], но его диссертация могла быть неизвестна авторам [2]. Однако Романов и Филиппов участвовали в работе над атомным оружием [59], и проводимый анализ результатов многочисленных испытаний взрывов в атмосфере неизбежно был связан с исследованием атмосферной турбулентности. Романов и Филиппов уже на второй странице статьи [2] отмечают влияние работы Климонтовича [16]...» (Бакунин, 2018, с.62).

Далее О.Г. Бакунин указывает: «В сборнике, посвященном памяти А.А. Веденова, можно найти несколько упоминаний о проблемах, возникающих при установлении приоритета в связи с квазилинейным описанием взаимодействия частиц с пакетом волн. Для справки приведем отрывок из «Отзыва о диссертации Веденова А.А. на соискание ученой степени доктора физико-математических наук», написанного Ю.А. Романовым [15]: «В диссертации А.А. Веденова содержится анализ ряда явлений в плазме, имеющих место, когда плотность энергии плазменных колебаний значительно превышает плотность энергии тепловых шумов. Рассмотрение ведется на основе квазилинейных уравнений,



полученных ранее другими авторами (Ю.А. Романовым и Г.Ф. Филипповым)» (там же, с.65).

Здесь [2] – Романов Ю.А., Филиппов Г.Ф. // ЖЭТФ. – 1961. – Том 40. – С.123; [16] – Климонтович Ю.Л. // ЖЭТФ. – 1959. – Том 36. – С.1405.

**355. Изобретение «бетатронного» нагрева плазмы.** «Бетатронный» способ нагрева плазмы изобрели независимо друг от друга советский физик Герш Ицкович Будкер (1918-1977) и немецкий ученый Арнульф Шлютер (1922-2011). Разумеется, в основе их изобретения лежала аналогия – они сочли возможным перенести в область УТС метод ускорения частиц в бетатроне (приборе, созданном, как известно, Дональдом Керстом в 1940-1941 гг.). В бетатроне электроны разгоняются до высоких скоростей с помощью вихревого электрического поля.

Перед нами сборник «Ядерная физика» (1959), составленный под редакцией А.И. Алиханова, В.И. Векслера и Н.А. Власова. Данный сборник включает в себя труды второй Международной конференции по мирному использованию атомной энергии (Женева, 1958). В сборнике содержится статья Р.З. Сагдеева и В.Д. Шафранова «Поглощение энергии высокочастотного электромагнитного поля в высокотемпературной плазме», где авторы пишут: «Любой механизм поглощения электромагнитного поля состоит в наборе зарядом энергии в электрическом поле волны и перераспределении ее между степенями свободы хаотического движения. Механизмы поглощения по физической природе можно разделить на «бесстолкновительные» (резонансные) и «столкновительные» (нерезонансные). В отсутствие диссипации непрерывный набор энергии зарядом возможен в статическом (квазистационарном) поле. Заряд, находящийся в высокочастотном поле, вообще говоря, совершает колебания, периодически набирая энергию и теряя ее. Для эффективного нагрева плазмы необходимо, чтобы время между столкновениями, являющееся характерным временем диссипации энергии, было сравнимо с периодом колебаний. Соответствующий механизм поглощения, существенно связанный с наличием столкновений, мы будем называть нерезонансным, или столкновительным. Сюда относятся нагрев обычным джоулевым теплом, а также «бетатронный» или «гирослаксационный» нагрев, предложенный Г.И. Будкером в 1951 г. и независимо от него А. Шлютером [1]» (Сагдеев, Шафранов, с.202-203).

Здесь [1] – работа А. Шлютера (1957); русский перевод: Шлютер А. Гиро-релаксационный эффект // сборник «Управляемые термоядерные реакции». Выпуск 26. – М.: «Атомиздат», 1960. - С.142-150.

Приведем также работу Г.И. Будкера, в которой описан бетатронный способ нагрева плазмы (способ сформулирован в 1951 г., но опубликован позже):

- Будкер Г.И. Бетронный метод разогрева плазмы до высоких температур // сборник «Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций». Том 1. – М.: изд-во АН СССР, 1958. - С.122-129.

**356. Формулировка концепции открытой магнитной ловушки для удержания высокотемпературной плазмы.** Идею открытой магнитной ловушки для удержания высокотемпературной плазмы сформулировали независимо друг от друга советский ученый Герш Ицкович Будкер (упомянутый выше) и американский физик Ричард Фримен Пост (1918-2015). В СССР такая ловушка получила название «пробкотрона» или адиабатической магнитной ловушки, в США ее часто именуют «магнитным зеркалом».

Ю.В. Готт и В.А. Курнаев в книге «На пути к энергетике будущего» (2017) сообщают о системах, в которых на концах магнитной силовой линии ставятся специальные магнитные или электростатические «пробки» для заряженных частиц: «Самыми простыми системами такого типа являются ловушки с магнитными пробками или, как их называют в иностранной литературе, зеркальные ловушки. Ловушки с магнитными пробками впервые

**независимо друг от друга** были предложены в 1952 г. Г.И. Будкером в СССР и Х.Ф. Йорком и Р.Ф. Постом в США» (Готт, Курнаев, 2017, с.66-67).

Об этом же сообщает Д.Д. Рютов в статье «Открытые ловушки» (УФН, 1988, том 154, № 4): «В открытых ловушках область удержания плазмы ограничена в направлении силовых линий и обычно выглядит как более или менее длинный отрезок цилиндра, деформированный с концов. Наиболее известный пример открытой ловушки – так называемый «пробкотрон», идея которого была предложена в середине 50-х годов **независимо** Г.И. Будкером в СССР [1] и Р. Постом в США [2]. Имеется и много других разновидностей открытых ловушек, но все они в той или иной степени включают в себя элементы пробкотрона. История работ по открытым ловушкам не отличалась плавностью течения. Уже первые расчеты, выполненные Г.И. Будкером, показали, что скорость потерь плазмы вдоль силовых линий магнитного поля довольно велика, так что в чисто термоядерном аспекте будущее пробкотронов выглядит далеко не блестяще. Казалось, интерес к ним должен был угаснуть. Реально же в конце 50-х и начале 60-х годов пробкотроны стали одной из самых популярных плазменных установок» (Рютов, 1988, с.565-566).

Автор продолжает: «В 60-е годы именно в экспериментах на открытых ловушках были получены очень многие результаты из тех, которые составляют сегодня фундамент физики плазмы. Упомянем лишь эксперименты Иоффе с сотрудниками [3], в которых была впервые продемонстрирована осуществимость стабилизации МГД неустойчивостей плазмы с помощью метода «магнитной ямы», Завойского с сотрудниками [4], в которых был исследован так называемый турбулентный нагрев плазмы, и работы лаборатории Головина по стабилизации крупномасштабных неустойчивостей плазмы с помощью метода обратной связи [5]» (там же, с.566).

Здесь [1] – Будкер Г.И. // сборник «Физика плазмы и проблема управляемых термоядерных реакций». Том 3. – М.: изд-во АН СССР, 1958. – С.3.

[2] – Бишоп А. Проект «Шервуд». – М.: «Госатомиздат», 1960.

[3] – Готт Ю.В., Иоффе М.С., Тельковский В.Г. // Nuclear Fusion. – 1962. – Supplement. – P.3. P.1047.

[4] – Завойский Е.К., Недосеев С.Л., Рудаков Л.И. и др. // Доклады 3-й Международной конференции по физике плазмы. – Вена: 1969.

[5] – Арсенин В.В., Жильцов В.А., Чуянов В.А. // Доклады 3-й Международной конференции по физике плазмы. – Вена: 1969.

Независимость исследований Г.И. Будкера и Р.Ф. Поста отмечает также Г.И. Димов в статье «Амбиполярная ловушка» (УФН, 2005, том 175, № 11): «Осесимметричная магнитная ловушка является простейшей магнитной системой для стационарного удержания высокотемпературной плазмы. Однако в такой ловушке плазма растекается вдоль магнитного поля, и необходимо существенно замедлить ее уход через торцы. В 1954 г. Г.И. Будкер и **независимо** Р.Ф. Пост предложили запирать торцы такой ловушки магнитными пробками» (Димов, 2005, с.1185).

Процитируем еще одну работу. А.В. Бурдаков и В.В. Поступаев в статье «Многопробочная ловушка: путь от пробкотрона Будкера к линейному термоядерному реактору» (УФН, 2018, том 188, № 6) отмечают: «Часто одни и те же идеи приходили к исследователям, которые не только работали **независимо друг от друга**, но и могли даже не подозревать о существовании коллег, занимающихся той же проблемой. Хорошо известным примером такого рода является изобретение адиабатической магнитной ловушки для удержания плазмы, идея которой родилась у Г.И. Будкера, работавшего тогда в коллективе И.В. Курчатова в Москве, и у Р. Поста из Ливерморской лаборатории» (Бурдаков, Поступаев, 2018, с.651).

**357. Изобретение многопробочной ловушки.** Классическая многопробочная ловушка представляет собой систему, в которой магнитное поле является гофрированным

(периодически модулированным по длине). Ключевой идеей, кардинально изменившей характер удержания плазмы в многопробочной системе и сделавшей данную конфигурацию самостоятельным направлением физики магнитного удержания плазмы, стало требование высокой плотности плазмы. Если в классическом пробкотроне частица многократно пролетает расстояние между пробками до рассеяния в конус потерь, то в многопробочной системе длина свободного пробега должна быть мала по сравнению с длиной ловушки. К идее магнитной ловушки, состоящей из множества «пробок», пришли советские ученые Г.И. Будкер, В.В. Мирнов и Д.Д. Рютов и независимо от них американские физики А. Лихтенберг, М. Либерман и Б. Логан.

Э.П. Кругляков в статье «Особый стиль работы» (сборник «Академик Г.И. Будкер. Очерки, воспоминания», 1988) пишет о Будкере: «В 1971 г. совместно с молодыми теоретиками В.В. Мирновым и Д.Д. Рютовым он предложил ловушку принципиально нового типа, получившую название многопробочной. По иронии судьбы и на этот раз группа американских физиков во главе с А. Лихтенбергом **независимо и практически одновременно** выдвинула аналогичную идею, однако предложение советских физиков выглядело предпочтительнее: они сформулировали уравнения, описывающие поведение частиц в ловушке, и нашли ряд аналитических решений, в то время как американцы привели лишь результаты машинных расчетов» (Кругляков, 1988, с.132-133).

Об этом же сообщает Д.Д. Рютов в статье «Открытые ловушки» (УФН, 1988, том 154, № 4): «Чтобы уменьшить скорость продольного расширения плазмы, в 1971 г. Будкер, Мирнов и автор [6] предложили перейти от однородного магнитного поля к системе связанных друг с другом пробкотронов с длиной отдельного пробкотрона  $L$ , удовлетворяющей условию  $L < \lambda$  (48). В каждом пробкотроне имеются захваченные частицы, совершающие финитное движение между пробками, причем в случае (48) захваченные частицы за время между двумя столкновениями успевают совершить несколько колебаний от пробки до пробки. В таких условиях перенос вещества (расширение плазмы) вдоль оси системы может осуществляться только пролетными частицами. Расширение плазмы сопровождается трением пролетных частиц о запертые. Последние, в свою очередь, передают полученный импульс магнитному полю. Следовательно, можно в некотором смысле говорить, что плазма испытывает трение о магнитное поле» (Рютов, 1988, с.603).

Далее автор указывает: «Схема многопробочного удержания в пределе  $\lambda > L$  была **независимо от авторов** [6] рассмотрена в работе Логана, Либермана и Лихтенберга [7]. Ранее многопробочная конфигурация магнитного поля рассматривалась также в работе Р. Поста [78], но главный эффект – диффузионный скейлинг времени жизни плазмы – в ней замечен не был (впрочем, в этой работе были высказаны правильные общие соображения о меньшей подверженности плазмы с конечной длиной свободного пробега различным микронеустойчивостям)» (там же, с.604).

Здесь же [6] – Будкер Г.И., Мирнов В.В., Рютов Д.Д. // Письма ЖЭТФ. – 1971. – Том 14. – С.320.

[7] – Logan V.G., Lieberman M.A., Lichtenberg A.J. et. al. // Physical Review Letters. – 1972. – Vol.28. – P.144.

Этот же вопрос (вопрос независимости исследований советских и американских ученых) рассматривают А.В. Бурдаков и В.В. Поступаев в статье «Многопробочная ловушка: путь от пробкотрона Будкера к линейному термоядерному реактору» (УФН, 2018, том 188, № 6): «По воспоминаниям коллег и сотрудников Г.И. Будкера (смотрите, например, [9]), он был непрерывным генератором новых идей, многие из которых претворялись затем в действующие установки. Эта атмосфера творчества привела в начале 1970-х годов к рождению в ИЯФ сразу нескольких предложений улучшенных схем открытых ловушек. Одной из таких схем стала идея многопробочной ловушки, опубликованная Г.И. Будкером, В.В. Мирновым и Д.Д. Рютовым [10] в 1971 г. **Практически одновременно** та же идея была опубликована группой из Калифорнийского

университета в Беркли в [11]» (Бурдаков, Поступаев, 2018, с.652). «Идея многопробочного удержания оказалась достаточно простой и привлекательной. Первые эксперименты были проведены в Беркли [70] и Новосибирске [71] спустя короткое время после появления теоретических предложений теми же коллективами, в которых эта идея появилась. Обе установки имели сходную структуру и близкие параметры плазмы» (там же, с.654-655).

**358. Изобретение амбиполярной ловушки, то есть амбиполярного удержания плазмы.** Описание проекта амбиполярной ловушки – заслуга отечественного физика Геннадия Ивановича Димова (1927-2016). Независимо от него к идее амбиполярной ловушки пришли американские исследователи Т.К. Фаулер и Б.Г. Логан, которые назвали ее «танDEMной ловушкой».

А.В. Аникеев, П.А. Багрянский, А.С. Донин и др. в статье «Эксперименты по амбиполярному удержанию плазмы в установке ГДЛ» (журнал «Вопросы атомной науки и техники», 2012, № 4) пишут: «В физике открытых ловушек одной из ключевых проблем является проблема продольного удержания плазмы. В 1975 г. в Институте ядерной физики СО АН СССР (в настоящее время Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, ИЯФ СО РАН) Г.И. Димовым было предложено удерживать плазму от ухода через торцы электрическими амбиполярными барьерами, которые можно создавать в двойных пробках на концах длинной соленоидальной ловушки [1]. Позднее были проведены расчеты амбиполярной ловушки с двойными пробками и показана возможность достижения в D-T-реакторе коэффициента усиления мощности  $Q > 1$  [2]. В Ливерморской национальной лаборатории им. Лоуренса (LLNL, США) в 1976 г. амбиполярную ловушку **независимо предложили** Т.К. Фаулер и Б.Г. Логан [3]. Они назвали ее танDEMной (tandem mirror). В 1978 г. там была запущена танDEMная ловушка ТМХ [4]. На этой установке в 1979 г. прямыми измерениями было продемонстрировано многократное уменьшение продольных потерь ионов из соленоида с помощью концевых пробкотронов» (Аникеев и др., 2012, с.3).

Здесь [1] – Димов Г.И. // Успехи физических наук. – 2005. – Том 175. - № 11. – С.1185-1206.

Об этом же сообщает Д.Д. Рютов в статье «Открытые ловушки» (УФН, 1988, том 154, № 4): «Появление концепции амбиполярной ловушки было одним из самых сенсационных событий в истории исследований по управляемому термоядерному синтезу: на основе очень простых (в принципе) и давно известных (по отдельности) средств было предложено такое усовершенствование схемы простого пробкотрона, которое совсем по-новому поставило вопрос о реакторных перспективах открытых ловушек. <...> Схема амбиполярной ловушки была впервые описана в статье Г.И. Димова, В.В. Закайдакова и М.Е. Кишеневского, опубликованной в 1976 г. [11]. В начале 1977 г. появилась статья Т.К. Фаулера и Б.Г. Логана [12] с **аналогичным предложением**» (Рютов, 1988, с.583-584).

Здесь [11] – Димов Г.И., Закайдаков В.В., Кишеневский М.Е. // Физика плазмы. – 1976. – Том 2. – С.597.

[12] – Fowler T.K., Logan B.G. // Comm. Plasma Phys. and Control. Fusion. – 1977. – Vol.11. – P.167.

Аналогичные сведения можно найти в статье самого Г.И. Димова «Амбиполярная ловушка» (УФН, 2005, том 175, № 11), где он пишет: «В 1975 г. в Институте ядерной физики в Новосибирске автором было предложено удерживать плазму от ухода через торцы электрическими амбиполярными барьерами, которые можно поддерживать в двойных пробках на концах длинной соленоидальной ловушки» (Димов, 2005, с.1185). «Автором с сотрудниками были проведены расчеты амбиполярной ловушки с двойными пробками для удержания термоядерной плазмы с использованием формулы В.П. Пастухова [3]. Была показана возможность достижения в D-T-реакторе коэффициента усиления мощности  $Q > 1$  [4]. Амбиполярную ловушку **независимо предложили** в Ливерморе Т.К. Фаулер и Б.Г. Логан в 1976 г. Они назвали ее танDEMной (tandem mirror) [5]» (там же, с.1186).

**359. Предсказание поверхностных акустических волн в пьезоэлектрических материалах.** Существование поверхностных акустических волн в пьезоэлектрических материалах предсказали независимо друг от друга советский физик Юрий Васильевич Гуляев (род. 1935 г.) и американский исследователь Джеффри Блюстейн (род. 1939 г.).

В.М. Аникин, И.В. Измайлов и Б.Н. Пойзнер в статье «Диссертанту о воспринимаемости, числовой оценке и защите научных результатов» («Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», 2014, том 22, № 6) пишут: «...В случае открытия в конце 60-х годов прошлого века нового фундаментального типа поверхностных акустических волн в пьезоэлектрических материалах (сдвиговых поверхностных волн) лавры первооткрывателей международное научное сообщество единодушно поделило между Юрием Васильевичем Гуляевым, будущим академиком и членом Президиума РАН, и Джеффри Л. Блюстейном (Jeffrey L. Bleustein), преподавателем (Associate Professor) факультета инженерии и прикладных наук Йельского университета (штат Коннектикут, США). В мировой литературе для названного типа волн утвердилось название Bleustein – Gulyaev waves (Gulyaev – Bleustein waves). Как случилось, что новый тип волны получил двойное наименование? Гуляев и Блюстейн работали **независимо друг от друга**. Статья Ю.В. Гуляева «Поверхностные электрорезонансные волны в твердых телах» поступила в журнал «Письма в ЖЭТФ» 17 октября 1968 года и была опубликована в январском выпуске этого журнала 1969 года (Том 9. Вып.1. С.63-65). Статья Джеффри Блюстейна «A new Surface Wave in Piezoelectric Materials» принята в журнал «Applied Physics Letters» на три недели позже – 7 ноября 1968 года, но зато была опубликована раньше – уже в декабрьском номере журнала (Vol.13, Number 12, December 15). Можно сказать, что редакционная нерасторопность лишила отечественного ученого единоличного приоритета. Соавторы открытия ни разу не встречались в жизни, но в вопросе приоритета корректны по отношению друг к другу» (Аникин и др., 2014, с.28).

Об этом же сообщает М.А. Быховский в статье «Академику Ю.В. Гуляеву – 70 лет» (журнал «Электросвязь», 2005, № 9, с.2): «В 1968 г. Ю.В. Гуляев и **независимо от него** одновременно американский физик Дж. Блюстейн предсказали и изучили новый фундаментальный тип ПАВ (поверхностных акустических волн – Н.Н.Б.), известный в мировой литературе под названием «волны Блюстейна - Гуляева», или БГ-волны» (Быховский, 2005, с.2).

Этот же вопрос рассматривает А.Р. Попов в учебном пособии «Волновые процессы в материальных средах» (2005): «Волны Гуляева – Блюстейна открыты недавно. Одновременно и **независимо друг от друга** в СССР Ю.В. Гуляев, а в США Блюстейн в 1968 г. аналитически доказали возможность существования волн в некоторых направлениях пьезоэлектрических кристаллов» (А.Р. Попов, 2005).

Приведем еще один источник. Г.С. Ланцберг и Е.Н. Хазанов в статье «Премия Европейского физического общества – члену-корреспонденту АН СССР Ю.В. Гуляеву» (журнал «Природа», 1980, № 4) сообщают: «Гуляевым было предсказано существование в пьезоэлектриках нового типа поверхностных акустических волн – чисто сдвиговых [4]. (Практически **одновременно и независимо** этот тип волн был предсказан американским физиком Дж. Блюстейном, поэтому в литературе эти волны получили название волн Гуляева - Блюстейна). <...> Под руководством Гуляева был открыт также новый класс кинетических явлений в полупроводниках, связанный с различным увлечением звуком электронов разных энергий (акустомагнето-электрический эффект); установлена возможность получения низких температур при прохождении акустической волны через границу двух полупроводников; дифракция электромагнитных волн на электронных волнах, сопровождающих акустическую волну в пьезополупроводниках, что позволило создать акусто-оптические устройства дальнего инфракрасного, субмиллиметрового и миллиметрового диапазона волн (дефлекторы, модуляторы, сканеры и т.д.)» (Ланцберг, Хазанов, 1980, с.110-111).

Здесь [4] – Гуляев Ю.В. // Письма в ЖЭТФ. – 1969. – Том 9. – С.63.

Дополнительная литература по теме:

- Гуляев Ю.В. Институту радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской Академии наук – 65 лет // РЭНСИТ. – 2018. - Том 10. - № 2.

**360. Открытие метода атомно-слоевого осаждения (АСО).** Метод атомно-слоевого осаждения (АСО) разработали независимо друг от друга финский ученый Туомо Сантола (Tuomo Suntola) и советский химик Валентин Борисович Алесковский (1912-2006).

Анна Дзарахохова в статье «Осаждая атомы» (журнал «За науку», 2018, № 4) отмечает: «Еще до недавнего времени считалось, что метод атомно-слоевого осаждения (АСО) был изобретен в Финляндии доктором Туомо Сантола (Tuomo Suntola), который получил патент в середине 70-х годов прошлого века. Метод достаточно быстро стал развиваться, особенно в коммерциализированных областях. Но, как это часто случалось, и тут советские ученые оказались быстрее. Член-корреспондент Академии наук Валентин Борисович Алесковский еще в 1965 году, на несколько лет раньше Сантолы, **независимо сформулировал** принципы АСО и провел эксперименты, которые показали, что по слоям можно собирать структуры. В СССР были свои журналы, своя информационная структура, и ученые мало общались между собой. Поэтому сейчас широко признано, что метод **независимо был открыт** как минимум в двух странах: Финляндии и СССР» (Дзарахохова, 2018, с.64).

**361. Открытие фактов, стимулировавших возникновение синергетики.** Синергетика – междисциплинарное направление науки, объясняющее возникновение и самоорганизацию сложных структур в открытых системах, далеких от термодинамического равновесия. Началом развития синергетики послужило открытие аналогии (сходства) между математическим описанием фазовых переходов в веществе и уравнениями, отражающими процесс лазерного излучения. Эту аналогию обнаружили независимо друг от друга немецкий физик Герман Хакен (род. 1927 г.) и американский исследователь Марлан Орвил Скулли (Marlan Orvil Scully), ученик Уиллиса Лэмба, получившего Нобелевскую премию за открытие «смещения Лэмба».

Н.Н. Никитенков и Н.А. Никитенкова в книге «Синергетика для инженеров» (2009) пишут: «Формирование синергетики в современном виде началось с того, что в 1970 г. Грехем и Хакен в Германии и Де Джирмо и Скулли в Италии **независимо друг от друга** отметили аналогию между фазовыми переходами в веществе и процессами излучения в лазере» (Никитенков, Никитенкова, 2009, с.8).

**362. Рождение гипотезы термодинамического подобия.** Во второй половине XX века на смену классической теории критических явлений, созданной Д.В. Гиббсом, пришла флуктуационная теория критических явлений, построенная многими учеными. Существенный вклад в эту теорию внесли советские физики Валерий Леонидович Покровский (род. 1931 г.) и Александр Захарович Паташинский (род. 1936 г.), а также американские ученые Лео Филип Каданов (1937-2015) и Бенджамин Вайдом (Benjamin Widom). Ключевым положением новой теории критических явлений является термодинамическая гипотеза подобия, которую сформулировали независимо друг от друга вышеупомянутые ученые (В.Л. Покровский и А.З. Паташинский, Л.Ф. Каданов и Б. Вайдом). Советские физики В.Л. Покровский и А.З. Паташинский сформулировали указанную гипотезу для ферромагнитных систем, американец Б. Вайдом для перехода «газ - жидкость», другие исследователи – для модели Изинга.

Э.Л. Андроникашвили в статье «Квантовая когерентность и проблема сверхтекучести» (журнал «Природа», 1973, № 1) пишет: «В одном из своих блестящих докладов И.М. Лифшиц (брат Евгения Лифшица, соратника Л.Д. Ландау – Н.Н.Б.) так охарактеризовал систему, находящуюся вблизи точки фазового превращения: система так разболтана, что понятия о градиентах термодинамических потенциалов теряют всякий

смысл, хотя такие термодинамические величины, как энергия и энтропия, конечно, продолжают быть основными характеристиками системы. Систему, находящуюся вблизи критической точки, И.М. Лифшиц уподобляет потоку с развитой турбулентностью, где также нельзя говорить о градиентах потенциалов, но можно говорить о корреляции поведения микрообъемов жидкости внутри некоторых областей, размеры которых определяются радиусом корреляции. На помощь термодинамике в этом случае приходят новые правила подобия, которые предложили ввести, **независимо друг от друга**, В.Л. Покровский и А.З. Паташинский (СССР) и Б. Вайдом и Л.П. Каданов (США). Эти правила называют скейлингом» (Андроникашвили, 1973, с.19).

Об этом же сообщает А.Н. Васильев в монографии «Квантово-полевая ренормгруппа в теории критического поведения и стохастической динамике» (1998): «Термодинамическая гипотеза подобия была сформулирована практически **одновременно и независимо** в работах Домба и Хантера [25] для модели Изинга, Вайдома [26] для перехода газ – жидкость, Паташинского и Покровского [27] для ферромагнитных систем. В терминологии магнетика суть гипотезы в том, что ответственную за критические сингулярности часть свободной энергии единицы объема можно считать обобщенной однородной функцией переменных  $\tau = T - T_c$  и внешнего поля  $h$ , поэтому все индексы однозначно выражаются через два параметра – критические размерности переменных  $\tau$  и  $h$ . Поскольку индексов много, между ними должны существовать вполне определенные связи. Для известных индексов модели Изинга такие соотношения связи действительно выполняются, - это наблюдение и было главным аргументом в пользу термодинамической гипотезы подобия. Каданов [28] обобщил ее на корреляционные функции и привел эвристические аргументы, объясняющие механизм возникновения критического скейлинга. «Блочное построение» Каданова сыграло впоследствии важную роль в идеологическом обосновании метода ренормгруппы» (Васильев, 1998, с.5).

Здесь [25] – Domb C., Hunter D.L. // Proceedings of the Physical Society. – 1965. – Vol.86. – P.1147.

[26] – Widom B. // Journal of Chemical Physics. – 1965. – Vol.43. – P.3892.

[27] – Паташинский А.З., Покровский В.Л. // ЖЭТФ. – 1966. – Том 50. – С.439.

Нобелевский комитет, присуждая в 1982 г. свою премию американскому физiku Кеннету Вильсону, учитывал его достижения в теории критических явлений, а именно тот факт, что он (по аналогии) перенес в данную теорию метод ренормализационной группы, заимствованный из квантовой теории. По мнению специалистов, одновременно с К. Вильсоном эту премию следовало вручить В.Л. Покровскому и А.З. Паташинскому, которые построили теорию критических явлений (используя идею скейлинга) до исследований К. Вильсона. Борис Лукьянчук в статье «Былое величие нашей физики» (журнал «Семь искусств», № 8-9 (124), август – сентябрь 2020 г.) пишет: «Как же не упомянуть Валерия Леонидовича Покровского, открывателя масштабной инвариантности (скейлинга). Он разработал эту теорию вместе с Александром Паташинским еще до работ Кеннета Вильсона, который в 1982 году получил Нобелевскую премию за теорию критических явлений в связи с фазовыми переходами. В действительности, этой премией стоило бы наградить всех троих. В этом году Валерию Леонидовичу исполняется 89 лет. Он продолжает активно работать «заслуженным профессором» на факультете физики и астрономии в Университете «Texas A&M» США» (Б. Лукьянчук, 2020).

**363. Качественное объяснение эффекта Кондо.** В 1930-х годах Мейснер и Войт наблюдали аномальное увеличение сопротивления чистых золотых образцов при температурах меньше 10 К. В действительности оказалось, что при их изготовлении они были загрязнены небольшим количеством примесей железа. В 1964 г. японский физик Дзюн Кондо показал, что причиной наблюдаемого явления могут быть взаимодействия между спинами электронов проводимости и спинами примесей. С тех пор стали говорить об «эффекте Кондо» - эффекте увеличения электрического сопротивления немагнитных

металлических сплавов, слабо легированных магнитными примесями, при температурах, близких к абсолютному нулю. Советский физик, получивший в 2003 г. Нобелевскую премию за создание теории сверхпроводников 2-го рода, А.А. Абрикосов предложил объяснение эффекта Кондо. Он сформулировал идею о том, что в основе механизма взаимодействия электронов в составе вещества (в котором демонстрируется эффект Кондо) лежит резонанс в электронном рассеянии. Независимо от него аналогичную идею выдвинул американский физик Гарри Сул (1922-2020).

Михаил Кацнельсон в статье «Проблема Кондо» (газета «Троицкий вариант», № 51 от 13.04.2010 г.) пишет: «Работа Кондо объяснила (после 30 с лишним лет полного непонимания) рост сопротивления с понижением температуры. Осталось, однако, выяснить, каков все-таки физический механизм, ответственный за этот рост, и что делать при температурах ниже кондовской, когда теория возмущений не работает. Следующий важный шаг был сделан почти сразу, **независимо** – советским (тогда) теоретиком Алексеем Абрикосовым и американцем Гарри Сулом. Воспользовавшись известным из квантовой теории поля методом суммирования расходимостей, они показали, что при температуре Кондо возникает резонанс в электронном рассеянии – электрон как бы эффективно «прилипает» к примеси. Однако использованный ими метод был не обоснован (ниоткуда не следовало, что отброшенные члены менее важны, чем те, что учитывались при суммировании)...» (Кацнельсон, 2010, с.10).

**364. Нахождение точного аналитического решения задачи Кондо.** Точное аналитическое решение задачи Кондо нашли в 1980 г. независимо друг от друга российский физик Павел Борисович Вигман (род. 1952 г.) и американский ученый Натан Андрей, подготовивший диссертацию под руководством Дэвида Гросса (получившего Нобелевскую премию за открытие асимптотической свободы). При этом П.Б. Вигман и Н. Андрей использовали результаты Ханса Бете, а именно его решение одномерной цепочки спинов, полученное в 1931 г.

Михаил Кацнельсон в статье «Проблема Кондо» (газета «Троицкий вариант», № 51 от 13.04.2010 г.) отмечает: «В 1980 г. Павел Вигман в СССР и Натан Андрей в США обнаружили, что проблема Кондо (ее некий упрощенный вариант, причем упрощения не портят физику задачи) является точно решаемой. То, что они сделали, было модификацией способа, которым Ханс Бете нашел в 1930-х годах точное решение для задачи об одномерной цепочке взаимодействующих спинов (это называется «анзац Бете»))» (Кацнельсон, 2010, с.10).

Независимость исследований П.Б. Вигмана и Н. Андрея отмечается во многих работах. Приведем одну из них. И.С. Кривенко в кандидатской диссертации «Особенности электронного спектра магнитных примесей при низкой температуре» (2012) пишет: «Также в 1980-1981 годах с использованием анзаца Бете были точно решены модель Кондо (Н. Андрей [59] и **независимо от него** П.Б. Вигман [60]) и модель Андерсона (Вигман [61], Н. Каваками и А. Окиджи [62]). В этих решениях используются дополнительные предположения о линейности закона дисперсии проводящих электронов и о том, что обменное взаимодействие с примесью имеет нулевой радиус. Оба этих предположения несильно ограничивают релевантность результатов. Хотя к тому моменту физика моделей была уже вполне ясна, решения на основе анзаца Бете позволили получить новые точные формулы для энергии основного состояния и магнитных восприимчивостей в слабых и сильных полях» (Кривенко, 2012, с.45-46).

О заслугах Павла Вигмана упоминает Алексей Цвелик в книге «Жизнь в невозможном мире. Краткий курс физики для лириков» (2012): «На решение проблемы Кондо научная общественность потратила немало времени и сил. Занимались ею, например, такие гиганты, как Алексей Алексеевич Абрикосов. Вигман нашел совершенно оригинальное решение, позволявшее в принципе решить математическую модель, описывающую ситуацию, точно. И вот система из огромного (почти что бесконечного) числа дифференциальных уравнений



решилась (без всякого компьютера), и полученный ответ выглядел вполне обзорно. Оставалось извлечь из этого ответа описание физических свойств системы...» (Цвелик, 2012, с.104).

Дополнительная литература по теме:

- Вигман П.Б. Точное решение проблемы Кондо // Успехи физических наук. – 1982. - Том 136. - № 3.

**365. Разработка теории перколяции.** По свидетельству специалистов, теорию перколяции построил в 1957 г. британский математик Джон Майкл Хаммерсли (1920-2004), который математически обработал эмпирические наблюдения своего соотечественника, инженера Саймона Бродбента (Simon Broadbent), изучавшего процессы прохождения газа или жидкости сквозь пористые угольные фильтры. Спустя два года, не зная об их работах, французский физик Пьер Жиль де Жен (1932-2007) независимо разработал теорию перколяции. Отметим, что Пьер Жиль де Жен – лауреат Нобелевской премии по физике, получивший данную награду в 1991 г. за вклад в изучение жидких кристаллов.

А.А. Сонин в книге «Пьер-Жиль де Жен» (2019) пишет о де Жене: «...В 1958 г. он увлекся теоретическим описанием тогда еще практически не изученного явления – перколяции. В физике – это распространение одной фазы в другой (например, прохождение газа или жидкости через пористую твердую среду). В то время Пьер-Жиль еще не знал об оригинальных работах Джона Хаммерсли и Саймона Бродбента и фактически **независимо от них** заново открыл и объяснил это явление, не используя, однако, сам термин «перколяция» (Сонин, 2019, с.38).

Аналогичные сведения можно найти в статье А.А. Сонины «К истории исследования явления перколяции» (журнал «Жидкие кристаллы и их практическое использование», 2016, № 16 (1)), где автор сообщает: «В начале 1950-х гг. английский инженер Саймон Бродбент, сотрудник Британской ассоциации использования угля, занимался разработкой противогазов и респираторов для шахтеров, моделируя процессы прохождения газа или жидкости сквозь пористые угольные фильтры. В частности, его интересовало решение проблемы закупорки фильтров противогазов воздухом, содержащим угольную пыль. Он поднял вопрос о проницаемости фильтров на конференции по методу Монте-Карло в 1954 г. [17]. Известный английский математик Джон Хаммерсли заинтересовался расчетами Бродбента. В дальнейшем (в 1957 г.) им совместно с Бродбентом была выполнена первая работа по детальному математическому описанию явления перколяции [18]. Они ввели в обиход и термин «перколяция» (Сонин, 2016, с.99).

Далее автор указывает: «Существенный вклад в теорию перколяции и в особенности в популяризацию этого явления внес знаменитый французский физик, Нобелевский лауреат Пьер-Жиль де Жен. Этот ученый пришел к рассмотрению проблем, связанных с перколяцией, в 1959 г. **независимо от Бродбента и Хаммерсли** (не зная еще об их работах). В своей статье [23] де Жен проанализировал две задачи. Первую – о плавном переходе кристалла из состояния диэлектрика в проводник электрического тока, и вторую – об аналогичном переходе кристалла из немагнитной фазы в магнитную. Подход к решению этих двух проблем был идентичен» (там же, с.100).

**366. Открытие явления возврата Ферми – Паста – Улама, стимулировавшее развитие концепции солитонов.** Явлением возврата Ферми – Паста – Улама называется феномен, обнаруженный в 1953 г. при компьютерном моделировании системы нелинейно связанных грузиков, выведенных из состояния равновесия и совершавших колебания. Оказалось, что вопреки теореме о равномерном распределении энергии (вопреки эргодической гипотезе) исследуемая система демонстрирует квазипериодическое поведение, хорошо описываемое уравнением Кортевега – де Фриза, которое изначально разработано для описания уединенных волн (солитонов). Авторами компьютерного эксперимента были Энрико Ферми (1901-1954), Станислав Улам (1909-1984) и Джон Паста (1918-1981). Независимо от

них явление возврата обнаружили японские ученые Нобухико Саито (Nobuhiko Saito) и Хадзиме Хироока (Hajime Hirooka), которые не знали о результатах американских физиков.

С.А. Щербинин в диссертации «Делокализованные ангармонические колебания в системах с дискретной симметрией» (2019) пишет: «Различные нелинейные явления – объект исследования нелинейной динамики, которая выделилась в отдельное направление естествознания более полувека назад. Значительную роль в ее становлении сыграл знаменитый вычислительный эксперимент, проведенный в начале 50-х годов прошлого века Э. Ферми, Дж. Паста, С. Уламом и М. Цингу [19] в США на одной из первых в мире ЭВМ: MANIAC I. Авторы хотели изучить эволюцию кристалла в сторону теплового равновесия на модели одномерного нелинейного кристалла, в узлах которого находятся частицы единичной массы, взаимодействующие только с ближайшими соседями...» (Щербинин, 2019, с.10). «Авторы оригинального исследования цепочки FPU- $\alpha$  [19], - продолжает С.А. Щербинин, - ожидали, что из-за связей между модами, обусловленных нелинейностью взаимодействия, возбуждение, переданное моде  $k = 1$ , будет постепенно передаваться другим модам, пока не будет достигнуто равномерное распределение энергии по всем модам. Однако результаты эксперимента продемонстрировали локализацию начального возбуждения в пределах исходной и нескольких ближайших к ней мод, а на больших временах интегрирования – практический полный возврат возбуждения в начальную моду. Это так называемое «явление возврата» [19, 20]» (там же, с.11).

Далее автор указывает: «Оригинальный отчет FPU [19], не опубликованный, был известен лишь немногим людям, в основном в США. Поэтому японские исследователи Н. Саито и Х. Хироока в 1964 провели работы, близкие к эксперименту FPU, **не зная ничего о результатах**, полученных в США десятью годами ранее. Они рассматривали ангармонические цепочки с квадратичным и кубическим потенциалом взаимодействия соседних частиц и фиксировали оба конца. Начальное возбуждение было несколько иным, поскольку все частицы находились в состоянии покоя, тогда как к первой частице была приложена постоянная сила [30, 31]. Впоследствии они рассмотрели более простые начальные условия в цепочке FPU и обнаружили явление индукции и возникновение случайного характера колебаний решетки [32-34]» (Щербинин, 2019, с.13).

Здесь [30] - Hirooka H., Saito N. Long-time behavior of the vibration in one-dimensional harmonic lattice // Journal of the physical society of Japan. - 1967. - Vol. 23, no. 2. - P. 157-166.

[31] – Hirooka H., Saito N. Computer studies of ergodicity in coupled oscillators with anharmonic interaction // Journal of the physical society of Japan. - 1967. - Vol. 23, no. 2. - P. 167-171.

[32] – Hirooka H., Saito N. Computer studies on the approach to thermal equilibrium in coupled anharmonic oscillators. I. Two-Dimensional case // Journal of the physical society of Japan. - 1969. - Vol. 26, no. 3. - P. 624-630.

[34] – Saito N., Ooyama N., Aizawa Y., Hirooka H. Computer experiments on ergodic problems in anharmonic lattice vibrations // Supplement of the progress of theoretical physics. - 1970. - Vol. 45. - P. 209-230.

**367. Открытие хаоса в диссипативных системах.** Традиционно считается, что первооткрывателем хаоса в диссипативных системах является американский ученый Эдвард Нортона Лоренц (1917-2008), который, анализируя математические уравнения, моделирующие погоду, то есть процессы, происходящие в земной атмосфере, обнаружил феномен непредсказуемости (хаотичности) этих процессов. Однако независимо от него хаос в диссипативных системах обнаружил советский физик Анатолий Николаевич Ораевский (1934-2003). Он сделал указанное открытие, изучая математическую модель лазера.

А.В. Морозов в статье «Элементы детерминированного хаоса в политехническом вузе» («Вестник науки и образования», 2018, № 12 (48)) пишет: «Конец XX века ознаменовался открытием нового физического явления – детерминированного хаоса,

основателем которого, по праву, считается американский метеоролог Э. Лоренц (2017-2008). В 1963 г. при численном анализе системы обыкновенных дифференциальных уравнений, описывающих конвективное течение жидкости в плоском слое, Лоренц столкнулся с чрезвычайно сложным поведением траекторий в фазовом пространстве [1]. При этом, **почти в это же время**, советский физик А.Н. Ораевский (1934-2003), исследуя одномодовую модель лазера, также обнаружил сложный режим генерации излучения, ранее теоретически не встречавшийся. Кроме того, оказалось, что модели этих явлений тождественны с точностью до линейной замены переменных [3]» (Морозов, 2018, с.7).

Здесь [3] – Леонов Г.А., Морозов А.В. О глобальной устойчивости стационарной генерации в мазерах // Радиотехника и электроника. – 1987. – Том 32. - № 9. – С.1915-1921.

Об этом же сообщает Р.Р. Мухин в автореферате докторской диссертации «Развитие концепции динамического хаоса в СССР» (2010): «Открытие хаоса в диссипативных системах связывается с основополагающей работой Э. Лоренца (1963). В начале 1960-х гг. феномен диссипативного хаоса проявился и в других исследованиях. Одна из работ относится к лазерной физике (А.З. Грасюк, А.Н. Ораевский, 1963), в которой изучались процессы в молекулярном генераторе, и полученная система уравнений, как выяснилось позже, была полностью идентична системе Лоренца (Г. Хакен, 1975)» (Мухин, 2010, с.16).

Аналогичную информацию можно найти в статье А.А. Кренца и Н.Е. Молевича «Исследование сценария перехода к хаосу в динамической системе с особой окружностью на фазовой плоскости» («Известия Самарского научного центра РАН», 2010, том 12, № 4), где авторы сообщают: «Открытие странного аттрактора связывают обычно с работой Лоренца [1], в которой были обнаружены и исследованы хаотические решения нелинейных уравнений, описывающих процесс конвекции. Однако еще раньше хаотические решения были численно получены Грасюком и Ораевским при решении трех точечных уравнений неадиабатической теории лазеров [2 и приведенные в этой работе ссылки]. Как было затем показано Хакеном [3], эта модель лазера математически точно совпадает с более поздней моделью Лоренца» (Кренц, Молевич, 2010, с.108).

Здесь [2] – Грасюк А.З., Ораевский А.Н. Переходные процессы в молекулярном генераторе // Радиотехника и электроника. – 1964. – Том 9. - № 3. – С.524.

Приведем еще одно свидетельство. С.С. Логинов в диссертации «Цифровые радиоэлектронные устройства и системы с динамическим хаосом и вариацией шага временной сетки» (2015) пишет о системе уравнений, с помощью которой Эдвард Лоренц обнаружил динамический (детерминированный) хаос: «Советским ученым А.Н. Ораевским **независимо от Э. Лоренца** была получена подобная система нелинейных дифференциальных уравнений при анализе динамических процессов в лазере [155]. Процесс генерации в квантовом генераторе описывается уравнениями Максвелла, которые в одномодовом приближении (когда возбуждается один тип собственных колебаний резонатора квантового генератора) сводятся к уравнению осциллятора с затуханием, возбуждаемого поляризацией активной среды...» (Логинов, 2015, с.18).

Здесь [155] – Ораевский А.Н. Мазеры, лазеры и странные аттракторы // Квантовая электроника. – 1981. – Том 8. - № 1. – С.130-142.

**368. Разработка теории топологических фазовых переходов, то есть фазовых переходов в двумерной модели Изинга.** Авторами теории топологических фазовых переходов в двумерных системах являются шотландские физики Дэвид Таулесс (род. 1934 г.) и Майкл Костерлиц (род. 1942 г.). Эта теория принесла им в 2016 г. Нобелевскую премию по физике. Вместе с тем следует отметить, что независимо от названных исследователей аналогичную теорию фазовых переходов построил советский физик Вадим Львович Березинский (1935-1980).

Алексей Понятов в статье «Топологический взгляд на фазовые переходы» (журнал «Наука и жизнь», 2016, № 12) пишет: «В 1972 году Майкл Костерлиц и Дэвид Таулесс обнаружили совершенно новый тип фазового перехода в двумерных системах

конденсированных сред, получивший стройное объяснение на языке топологии. Топология – довольно необычный раздел математики, про который можно сказать, что он изучает свойства объектов: геометрических поверхностей, пространств и так далее. Одна из главных задач топологии – определить, какие свойства объекта остаются неизменными (инвариантными) при непрерывной деформации» (Понятов, 2016, с.9).

Далее автор указывает: «Работы Майкла Костерлица и Дэвида Таулесса показали, что двумерная физика сильно отличается от трехмерной. Они пришли к выводу, что при низких температурах в двумерных системах порядок все-таки существует. Там возникает система связанных вихревых пар вихрь – антивихрь, закрученных в противоположных направлениях. В случае сверхтекучей жидкости это соответствует реальному вихревому течению вокруг некоторых точек, а в кристаллической решетке соответствует изменению направления спинов по отношению друг к другу, так что в целом образуется вихревая спиновая текстура. Математический аппарат, который Костерлиц и Таулесс использовали для объяснения этого явления, основан на топологии. Отметим, что **за пару лет до них подобная идея** пришла в голову советскому физика Вадиму Березинскому, заслуги которого упомянуты в пресс-релизе Нобелевского комитета (к сожалению, Березинский умер в 1980 году и не мог быть номинирован на Нобелевскую премию)» (Понятов, 2016, с.10-11).

Об этом же сообщают В.Н. Рыжов, Е.Е. Тареева, Ю.Д. Фомин и Е.Н. Циок в статье «Переход Березинского – Костерлица – Таулеса и двумерное плавление» (УФН, 2017, том 187, № 9): «Роль рано умершего талантливого советского физика Вадима Львовича Березинского в разработке теории фазовых переходов в плоских вырожденных системах трудно переоценить. Именно Березинский первым сформулировал основные положения теории [1, 2], которая в 2016 г. была отмечена Нобелевской премией. При этом надо отметить, что в основополагающей статье Костерлица и Таулеса [3] есть корректные ссылки на обе статьи Березинского на эту тему с соответствующими комментариями. Более того, Костерлиц в обзоре [4] 2016 года с выразительным названием «Физика Костерлица – Таулеса: основные вопросы» написал, что они с Таулесом испытали разочарование, когда узнали о работах опередившего их Березинского. Однако Костерлиц там же отмечает, что они с Таулесом не знают русского языка и поэтому **не были знакомы** с работами Березинского. В связи с последним надо заметить, что «Журнал экспериментальной и теоретической физики» (ЖЭТФ), в котором была напечатана статья Березинского, и в то время исправно переводился на английский (смотрите, например, [5])» (Рыжов и др., 2017, с.922).

Здесь [1] – Березинский В.Л. Разрушение дальнего порядка в одномерных и двумерных системах с непрерывной группой симметрии. I. Классические системы // ЖЭТФ. – 1970. – Том 59. - № 3. – С.907-920.

[2] – Березинский В.Л. Разрушение дальнего порядка в одномерных и двумерных системах с непрерывной группой симметрии. II. Квантовые системы // ЖЭТФ. – 1971. – Том 61. - № 3. – С.1144-1156.

В.Н. Рыжов, Е.Е. Тареева и др. в той же статье «Переход Березинского – Костерлица – Таулеса...» добавляют: «Березинский [2] впервые показал, что тонкая пленка жидкого гелия, несмотря на отсутствие в ней дальнего порядка, при низких температурах обладает свойством сверхтекучести. Двумерные кристаллы, хотя в них отсутствует дальний трансляционный порядок, имеют конечный модуль сдвига, т.е. представляют собой твердое тело. Двумерные магнетики оказывают сопротивление неоднородному повороту спинов. Березинский понял общую природу этих явлений и дал им название поперечной жесткости, используемое сейчас в мировой литературе» (Рыжов и др., 2017, с.922).

Приведем высказывание американского физика Кеннета Вильсона, который подчеркивает роль В.Л. Березинского в создании топологической теории фазовых переходов. В своей Нобелевской лекции «Ренормализационная группа и критические явления» (УФН, 1983, том 141, № 2) К. Вильсон говорит: «Костерлиц и Таулесс [80]

открыли дорогу применениям ренормгруппы к двумерным системам, **развивая** раннюю работу Березинского [81]» (Вильсон, 1983, с.211).

Здесь [81] – Березинский В.Л. // ЖЭТФ. – 1970. – Том 59. – С.907.

**369. Открытие эффекта декогеренции.** Как известно, декогеренция – это процесс нарушения когерентности, вызываемый взаимодействием квантово-механической системы с окружающей средой посредством необратимого (с точки зрения термодинамики) процесса. Во время протекания этого процесса у самой системы появляются классические черты, которые соответствуют информации, имеющейся в окружающей среде. Декогеренция постепенна, это не скачкообразный процесс. С точки зрения квантовой теории декогеренция представляет собой схлопывание волновой функции в результате взаимодействия со средой. Описание декогеренции можно найти в статье М.Б. Менского «Явление декогеренции и теория непрерывных квантовых измерений» (УФН, 1998, с.168, № 9).

Теперь опишем чувства шведско-американского космолога и астрофизика Макса Тегмарка, который в 1991 г. в Беркли открыл математическое описание декогеренции (схлопывания волновой функции), но затем узнал, что это описание уже разработано польским физиком Войцехом Зуреком (род. 1951 г.). М. Тегмарк в книге «Наша математическая Вселенная» (2016) пишет о работе над статьей, в которой он намеревался изложить свое открытие декогеренции: «Я левша, и у меня ужасный почерк (почти каждое школьное задание возвращалось с пометкой «Поработайте над аккуратностью!»), так что было восхитительно видеть, как мои каракули превращаются в прекрасно набранные уравнения. В то же время было смешно, как я панически боялся, что найденное мной кто-то уже открыл. Я полагал, что нечто столь фундаментальное, если оно уже известно, должно упоминаться в учебниках и на моих аспирантских занятиях. Ничего подобного не было, но все равно меня чуть не бросало в дрожь каждый раз, когда в процессе поиска литературы я открывал подозрительную ссылку. Пока всё было хорошо...» (М. Тегмарк, 2016).

Далее автор рассказывает о своем разочаровании: «Так продолжалось целый месяц, пока я не вернулся с рождественских каникул из Швеции. Я уже был готов отослать статью, когда всё рухнуло. Кто виноват? Энди Элби. Это он рассказал мне, что польский физик Войцех Зурек уже сделал всё это. Забудьте про эффект Тегмарка – у него уже есть название «декогеренция». Вскоре я узнал, что немецкий физик Дитер Це открыл этот эффект еще в 1970 году» (М.Тегмарк, 2016).

**370. Открытие эффекта испускания запаздывающих протонов нейтрон-дефицитными ядрами после их бета-распада.** Эффект испускания запаздывающих протонов нейтрон-дефицитными ядрами после их бета-распада открыли независимо друг от друга советские и канадские физики. В числе советских авторов открытия – В.А. Карнаухова, Г.М. Тер-Акопян и В.Г. Субботин.

Академик Г.Н. Флеров в статье «Синтез и поиск трансурановых элементов» (журнал «Природа», 1972, № 9) пишет об исследовательских успехах ОИЯИ (Дубна): «...В Лаборатории ядерных реакций с самого начала ее деятельности большое внимание уделялось тщательному изучению процессов, приводящих к возникновению фоновых активностей, а именно: реакций многонуклонных передач, деления ядер, а также реакций на примесях в мишени (особенно на свинце), в результате которых образуются продукты с радиоактивными свойствами, имитирующими свойства элементов в трансфермиевой области. При выполнении этих исследований в нашей лаборатории были открыты три новых вида радиоактивности: спонтанное деление из изомерного состояния ядра, существенно отличающегося по форме от ядра в основном состоянии; запаздывающее деление (т.е. деление ядер, удаленных из области стабильности), происходящее после  $\beta$ -распада; и третий вид – испускание запаздывающих протонов нейтрон-дефицитными

ядрами после их  $\beta$ -распада (это явление **было независимо открыто** профессором Беллом и другими в Канаде)» (Флеров, 1972, с.56-57).

Об этом же сообщает В.А. Карнаухов в статье «Запаздывающие протоны как средство получения ядерной информации» (журнал «Физика элементарных частиц и атомного ядра», 1973, том 4, № 4): «Первые излучатели запаздывающих протонов были открыты в Дубне в 1962 г. [8] при облучении никелевой фольги ускоренными ионами  $\text{Ne}^{20}$ . В последующих работах [9] детально изучены их распадные характеристики, проведены опыты по определению  $Z$  и  $A$ . **Практически одновременно** велись эксперименты группой Белла в Макгиллском университете (Канада). В 1963 г. эта группа выступила с сообщением о наблюдении излучателей запаздывающих протонов среди легких элементов [10] (использовался пучок протонов с энергией  $\approx 100$  Мэв)» (Карнаухов, 1973, с.1019).

Здесь [8] – Карнаухов В.А., Тер-Акопьян Г.М., Субботин В.Г. Препринт ОИЯИ, Р-1072, Дубна, 1962.

[9] – Карнаухов В.А. и др. // ЖЭТФ. – 1963. – Том 45. – С.1280; Флеров Г.Н. и др. // ЖЭТФ. – 1964. – Том 47. – С.419.

[10] – Barton R., Mc Pherson R. // Bulletin of the American Physical Society. – 1963. – Vol.8. – P.357.

**371. Открытие кластерной радиоактивности.** Кластерная радиоактивность (кластерный распад) – явление, при котором атомные ядра самопроизвольно испускают ядерные фрагменты (кластеры) тяжелее, чем альфа-частица. Кластерный распад обусловлен туннельным эффектом – запрещенным в классической физике прохождением частицы сквозь потенциальный барьер. Кластерную радиоактивность обнаружили в 1984 г. независимо друг от друга советские физики (сотрудники Института атомной энергии им. И.В. Курчатова) и британские ученые из Оксфордского университета.

С.Г. Кадменский в статье «Радиоактивность атомных ядер: история, результаты, новейшие достижения» («Соросовский образовательный журнал», 1999, № 11) пишет: «...В 1984 г. **независимые группы** ученых в Англии и России открыли кластерную радиоактивность некоторых тяжелых ядер, самопроизвольно испускающих кластеры – атомные ядра с атомным весом от 14 до 34» (Кадменский, 1999, с.77). Далее автор приводит таблицу, в которой указывает, что кластерный распад обнаружили британские ученые Х. Роуз и Г. Джонс, а также российские ученые Д.В. Александров и его соавторы (1984).

Об этом же сообщают Ю.С. Замятнин, В.Л. Михеев, С.П. Третьякова и др. в статье «Кластерная радиоактивность – достижения и перспективы. Эксперимент и теория» (журнал «Физика элементарных частиц и атомного ядра», 1990, том 21, № 2): «В 1984 г. двумя **независимо работающими** группами в Англии (Оксфордский университет) [1] и в СССР (Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова) [2] был обнаружен радиоактивный распад  $^{223}\text{Ra}$  с вылетом ядер  $^{14}\text{C}$ . В настоящее время радиоактивный распад с вылетом частиц, промежуточных по массе между  $\alpha$ -частицами и осколками бинарного деления ( $^{14}\text{C}$ ,  $^{24}\text{Ne}$ ,  $^{28}\text{Mg}$ ,  $^{32}\text{Si}$ ) обнаружен у 11 нуклидов от радия до плутония. Изучению нового вида радиоактивности посвящено уже более ста опубликованных экспериментальных и теоретических работ» (Замятнин и др., 1990, с.537).

Здесь [1] – Rose H.J., Jones G.A. // Nature. – 1984. – Vol.307. – P.245-247.

[2] – Александров Д.В., Беляцкий А.Ф., Глухов Ю.А. и др. // Письма в ЖЭТФ. – 1984. – Том 40. – С.152-154.

Приведем еще один источник. В книге «Атомная наука и техника СССР» (1987), написанной под редакцией А.М. Петросьянца, сообщается: «В 1984 г. в ИАЭ **независимо и практически одновременно** с физиками из Великобритании был обнаружен новый вид естественной радиоактивности – спонтанный вылет ядер  $^{14}\text{C}$  из  $^{223}\text{Ra}$  (изотопа радия – Н.Н.Б.). Этот процесс происходит с вероятностью, в  $10^9$  раз меньшей вероятности  $\alpha$ -распада. Это интересное явление, связывающее такие непохожие процессы, как  $\alpha$ -распад и

спонтанное деление, породило серию экспериментальных работ, направленных на поиск других случаев самопроизвольного вылета легких ядер» («Атомная наука...», 1987, с.208).

**372. Открытие эффекта гигантского магнетосопротивления.** Эффект гигантского магнетосопротивления (ГМС) – квантово-механический эффект, наблюдаемый в тонких металлических пленках, состоящих из чередующихся ферромагнитных и проводящих немагнитных слоев. Эффект состоит в существенном изменении электрического сопротивления такой структуры при изменении взаимного направления намагниченности соседних магнитных слоев. Направлением намагниченности можно управлять, например, посредством приложения внешнего магнитного поля. В основе эффекта лежит рассеяние электронов, зависящее от направления спина. Эффект ГМС открыли в 1988 г. независимо друг от друга французский физик Альбер Ферт (род. 1938 г.) и немецкий ученый Петер Грюнберг (1939-2018). В 2007 г. названные исследователи удостоены Нобелевской премии по физике.

С.А. Никитов в статье «Лауреаты Нобелевской премии 2007 года по физике – А. Ферт и П. Грюнберг» (журнал «Природа», 2008, № 1) пишет о первооткрывателях физического эффекта, позволившего существенно увеличить плотность записи информации на магнитных носителях: «Результаты, полученные лауреатами **независимо и одновременно**, конечно, основывались на бурно развивающейся физике конденсированного состояния и, в частности, физике магнитоупорядоченных сред» (Никитов, 2008, с.68).

Об этом же сообщает Л. Белопухов в статье «Триумф фундаментальной науки» (журнал «Квант», 2008, № 4): «В 1988 году французский физик Альбер Ферт и немецкий физик Петер Грюнберг **независимо друг от друга** открыли эффект, названный гигантским магнетосопротивлением (на международном научном языке – Giant Magnetoresistance, GMR). Работы этих ученых были по своей сути экспериментальными и проводились группами исследователей. Но будущие Нобелевские лауреаты не только руководили этими группами, но и дали теоретическое обоснование явлению» (Белопухов, 2008, с.4).

Далее автор отмечает: «Почему же открытие GMR-эффекта, относящееся к фундаментальной науке, получило столь большое значение и известность, что было признано Нобелевским комитетом достойным этой высокой награды? Дело в том, что на его основе родилось новое научно-техническое направление, использующее в электронике спиновые эффекты, - спинтроника. Разработанные за истекшие годы спинтронные устройства позволили, например, в сотни и даже тысячи раз увеличить эффективную плотность записи информации на магнитных носителях, в частности, на жестких дисках» (там же, с.4).

**373. Открытие графена и изучение его электронных свойств.** Разумеется, первооткрывателями графена и его необычных электронных свойств являются российские физики Андрей Константинович Гейм (род. 1958 г.) и Константин Сергеевич Новоселов (род. 1974 г.), которые в 2010 г. получили вполне заслуженную Нобелевскую премию. Но, как часто бывает в науке, если появляются экспериментально-технологические условия для того или иного открытия, к нему приходят (или вплотную приближаются) многие другие исследователи. Они могут чуть-чуть опаздывать в постановке необходимых экспериментов или в подготовке публикации, освещающей эти эксперименты, но не потому, что вы умнее их, а потому, что вам посчастливилось чуть раньше начать исследования. В деле открытия графена и его электронных свойств результаты, аналогичные результатам А.К. Гейма и К.С. Новоселова, совершенно независимо получил Филипп Ким (Philip Kim).

А.К. Гейм в своей Нобелевской лекции «Случайные блуждания: непредсказуемый путь к графену» (УФН, 2011, том 181, № 12) говорит: «Особого упоминания заслуживает Филип. В августе 2004 г., до того, как появилась наша статья в Science, его группа отослала для публикации другую важную работу [91]. Там изучались электронные свойства сверхтонких графитовых пластинок (до  $\approx 35$  атомных слоев). За исключением толщины

образца, группа Филиппа следовала той же методологии, которая использовалась в нашей работе. О том, насколько близок он был к нашим работам, можно судить по такому факту, что после того, как они стали использовать технику, основанную на скотче, Филипп уже в начале 2005 г. начал изучать монослои. Это позволило ему быстро нас догнать, и в середине 2005 г. обе наши группы **независимо представили** в печать статьи, которые появились в одном и том же выпуске журнала Nature и описывали наиболее важные свойства дираковских фермионов в графене [80, 92]. Позже я имел удовольствие тесно сотрудничать с Филиппом в работе над двумя совместными статьями для Science и Scientific American» (Гейм, 2011, с.1296-1297).

Здесь [80] – Novoselov K.S., Geim A.K., Morozov S.M., Katsnelson M.I. et. al. // Nature. – 2005. – Vol.438. – P.197.

### Глава 3

#### Одновременные (повторные) открытия в области астрономии, астрофизики и космологии

**374. Открытие солнечных пятен.** После того, как был сконструирован телескоп, исследование различных небесных тел, в том числе нашего светила, приобрело массовый (или, по крайней мере, коллективный) характер. Любой ученый, обладавший подзорной трубой, дающей высокое разрешение, мог приступить к наблюдению за планетами и звездами и обнаружить нечто новое. Поэтому неудивительно, что солнечные пятна открыли независимо друг от друга Галилео Галилей, немецкий астроном Йоханнес Фабрициус (1587-1615) и его соотечественник Христофор Шейнер (1575-1650).

А.М. Романов в книге «Занимательные вопросы по астрономии и не только» (2005) пишет: «Солнечные пятна **независимо друг от друга** открыли: Г. Галилей в 1610 г. (опубликовал только в 1612 г.), И. Фабрициус в 1611 г. (первым опубликовал открытие) и Х. Шейнер (с 1611 г. определил период вращения Солнца)» (Романов, 2005, с.70).

Об этом же сообщает В.А. Жаров в книге «Сферическая астрономия» (2006): «Галилей и **независимо от него** несколько других астрономов обнаружили пятна на Солнце, с помощью которых было открыто вращение Солнца. Но если Солнце вращается, то почему Земля и другие планеты не могут вращаться?» (Жаров, 2006, с.33).

В.М. Лопаткин, А.В. Вольф и А.Д. Насонов в книге «Из истории астрономии и жизни ее творцов» (2019) говорят о Христофоре Шейнере: «...Несколько лет преподавал математику в Риме, в 1623 стал ректором иезуитского колледжиума в Нейссе. В 1611, **независимо** от Г. Галилея и И. Фабриция, открыл пятна на Солнце, но, в отличие от Галилея, вначале считал их небольшими планетами, обращающимися на незначительном удалении от поверхности Солнца» (Лопаткин и др., 2019, с.230).

**375. Создание теории движения Луны.** Теорию движения Луны построили независимо друг от друга Леонард Эйлер, с одной стороны, и французские математики и механики Алексис Клеро (1713-1765) и Жан Лерон Даламбер (1717-1783). Разработка данной теории облегчалась тем, что Л. Эйлеру (как и А. Клеро) удалось найти численное решение задачи трех тел в форме, которую можно было использовать для описания движения земного спутника.

Б.В. Кукаркин и З.Л. Понизовский в статье «О становлении астрономии в Академии наук» (журнал «Природа», 1974, № 1) пишут: «**Независимо** от А. Клеро и Ж. Даламбера Эйлер получил численное решение задачи трех тел в форме, приложимой к теории движения Луны. Эйлер издал в 1747 г. лунные таблицы, из которых видно, что он получил решение по теории движения Луны тремя годами раньше, чем Клеро, выпустивший в 1753 г. работу под названием «Теория движения Луны», удостоенную премии Академии наук. Через много лет Эйлер разработал новую теорию движения Луны, изданную вместе с



таблицами в 1772 г. Эйлер значительно продвинул общую теорию планетных движений и дал методы учета возмущающего влияния планет» (Кукаркин, Понизовский, 1974, с.45).

Об этом же сообщает Б.А. Воронцов-Вельяминов в книге «Лаплас» (1985): «Эйлер, Клеро и Даламбер почти одновременно и **независимо друг от друга** получили приближенные решения проблемы трех тел, которую каждый из них пытался применить к движению Луны под действием тяготения к Земле и Солнцу» (Воронцов-Вельяминов, 1985, с.64).

**376. Формулировка небулярной гипотезы (идеи о происхождении Солнечной системы из газопылевой туманности).** Авторами идеи о происхождении Солнечной системы из газопылевой туманности являются немецкий философ Иммануил Кант (1724-1804) и французский математик, механик и астроном Пьер Симон Лаплас (1749-1827), которые пришли к этой идее независимо друг от друга.

В.Г. Сурдин в книге «Рождение звезд» (2001) говорит о заслугах Иммануила Канта, который сформулировал небулярную гипотезу в 1755 году: «Кант изложил свою небулярную гипотезу о происхождении небесных тел, позже **независимо** развитую Лапласом (1796)» (Сурдин, 2001, с.47).

Об этом же сообщает Б.А. Воронцов-Вельяминов в книге «Лаплас» (1985): «Ученые своевременно не обратили достаточного внимания на гениальные идеи Канта, и только через полвека, питаемый идеологией французского просвещения, Лаплас **совершенно независимо** и своим путем развил мысли, близкие к мыслям немецкого философа. Гипотеза Лапласа была счастливее, на нее сразу обратили внимание, она быстро оказала влияние на развитие науки, и лишь гораздо позднее имена создателей двух независимых гипотез слились в знаменитом наименовании: «гипотеза Канта-Лапласа» (Воронцов-Вельяминов, 1985, с.131).

Этот же вопрос рассматривает В.Н. Ларин в статье «Новая геохимическая модель Земли» (журнал «Природа», 1981, № 12): «Подсчитано, что у протосолнца ротационная неустойчивость возникла тогда, когда ее радиус примерно соответствовал радиусу орбиты Меркурия. В дальнейшем из протосолнца образовалась наша звезда, а из протопланетного диска – планеты. Идея о совместном происхождении планет и Солнца из единой туманности в общем виде была высказана более двух веков назад сначала И. Кантом, а затем, **независимо**, П. Лапласом» (Ларин, 1981, с.10).

Приведем еще один источник. Б.Н. Делоне, И.Е. Дзялошинский, А.Ю. Ишлинский и др. в очерке «Лаплас и его вклад в развитие астрономии» (П.С. Лаплас, «Изложение системы мира», 1982) пишут: «Идея о происхождении солнечной системы из вращающейся раскаленной туманности, постепенно сжимающейся под действием сил тяготения, получила всеобщее признание современников. С минимальным количеством допущений Лаплас объяснил все особенности строения солнечной системы в соответствии с тогдашним уровнем знаний о ней и Вселенной в целом. Около ста лет гипотеза Лапласа господствовала в космогонии под названием «небулярной гипотезы Канта - Лапласа», поскольку **сходные мысли** высказывались ранее И.Кантом» (Делоне и др., 1982, с.366). Далее в примечаниях авторы отмечают: «Книга, в которой Кант изложил свою космогонию, выпущенная анонимно, в научный обиход не вошла и осталась неизвестной Лапласу. Из своих предшественников Лаплас упомянул только Бюффона, автора, по-видимому, первой материалистической и эволюционной гипотезы о происхождении солнечной системы. Сочинение Бюффона было опубликовано в 1745 г.» (там же, с.366).

Дополнительная литература по теме:

- Литвинова Е.Ф. Лаплас и Эйлер, их жизнь и научная деятельность. – СПб.: типография товарищества «Общественная польза», 1892. – 79 с.

Есть более позднее издание этой книги:

- Литвинова Е.Ф. Лаплас и Эйлер: их жизнь и научная деятельность // сборник «Коперник, Галилей, Кеплер, Лаплас и Эйлер, Кетле. Биографические повествования». Под ред. Н.Ф. Болдырева. – Челябинск: изд-во «Урал», 1997. - С.259-340.

**377. Формулировка идеи о новой конструкции телескопа-рефлектора.** Новую конструкцию телескопа-рефлектора предложили независимо друг от друга русский ученый Михаил Васильевич Ломоносов и английский астроном, первооткрыватель планеты Уран, Вильям Гершель (1738-1822). Ключевой аспект новой конструкции заключался в том, что вогнутое зеркало было слегка наклонено к оси трубы.

В.М. Лопаткин, А.В. Вольф и А.Д. Насонов в книге «Из истории астрономии и жизни ее творцов. Краткий биографический справочник» (2019) повествуют: «Ломоносов проявлял большой интерес к исследованиям по оптике и астрономии и в этих областях сделал значительные открытия. <...> Предложил в 1762 новую систему телескопа-рефлектора, в котором вогнутое зеркало слегка наклонено к оси трубы. Аналогичная идея только в 1789 была **независимо выдвинута** В. Гершелем (этот тип телескопа теперь называется системой Ломоносова - Гершеля)» (Лопаткин и др., 2019, с.135).

**378. Открытие атмосферы Венеры.** Первооткрывателем атмосферы Венеры является Михаил Васильевич Ломоносов, который наблюдал ее в виде узенького ореола вокруг планеты в 1761 году. Но независимо от него аналогичное открытие спустя 30 лет сделали Вильям Гершель (упомянутый выше) и немецкий астроном Иоганн Шрeтер (1745-1816).

А.Р. Нестеренко в статье «Видел ли Ломоносов атмосферу Венеры?» (журнал «Природа», 2013, № 4) подчеркивает: «...Все сомнения в том, что Ломоносов действительно видел узенький ореол вокруг Венеры, рассеялись. Его объяснение, что этот светящийся волосок и есть атмосфера Венеры, и пояснение о ходе оптических лучей в результате преломления солнечных лучей на атмосфере Венеры – одно из его бесспорных открытий» (Нестеренко, 2013, с.19). Автор отмечает, что спустя 30 лет после успеха М.В. Ломоносова атмосферу Венеры описали Вильям Гершель и независимо от него Иоганн Шрeтер: «...В Европе принято считать, что открыли атмосферу Венеры известные астрономы XVIII в. англичанин В. Гершель и немец И. Шрeтер. Оба они в конце века, через 30 лет после транзита Венеры в 1761 г., **независимо друг от друга** обратили внимание на то, что фаза планеты в форме полумесяца, подобного лунному, у острых концов имеет несколько иные пропорции, чем лунная, - «рога» чуть длиннее. Они объяснили это удлинение наличием у Венеры атмосферы» (там же, с.11).

Б.И. Спасский в 1-ом томе книги «История физики» (1977) пишет об индуктивном мышлении Ломоносова: «Основой познания Ломоносов считал опыт, который, одновременно, по его мнению, является и критерием истинности познанного, критерием истинности теории. Он писал: «Один опыт я ставлю выше, чем тысячу мнений, рожденных только воображением» [2]» (Спасский, 1977, с.219).

Здесь [2] – Ломоносов М.В. Полное собрание сочинений. Том 1. – Москва-Ленинград: изд-во АН СССР, 1950. – 619 с.

**379. Открытие Крабовидной туманности.** Эту газообразную туманность в созвездии Тельца, являющуюся остатком сверхновой SN 1054, открыли независимо друг от друга два астронома – француз Шарль Мессье (1730-1817) и англичанин Джон Бивис (Джон Бевис, 1695-1771).

Уолтер Левин и Уоррен Гольдштейн в книге «Глазами физика. Путешествие от края радуги к границе времени» (2017) повествуют о Крабовидной туманности: «Это действительно замечательный объект, находящийся на расстоянии около 6000 световых лет от Земли, - потрясающие остатки вспышки сверхновой в 1054 году, записи о которой нам оставили древнекитайские астрономы (кстати, вполне возможно, упоминание о ней содержится и в пиктограммах коренных американцев)» (Левин, Гольдштейн, 2017, с.246).

Далее авторы пишут об указанном объекте: «После того, как он поблек, ученые, судя по всему, забыли о его существовании вплоть до XVIII века, когда его **независимо друг от друга** обнаружили сразу два астронома, Джон Бивис и Шарль Мессье. К этому времени остатки вспышки сверхновой (астрономы называют их остатками сверхновой) превратились в небулярный (облакоподобный) объект. Позже Мессье составил важный астрономический каталог небесных тел, таких, как кометы, туманности и звездные скопления, и Крабовидная туманность стала его первым пунктом, М-1» (там же, с.246-247).

Об этом же сообщает Алексей Понятов в статье «Загадочная» (журнал «Наука и жизнь», 2019, № 4): «Первым Крабовидную туманность открыл в 1731 году английский врач, физик и астроном Джон Бевис, известный также тем, что ввёл в физику понятие положительных и отрицательных зарядов. Он отметил её на карте звёздного неба в созданном им атласе «Уранография Британика», который собирался издать. Но атлас из-за банкротства издателя так официально и не был опубликован. Правда, некоторое количество его копий всё же разошлось, а часть атласа была напечатана в 1786 году под названием Atlas Celeste. Тем временем туманность в 1758 году **независимо открыл** Шарль Мессье, что повлекло за собой важное последствие» (А. Понятов, 2019).

Приведем еще один источник. И.А. Климишин в книге «Открытие Вселенной» (1987) отмечает: «В 1731 г. английский физик и любитель астрономии Джон Бевис, а спустя 27 лет, в 1758 г., французский астроном Шарль Мессье (1730-1817) **независимо обнаружили** в созвездии Тельца «белесоватое вытянутое пятно света, по форме напоминающее свечу, не содержащее внутри себя звезд». В середине XIX в. этот объект получил название «Краб» (Климишин, 1987, с.216).

**380. Формулировка гипотезы о существовании «черных дыр» - массивных звезд, поверхность которых не может покинуть даже свет.** Эту гипотезу выдвинули независимо друг от друга английский священник Джон Мичелл (1724-1793) и Пьер Симон Лаплас. Им удалось определить массу звезды, при которой световые лучи окажутся запертыми в ловушке гравитационного поля этой звезды и не смогут вырваться из нее.

Энн Руни в книге «История физики. От натурфилософии к загадкам темной материи» (2017) повествует: «Концепция черных дыр (хотя называлась она не так) впервые была сформулирована двумя людьми **независимо друг от друга**. В 1795 г. об этом говорил Пьер-Симон Лаплас, а до него, в 1784 г., английский философ Джон Мичелл (1724-1793). Мичелл назвал это явление звездой настолько плотной и обладающей таким яростным гравитационным притяжением, что свет не может вырваться из «темной звезды». Идею незадолго до смерти возродил немецкий физик Карл Шварцшильд (1873-1916). Он вычислил гравитационные поля звезд и сколлапсировавших звезд. Термин «черная дыра» в 1967 г. предложил американский физик-теоретик Джон Арчибальд Уилер (1911-2008), когда космологи нашли первые доказательства их существования» (Руни, 2017, с.187).

Об этом же сообщает Калев Шарф в книге «Двигатели гравитации» (2014): «Из расчетов Мичелла следовало, что во Вселенной могут быть объекты, которые захватывают весь свет, исходящий с их поверхности, и такие объекты должны быть во всех смыслах невидимыми. Единственный способ отследить их присутствие – попытаться увидеть их влияние на другие объекты. Такие массивные объекты в ньютоновской физике с того времени стали называться «темными звездами Мичелла». Через десять лет после того, как Мичелл сформулировал свои идеи в сонном английском захолустье графства Западный Йоркшир, замечательный французский математик и астроном Пьер-Симон Лаплас **пришел независимо** к тем же выводам» (Шарф, 2014, с.22).

**381. Измерение годичного параллакса звезд.** Ученые пытались измерить годичный параллакс звезд на протяжении длительного времени. Иногда им казалось, что они получили положительный результат, но впоследствии выяснялась ошибочность сделанных заявлений об открытии. Например, об измерении параллакса звезды  $\gamma$  Дракона заявлял

когда-то Роберт Гук (современник Ньютона), но его данные не нашли подтверждения. Истинный параллакс звезд обнаружили лишь в XIX столетии три астронома независимо друг от друга: немецкий астроном Фридрих Вильгельм Бессель (1784-1846), русский ученый Василий Яковлевич Струве (1793-1864) и английский исследователь Томас Джеймс Хендерсон (1798-1844).

Я. Фолта и Л. Новы в книге «История естествознания в датах» (1987) пишут о событиях 1838 года: «Немецкий астроном Ф.В. Бессель и **независимо от него** русский астроном В.Я. Струве впервые измерили параллаксы звезд» (Фолта, Новы, 1987, с.174).

Об этом же сообщает Уильям Кауфман в книге «Космические рубежи теории относительности» (1981): «Главная трудность тригонометрических параллаксов состоит в том, что из-за огромных расстояний до звезд точное измерение их параллактического смещения часто бывает затруднительным. До 1838 г. ученые просто не располагали инструментами, способными обеспечить необходимую точность. Лишь в 1838 г. Фридрих Бессель в Германии измерил параллакс звезды  $\beta$  Лебеда. Примерно в это же время Гендерсон на мысе Доброй Надежды и Василий Яковлевич Струве в России измерили параллаксы соответственно звезды  $\alpha$  Центавра и Веги» (Кауфман, 1981, с.17).

Этот же вопрос обсуждают В.М. Лопаткин, А.В. Вольф и А.Д. Насонов в книге «Из истории астрономии и жизни ее творцов. Краткий биографический справочник» (2019): «В 1838, проанализировав собственные наблюдения двойной звезды  $\beta$  Лебеда на гелиометре Фраунгофера, Бессель измерил ее параллакс, который оказался равным  $0,37''$  (в 1840 получил более точное его значение  $0,35''$ ). **Почти одновременно** с Бесселем Т. Хендерсон в обсерватории на мысе Доброй Надежды измерил (1839) параллакс  $\alpha$  Центавра –  $0,91''$ , а В.Я. Струве в Дерптской обсерватории определил (1839) параллакс  $\alpha$  Лиры –  $0,26''$ . Эти работы были первыми успешными измерениями параллаксов после многовековых попыток астрономов найти расстояния до звезд» (Лопаткин и др., 2019, с.34).

Ф.А. Цицин в статье «По ступеням пространства и времени» (журнал «Природа», 1973, № 11) пишет о том, что Т. Хендерсону сопутствовала удача: «Среди трех первых тригонометрических параллаксов, измеренных в 1837-1839 гг., оказался параллакс звезды  $\alpha$  Кентавра, до сих пор считающейся ближайшей к нам. Случайна ли была эта удача Т. Гендерсона? В отличие от В.Я. Струве, ставшего измерять параллакс звезды Веги из-за ее большой яркости, и от Бесселя, измерявшего параллакс звезды  $\beta$  Лебеда в связи с ее большим собственным движением, Гендерсон избрал объект исследования, «оптимальный» по обоим параметрам – и по блеску, и по собственному движению. Пожалуй, здесь подтвердилось, что удача в науке, действительно, чаще выпадает тем, кто ее больше заслуживает!» (Цицин, 1973, с.114).

**382. Предсказание планеты Нептун.** Анализируя орбитальное движение Урана (планеты, открытой В. Гершелем), астрономы обнаружили определенные неправильности в этом движении. Причем эти неправильности нельзя было объяснить суммарным гравитационным действием уже известных планет (а также Солнца). Возник вывод, что за Ураном расположена еще одна планета, никем еще не обнаруженная. Оставалось провести вычисления и определить приблизительные координаты нового небесного тела. К выводу о существовании неизвестной планеты (позже названной Нептуном) пришли независимо друг от друга английский астроном Джон Адамс (1819-1892) и французский ученый Жозеф Леверье (1811-1877). Результаты вычислений Ж. Леверье попали в Берлинскую обсерваторию, сотрудники которой и нашли новую планету.

П. Натараджан в книге «Карта Вселенной. Главные идеи, которые объясняют устройство космоса» (2019) пишет: «Взяв за исходную точку наблюдаемые аномалии, французский астроном Урбен Леверье предположил, что на движение Урана влияет невидимая планета, скрывающаяся за ним, и рассчитал, где должна находиться такая планета. <...> Британский астроном Джон Коуч Адамс тоже был на правильном пути и

сделал **независимое предсказание**. Тем не менее, его опередил Леверье, который первым сообщил об обнаружении Нептуна» (П. Натараджан, 2019).

Об этом же сообщает Глеб Анфилов в книге «Бегство от удивлений» (1974): «...Все странности поведения Урана не удалось объяснить. Значит, Ньютон не прав? Его механика в чем-то грешит? Положение сложилось драматическое. И вот двое ученых – англичанин Адамс и француз Леверье – **независимо друг от друга** сделали предположение, которое витало в воздухе и напрашивалось само собой: а нет ли за Ураном еще одной планеты – очень далекой, слабо светящейся и потому еще не замеченной?» (Анфилов, 1974, с.51).

Аналогичные сведения можно найти в книге П.Р. Амнуэля «Далекие маяки Вселенной» (2007), где автор говорит: «Помните, как был открыт Нептун? Леверье и **независимо от него** Адамс рассчитали, где на небесной сфере должна находиться планета, тяготение которой вносит возмущения в движение Урана. Именно в этой точке Нептун и был обнаружен. Открытие было четко предсказано, и Леверье с Адамсом по праву считаются его авторами» (П.Р. Амнуэль, 2007).

Виктор Стенджер в книге «Бог и Мультивселенная» (2016) повествует о том, что существование новой планеты предсказывал также Алексис Бувар (Бувард): «В начале XIX века французский астроном Алекс Бувард (1766-1843) измерил отклонения орбиты Урана от траектории, описанной в таблицах, впоследствии ставших стандартными. Он предположил, что отклонение орбиты вызвано влиянием восьмой планеты Солнечной системы, находящейся дальше Урана. Британский астроном Джон Куч Адамс (1819-1892), используя различные источники данных, представил несколько оценок вероятного местоположения новой планеты. **Независимо от него** аналогичные расчеты проводил французский математик Урбен Жан Жозеф Леверье (1811-1877), который представил французской Академии окончательные результаты 31 августа 1846 года. Два дня спустя Адамс отправил результаты своих расчетов в Гринвичскую королевскую обсерваторию. Леверье же отправил свой прогноз в Берлинскую обсерваторию 18 сентября. Именно там 23 сентября 1846 года с отклонением  $1^\circ$  от положения, рассчитанного Леверье, была обнаружена планета» (Стенджер, 2016, с.105).

**383. Вычисление количества тепла, выделяемого Солнцем в единицу времени.** Количество тепла, выделяемого Солнцем в единицу времени, определили независимо друг от друга два исследователя – сын Вильяма Гершеля, Джон Гершель (1792-1871) и французский физик, разделяющий с Георгом Омом честь открытия «закона Ома», Клод Пуйе (1790-1868).

Маркус Чоун в книге «Чудеса обычных вещей. Что обыденная жизнь рассказывает нам о большой Вселенной» (2012) пишет: «Дабы понять, что такое Солнце - глыба горящего угля или что-то еще, - надо оценить, как много тепла оно излучает в космос. Только вооружившись такой оценкой, можно определить, действительно ли глыба горящего угля величиной с Солнце способна выполнить такую работу. Решающие измерения произвели в XIX веке французский физик Клод Пуйе (1790–1868) и, **независимо от него**, английский астроном Джон Гершель. Последний был сыном Уильяма Гершеля, который в 1781 году обнаружил планету, не известную в древности, — он открыл Уран» (М. Чоун, 2012). Далее автор говорит: «Гершель и Пуйе пришли примерно к одному и тому же выводу: ежегодно Солнце выделяет достаточно тепла, чтобы растопить на Земле слой льда толщиной 31 метр. Возможно, это покажется не очень впечатляющим, но надо принять во внимание, что солнечное тепло распространяется не только в направлении нашей маленькой планеты – оно расходится во всех направлениях» (М. Чоун, 2012).

Об этом же сообщает И.А. Климишин в книге «Открытие Вселенной» (1987): «В 1837 г. Джон Гершель и Клод Пулье **независимо друг от друга** оценили количество теплоты, приходящей от Солнца на единицу земной поверхности за единицу времени. Гершель, в частности, рассчитал, что теплоты, получаемой Землей на протяжении года, было бы достаточно, чтобы растопить на ней слой льда толщиной в 36 метров. Оценка была

занижена, так как в действительности следует говорить о слое льда в 62 метра. Но и эта первая оценка помогла сформулировать вопрос: откуда же Солнце черпает такое колоссальное количество теплоты, ведь на Землю попадает лишь его одна двухмиллиардная часть» (Климишин, 1987, с.243).

**384. Открытие спутника Сатурна, названного Гиперионом.** Спутник Сатурна, названный Гиперионом, обнаружили независимо друг от друга британский астроном Уильям Лассел (1799-1880) и американский ученый Уильям Крэнч Бонд (1789-1859). Этот небесный объект стал первым открытым спутником Сатурна, имеющим неправильную форму.

Юрий Куликов в статье «Пивовар у телескопа» (журнал «Коммерсант», 24.10.2017 г.) пишет: «В 1847 году Лассел открыл Тритон, крупнейший из спутников Нептуна (британские историки науки любят напоминать, что у их соотечественника были все шансы обнаружить и саму планету, получи он вовремя расчеты Джона Адамса). На следующий год **независимо** от своего американского тезки Уильяма Бонда ему удалось заметить спутник Сатурна Гиперион» (Ю. Куликов, 2017).

Об этом же сообщается в статье «Зонд «Кассини» повторно «навестил» спутник Сатурна Гиперион» (сайт «РИА новости», 27.08.2011 г.): «Гиперион был открыт в 1848 году **независимо друг от друга** британским астрономом Уильямом Ласселом (William Lassell) и американцем Уильямом Бондом (William Bond) и стал первым открытым спутником Сатурна, имеющим неправильную форму. Небесное тело, названное в честь титана Гипериона, сына Урана и Геи, имеет форму картофелины и средний размер около 270 километров. Его поверхность так изрыта множеством кратеров, что внешне он напоминает губку и, возможно, является ею на самом деле – его плотность составляет лишь половину плотности водяного льда, а значит в нем скрывается множество пустот» («РИА новости», 2011).

**385. Открытие фотометрического парадокса.** Фотометрический парадокс – это утверждение о том, что в бесконечной и однородной Вселенной должно существовать бесконечное множество звезд, следовательно, небосвод должен иметь бесконечную светимость (но этого не происходит). Указанный парадокс открыли независимо друг от друга швейцарский астроном Жан Филипп Шезо (1718-1751) и немецкий ученый Генрих Ольберс (1758-1840).

Туллио Редже в книге «Этюды о Вселенной» (1985) пишет: «В 1744 г. швейцарский астроном де Шезо и **независимо от него** в 1826 г. Ольберс сформулировали следующий парадокс, который привел к кризису тогдашних наивных космологических моделей. Представим себе, что пространство вокруг Земли бесконечно, вечно и неизменно и что оно равномерно заполнено звездами, причем их плотность в среднем постоянна. С помощью несложных вычислений Шезо и Ольберс показали, что полное количество света, посылаемое на Землю звездами, должно быть бесконечным, из-за чего ночное небо будет не черным, а, мягко говоря, залито светом. Чтобы избавиться от своего парадокса, они предположили существование в космосе обширных блуждающих непрозрачных туманностей, заслоняющих наиболее отдаленные звезды» (Редже, 1985, с.44).

Об этом же сообщает В.Н. Комаров в книге «По следам бесконечности» (1974): «Еще одно противоречие между реальным положением вещей и ньютоновской бесконечной однородной Вселенной с бесконечным количеством звезд подметил в свое время швейцарский астроном Жан Филипп Шезо. «Если количество звезд во Вселенной бесконечно, - задумался Шезо, - то почему всё небо не сверкает, как поверхность единой звезды?» Сам он находил на этот вполне законный вопрос единственный ответ: скорее всего, свет дальних звезд заслоняют от нас облака космической пыли. Дальнейшая история этого знаменитого парадокса связана с именем астронома-любителя (что случается не так уж часто), богатого и преуспевающего бременского врача Генриха Ольберса. Вновь

поставив, и притом **независимо от Шезо**, волновавший швейцарского ученого вопрос о том, почему ночное небо черное, Ольберс пришел к выводу, что и пылевые облака не спасают положения» (Комаров, 1974, с.113-114).

**386. Открытие гравитационного парадокса.** Суть гравитационного парадокса заключается в том, что если исходить из тезиса о бесконечной и однородной Вселенной, в которой действует ньютоновский закон тяготения, то в каждой точке пространства гравитационный потенциал должен иметь бесконечное значение (чего мы не видим в реальности). Этот парадокс открыли независимо друг от друга два немецких исследователя – математик Карл Нейман (1832-1925) и астроном Хуго Зеелигер (1849-1924).

К.А. Ляхова в книге «Популярная история астрономии и космических исследований» (2002) пишет: «В 1874 году немецкий математик К. Нейман, а через двадцать один год **независимо от него** Г. Зеелигер пришли к выводу, что, если исходить из законов Ньютона, в бесконечной Вселенной, в каждой точке на материальное тело должны действовать силы очень большой, «бесконечной» величины. Таким образом, возник гравитационный парадокс» (Ляхова, 2002, с.156).

Об этом же сообщает А.Н. Петров в книге «Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор» (2013): «Одним из основных противоречий является «гравитационный парадокс». В конкретной форме он был сформулирован в 1874 году немецким математиком Карлом Нейманом (1832-1925) и чуть **позднее независимо** немецким астрономом Хуго Зеелигером (1849-1924). Суть в том, что, используя закон всемирного тяготения, невозможно однозначно определить гравитационное воздействие, создаваемое в какой-либо точке бесконечным количеством вещества вселенной Ньютона» (Петров, 2013, с.178-179).

**387. Изобретение метода серебрения зеркал для телескопов-рефлекторов.** Способ серебрения зеркал для телескопов-рефлекторов разработали независимо друг от друга французский физик Жан Леон Фуко (1819-1868) и немецкий ученый Карл Август Штейнгейль (1801-1870). Способ заключался в нанесении на стеклянную поверхность тонкой серебряной пленки, состоящей из соли азотнокислого серебра и виноградного сахара.

Ф.Ю. Зигель в книге «Астрономы наблюдают» (1985) пишет: «Во второй половине прошлого века постепенно приобрели популярность рефлекторы со стеклянными зеркалами. Это объясняется тем, что французский физик Фуко и **независимо от него** немецкий физик Штейнгейль к тому времени изобрели удачные способы серебрения зеркал. На поверхность отшлифованного стеклянного блока наносился так называемый фильм – тонкая серебряная пленка, полученная воздействием виноградного сахара на соли азотнокислого серебра. Посеребренное зеркало рефлектора отражало свет вдвое лучше, чем старые металлические зеркала, и задача состояла в том, чтобы научиться отливать и достаточно точно полировать крупные стеклянные блоки» (Зигель, 1985, с.71).

Об этом же сообщают Е.В. Ермолаева, В.А. Зверев и А.А. Филатов в книге «Адаптивная оптика» (2012): «Во второй половине XIX века французский физик Ж. Фуко и **независимо от него** немецкий физик Штейнгейль изобрели удачный способ серебрения полированной поверхности стекла. Изобретение Фуко и Штейнгеля определило развитие рефлекторов со стеклянными зеркалами. Уже в 1878 году в Париже установили рефлектор со стеклянным зеркалом диаметром 122 см, посеребренным по методу Фуко. Десять лет спустя, в 1878 году, в Англии был построен (но почти не работал) 153-сантиметровый «стеклянный» рефлектор, созданный Коммоном. <...> В 1917 году на обсерватории Маунт Вилсон установили новый 100-дюймовый рефлектор работы Ричи и этот телескоп был крупнейшим на протяжении последующих 33 лет» (Ермолаева и др., 2012, с.240).

**388. Построение теории самогравитирующих газовых шаров.** Теорию газовых шаров, все частицы которых удерживаются гравитационными силами, построили независимо друг от друга, по меньшей мере, трое ученых. Это американский астрофизик Джонатан Лейн (1819-1880), швейцарский астроном Роберт Эмден (1862-1940) и немецкий физик Август Дитрих Риттер (1826-1908). Как говорят специалисты, им удалось разработать теорию адиабатических политропных моделей звезд – равновесных сферически-симметричных газовых конфигураций.

В.Г. Сурдин в книге «Рождение звезд» (2001) пишет о событиях 1878-1883 годов: «А. Риттер в большой серии статей развил математическую теорию самогравитирующих политропных газовых шаров. Он **независимо вывел** основное уравнение звездной структуры, именуемое обычно уравнением Лейна-Эмдена (или Лэна-Эмдена), и решил его для ряда показателей политропы. Он впервые получил уравнение для потенциальной и внутренней энергии звезды, связанных в равновесии теоремой о вириале. Он рассмотрел также пульсации газовых шаров с целью объяснения переменных звезд» (Сурдин, 2001, с.49).

Об этом же сообщает В.А. Бронштэн в книге «Гипотезы о звездах и Вселенной» (1974): «...В конце 70-х годов проблемой равновесия звезд заинтересовался немецкий физик А. Риттер. За шесть лет (1878-1883) он опубликовал в одном и том же журнале («Wiedemann Annalen») 18 коротких сообщений, в которых, совершенно **независимо от Лейна** (с работами которого он не был знаком), он выводил закон Лейна и вычислял функцию Лейна – Эмдена для различных значений показателя политропы. Но Риттер пошел дальше и вывел уравнения для внутренней и потенциальной энергии звезды, впервые рассмотрел вопрос о пульсациях газового шара и доказал, что период этих пульсаций обратно пропорционален обратному корню из плотности звезды» (Бронштэн, 1974, с.32).

И.А. Климишин в книге «Открытие Вселенной» (1987) пишет о Джонатане Лейне: «Он пришел к выводу, что в недрах звезд давление, плотность и температура по направлению от поверхности к центру звезды увеличиваются. Тогда же Лейн нашел, что «при однородном расширении (или сжатии) газового шара давление, плотность и температура в каждой его точке изменяются соответственно обратно пропорционально четвертой, третьей и первой степени отношения начального и конечного значения расстояния элемента газа до центра звезды», т.е.  $\rho_1$  и  $\rho_2$ , что эквивалентно отношению радиусов:  $R_1/R_2$ . Тем же путем, но **совершенно независимо**, шел и немецкий физик Август Риттер (1826-1908)» (Климишин, 1987, с.242).

**389. Разработка спектрального метода изучения хромосферы Солнца.** Спектральный метод изучения хромосферы Солнца изобрели независимо друг от друга французский астроном Пьер Жансен (1824-1907) и английский ученый Джозеф Норман Локьер (1836-1920). Использование данного метода сняло (упразднило) необходимость дожидаться очередного солнечного затмения.

К.А. Ляхова в книге «Популярная история астрономии и космических исследований» (2002) пишет: «В 1868 году Локьер и Жансен **независимо друг от друга** предложили революционный метод наблюдения протуберанцев и хромосферы Солнца. Уникальность этого метода состояла в том, что не нужно было дожидаться очередного солнечного затмения, а можно было применять его в любое время, удобное для наблюдателя. Они же впервые начали проводить спектральные исследования состава и деталей короны, которые ранее были недоступны для наблюдений» (Ляхова, 2002, с.159-160).

Об этом же сообщают В.М. Лопаткин, А.В. Вольф и А.Д. Насонов в книге «Из истории астрономии и жизни ее творцов» (2019). Авторы пишут о Пьере Жансене: «Во время наблюдения затмения Солнца 18 августа 1868 в Индии, **независимо** от Дж. Н. Локьера, открыл метод, позволяющий наблюдать солнечные протуберанцы вне затмения, и по виду спектра протуберанцев впервые пришел к заключению, что они представляют собой раскаленные газы» (Лопаткин и др., 2019, с.90).



Этот же факт (факт независимости исследований разных ученых) отмечают Е.Б. Гусев и В.Г. Сурдин в книге «Расширяя границы Вселенной: история астрономии в задачах» (2003): «П. Жансен и английский астроном Дж. Н. Локьер (1836-1920) **независимо друг от друга** открыли спектроскопический способ наблюдения хромосферы и протуберанцев на Солнце вне солнечного затмения» (Гусев, Сурдин, 2003, с.13).

**390. Открытие химического элемента гелия на Солнце.** Те же ученые – Пьер Жансен и Норман Локьер – независимо друг от друга, изучая солнечный спектр, обнаружили в нем яркую линию, которая не принадлежала какому-либо из известных химических элементов. Отсюда они пришли к выводу о том, что в недрах нашего светила существует новый элемент, названный гелием.

Я. Фолта и Л. Новы в книге «История естествознания в датах» (1987) пишут о событиях 1868 года: «Французский астроном и химик Ж. Жансен и английский астроном Дж. Н. Локьер **независимо друг от друга** при наблюдении затмения Солнца обнаружили в солнечном спектре ярко-желтую линию, не принадлежавшую ни одному известному на Земле элементу. Новый элемент был назван гелием. Только спустя 27 лет его открыл на Земле (в урановом минерале клевеите) и исследовал английский физик и химик Уильям Рамзай» (Фолта, Новы, 1987, с.194).

Это же открытие обсуждается в книге Антонио Рохо «Физика низких температур. Ландау. Сверхтекучесть» (2015): «Гелий был открыт в 1868 году во время полного солнечного затмения при изучении внешней оболочки Солнца, называемой «хромосфера». Спектры всех элементов являются своеобразным штрих-кодом, свойственным только им; благодаря ему их можно определить с абсолютной точностью. В 1868 году французский ученый Пьер Жансен и английский Норман Локьер **независимо друг от друга** обнаружили в спектре Солнца яркую желтую линию. Ее происхождение объяснили присутствием на Солнце нового элемента, неизвестного до тех пор на Земле. Он был назван гелием (по имени древнегреческого бога Гелиоса), а его химическим символом стали буквы He» (Рохо, 2015, с.83).

Приведем еще один источник. Ю.С. Мусабеков в статье «Элементы нулевой группы. Пятьдесят лет со дня смерти Уильяма Рамзая» (журнал «Природа», 1966, № 7) пишет: «Француз Жюль Жансен (1824-1907), наблюдая полное солнечное затмение в Индии, приходит к выводу о наличии нового элемента на Солнце. Англичанин Дж. Норман Локьер (1836-1920) в октябре того же года, исследуя протуберанцы при помощи спектроскопа, заметил новую линию поглощения с длиной волны 587 нм, которая не была присуща ни одной из ранее известных элементов, т.е. и Локьер открыл тот же новый элемент, который единодушно назвали гелием. Оба ученых о своем открытии **независимо друг от друга** сообщили Парижской, в то время наиболее авторитетной, академии наук» (Мусабеков, 1966, с.108).

**391. Рождение концепции солнечного ветра.** Идею о существовании солнечного ветра сформулировали независимо друг от друга британский астроном Ричард Каррингтон (1826-1875) и норвежский физик Кристиан Олаф Биркеланд (1867-1917). Р. Каррингтон высказал данную идею в 1859 г., а К.О. Биркеланд – в 1896.

Э. Паркер в статье «Солнечный ветер» (УФН, 1964, том 84, № 1) повествует: «Представление о существовании солнечного ветра возникало постепенно, в течение нескольких десятилетий. Первое четкое утверждение, что нечто, кроме света, приходит к Земле от Солнца, было высказано в 1896 г. норвежским физиком Олафом К. Биркеландом. Он предположил, что полярное сияние может быть создано электрически заряженными «корпускулярными лучами», выбрасываемыми с Солнца и «втягиваемыми» магнитным полем Земли около полюсов. Он пришел к этому заключению на основе того факта, что полярные сияния очень похожи на электрический разряд в недавно изобретенных тогда трубках, генерирующих потоки заряженных частиц («катодные лучи»). Идея Биркеланда

была использована норвежским математиком Карлом Штермером, который продолжил расчеты траекторий, по которым должны следовать потоки солнечных заряженных частиц при вхождении в магнитное поле Земли» (Паркер, 1964, с.169).

О том, что независимо от К.О. Биркеланда (и гораздо раньше) аналогичную идею высказывал английский астроном Ричард Каррингтон, сообщает Колин Стюарт в книге «Вселенная на ладони» (2019): «Идея невидимых частиц, устремляющихся наружу из Солнца, обсуждалась уже в 1859 году Ричардом Каррингтоном во время события Каррингтона. В настоящее время мы знаем эти заряженные частицы – в большинстве своем электроны и протоны, - выбрасываемые из Солнца во все стороны со скоростью более миллиона километров в час. Самые стремительные потоки вырываются из дыр в солнечной короне. Оказавшись на свободе, частицы разлетаются по всему космическому пространству за пределами орбит планет, где они пересекаются с другими ветрами, исходящими от других звезд» (Стюарт, 2019, с.100).

Что касается термина «событие Каррингтона», то его смысл разъясняет Евгения Береснева в статье «Земля в объятиях Солнца» (журнал «Кот Шредингера», 2018, № 1-2 (39-40)): «В 1859 году английский астроном Ричард Кэррингтон, наблюдая за солнечными пятнами, впервые в истории увидел вспышку на Солнце. Примерно через сутки на Земле случилась сильнейшая магнитная буря. В Европе и Северной Америке отказал телеграф, а полярное сияние видели даже жители Карибских островов. Кэррингтон предположил, что причиной всех этих явлений стала вспышка на Солнце, но научное сообщество отнеслось к идее скептически» (Е. Береснева, 2018).

**392. Открытие интегрального уравнения переноса излучения.** Авторами интегрального уравнения переноса излучения являются российский физик Орест Данилович Хвольсон (1852-1934) и немецкий ученый Эуген фон Ломмел (Eugen von Lommel, 1837-1899), которые получили это уравнение независимо друг от друга. Интегральное уравнение Хвольсона – Ломмела легло в основу теории переноса света в неупорядоченных средах, нашедшей широкое применение в астрофизике.

Т.А. Сушкевич в очерке «Нобелевский лауреат С.Чандрасекар: к 65-летию первой монографии по переносу лучистой энергии» («Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша», 2018, № 228) пишет об отечественном ученом Оресте Хвольсоне: «...Впервые в 1885 г. сформулировал уравнение переноса в интегральной форме. Фактически в конце XIX века **одновременно, но независимо** от немецкого ученого Е. Lommel было сформулировано скалярное уравнение переноса. В 1889 г. в Известиях Петербургской академии наук было опубликовано сочинение О. Хвольсона «Основы математической теории внутренней диффузии света» [9], в котором содержится вывод интегрального уравнения теории многократного рассеяния света (статья была доложена и подготовлена в 1885 г.). Краткий реферат по докладу был опубликован в 1886 г. в Журнале русского физико-химического общества. В 1887 и 1889 гг. [10-11] вышли статьи Е. Lommel на ту же тему «Фотометрия диффузного отражения» и получено то же уравнение (немецкий физик опередил работы английского астрофизика Е.А. Milne)» (Сушкевич, 2018, с.6).

Об этом же сообщают В.С. Ремизович и А.И. Кузовлев в монографии «Введение в теорию распространения света в случайных средах» (2010). Авторы, в частности, поясняют: «Для нахождения светового поля как в самой рассеивающей среде, так и выходящего из среды излучения необходимо решить транспортное уравнение Больцмана (уравнение переноса) для интенсивности излучения, дополненное соответствующими граничными условиями. <...> Само кинетическое уравнение для молекул газа было сформулировано Больцманом в 1872 году. Однако теория переноса света в неупорядоченных средах возникла независимо от Больцмана, в основном благодаря трудам русского ученого, профессора Санкт-Петербургского университета Хвольсона (1852-1934) и, **независимо**, Ломмеля (1837-1899). В их работах было впервые сформулировано интегральное уравнение с  $\Lambda$ -оператором (т.е. интегральное уравнение с разностным ядром) для определения

плотности световой энергии  $\rho(z)$  на глубине  $z$  при изотропном законе однократного рассеяния в плоском слое конечной (или полубесконечной) толщины, на который падает широкий стационарный световой поток. Фактически ими было впервые сформулировано одно из основных уравнений астрофизики и нейтронной физики. Не имея в то время в своем распоряжении методов решения такого рода уравнений, Хвольсон и Ломмель решали полученное ими уравнение методом итераций по числу актов рассеяния» (Ремизович, Кузовлев, 2010, с.13-14).

**393. Открытие интегрального уравнения переноса излучения в трудах Карла Шварцшильда.** Еще один ученый, самостоятельно открывший указанное интегральное уравнение переноса излучения, - немецкий физик Карл Шварцшильд (1873-1916), наиболее известный как автор математического описания гравитационного коллапса звезды (сингулярного решения уравнений ОТО).

В.С. Ремизович и А.И. Кузовлев в монографии «Введение в теорию распространения света в случайных средах» (2010) пишут о событиях 1880-х годов: «Однако в то время работы Хвольсона и Ломмеля прошли почти незамеченными. Интегральные уравнения с  $\Lambda$ -оператором вновь появились спустя четверть века в связи с задачами о переносе светового излучения в атмосферах Земли и Солнца. Вторым рождением они обязаны Карлу Шварцшильду – выдающемуся астрофизику-теоретику. О работах Хвольсона и Ломмеля Шварцшильд не знал. Он указал более простой способ вывода уравнения с  $\Lambda$ -оператором, основанный на формальном решении интегро-дифференциального уравнения переноса Больцмана» (Ремизович, Кузовлев, 2010, с.14-15). «...Неоднородное интегральное уравнение с  $\Lambda$ -оператором для полубесконечной среды обычно называют уравнением Шварцшильда – Милна. Решение проблемы Милна (т.е. фактически уравнения Хвольсона) было получено лишь спустя полвека методом Винера - Хопфа» (там же, с.15).

Дополнительная литература по теме:

- Тишин И.В. Использование принципа парциальных потоков для расчета и анализа характеристик световых полей в реальных случайных средах и средах с полинаправленными индикатрисами рассеяния // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Москва: 1999.

**394. Открытие диаграммы спектр – светимость.** Диаграмму спектр – светимость открыли независимо друг от друга два исследователя. Это сделали при классификации звезд по спектральным линиям и температуре американский астроном Генри Норрис Рассел (1877-1957) и датский ученый Эйнар Герцшпрунг (1873-1967). Диаграмма позволила понять, что звезды в большинстве своем ложатся на «главную последовательность», идущую от ярких и горячих звезд к тусклым и холодным (от голубых звезд к красным).

Джеймс Трефил в книге «200 законов мироздания» (2007) отмечает: «Диаграмма ГР - как это нередко бывает в науке - была практически **одновременно** разработана двумя учеными, совершенно самостоятельно работавшими на двух разных континентах. Генри Норрис Рассел - один из крупнейших американских астрономов начала XX века - долгие годы интересовался проблемой описания жизненного цикла звезд и, судя по всему, пришел к основной идее диаграммы еще в 1909 году, однако работа с ее представлением была опубликована лишь в 1913 году. Датчанин Эйнар Герцшпрунг пришел к тем же выводам, что и Рассел, несколькими годами раньше своего американского коллеги, однако опубликованы они были (в 1905-м и 1907 годах) в узкоспециализированном «Журнале научной фотографии» (Трефил, 2007, с.79).

Об этом же сообщает Том Джексон в книге «Вселенная: иллюстрированная история астрономии» (2015): «Спектральные обзоры звезд выявили также, что они имеют разную температуру и поэтому в их атмосферах видны линии разных элементов. Астрономы стали классифицировать звезды по этим спектральным линиям и температуре, которая, кстати, определяет цвет звезды: у голубых звезд поверхность намного горячее, чем у красных. В

1913 году двое астрономов – Эйнар Герцшпрунг и Генри Рассел – **независимо нанесли** на график абсолютные величины и температуры звезд. Оказалось, что звезды не разбросаны на диаграмме беспорядочно, а в большинстве своем (включая и Солнце) ложатся на так называемую Главную последовательность, идущую от ярких и горячих (голубых) звезд к тусклым и холодным (красным)» (Джексон, 2015, с.65).

**395. Разработка теории образования линий поглощения звездных атмосфер.** Эту теорию построили независимо друг от друга британские астрофизики Артур Эддингтон (1882-1944) и Эдуард Милн (1896-1950). В.М. Лопаткин, А.В. Вольф и А.Д. Насонов в книге «Из истории астрономии и жизни ее творцов» (2019) пишут об А. Эддингтоне: «Рассмотрел важные вопросы физики звездных атмосфер. Развил теорию образования линий поглощения, продолжив работы А. Шустера и К. Шварцшильда. **Одновременно** с Э.А. Милном предложил модель их образования, учитывающую тот факт, что линии и непрерывный спектр формируются совместно, в одних и тех же слоях (модель Милна - Эддингтона). Теория Эддингтона позволила объяснить многие особенности наблюдаемых интенсивностей линий» (Лопаткин и др., 2019, с.242).

**396. Открытие уравнений гравитационного поля.** Уравнения гравитационного поля, ставшие основой общей теории относительности (ОТО), открыли независимо друг от друга Альберт Эйнштейн и выдающийся немецкий математик Давид Гильберт (1862-1943). Это событие произошло в 1915 г.

Ю.С. Владимиров в монографии «Между физикой и метафизикой. Книга 2. По пути Клиффорда - Эйнштейна» (2011) пишет: «На рубеже 1915 и 1916 годов **почти одновременно** А. Эйнштейном и Давидом Гильбертом были записаны уравнения (Эйнштейна) для гравитационного поля. Суть этих уравнений состоит в установлении связи кривизны пространства-времени (геометрии) со свойствами находящейся в нем материи. Конечно, это было еще далеко не всё. Предстояло, во-первых, найти решение очень сложной системы из 10 нелинейных дифференциальных уравнений второго порядка, начиная с наиболее интересных частных случаев» (Владимиров, 2011, с.26).

Об этом же сообщают Юрий Барышев и Пекка Теерикорпи в книге «Фрактальная структура Вселенной» (2005) пишут: «Математически уравнения Эйнштейна записываются в виде:  $R = (8\pi G/c^4)T_m$ . Тензор Эйнштейна  $R$  описывает кривизну пространства-времени, обусловленную плотностью энергии-импульса  $T_m$ . Это уравнение было в то же время **независимо выведено** Давидом Гильбертом (David Hilbert) из принципа наименьшего действия» (Барышев, Теерикорпи, 2005, с.198).

Аналогичные сведения можно найти в книге Сергея Попова «Вселенная. Краткий путеводитель по пространству и времени...» (2018), где автор указывает: «Общая теория относительности создана Альбертом Эйнштейном в 1915 г. Математические аспекты теории были **одновременно и независимо** разработаны Давидом Гильбертом» (Попов, 2018, с.163).

Процитируем еще один источник. Карл Зигмунд в книге «Точное мышление в безумные времена. Венский кружок и крестовый поход за основаниями науки» (2021) пишет: «Уравнения поля, связывающие массу и движения, были открыты **почти одновременно** Альбертом Эйнштейном и Давидом Гильбертом. По сей день историки науки спорят о подробностях этой математической гонки. Летом 1915 года Эйнштейн гостил дома у Гильберта в Геттингене и прочитал несколько лекций в тамошнем университете. За этим последовал бурный обмен письмами по научным вопросам. Похоже, ученые ощущали за спиной дыхание друг друга. К концу ноября наступила кульминация: Эйнштейн и Гильберт **независимо подали** в журналы статьи об основополагающих уравнениях физики» (Зигмунд, 2021, с.140).

**397. Предсказание эффекта гравитационного линзирования.** Традиционно считается, что эффект гравитационного линзирования, когда гравитационное поле звезды оказывает линзоподобное действие на свет, был теоретически предсказан в 1936 г. А. Эйнштейном. Разумеется, А. Эйнштейн использовал аналогию, рассуждая: оптическая линза преломляет свет, отклоняя световые лучи и изменяя фактическое изображение объекта; гравитационное поле также отклоняет световые лучи, следовательно, оно должно изменять изображение объекта подобно линзе. Историками науки установлено, что независимо от А. Эйнштейна эффект гравитационного линзирования был предсказан другими учеными (которые использовали ту же аналогию). В частности, это сделали российские ученые Г.А. Тихов и О.Д. Хвольсон, а также зарубежные исследователи А. Эддингтон, О. Лодж, Р. Мандл.

П.В. Блюх и А.А. Минаков в статье «Гравитационные линзы» (журнал «Природа», 1982, № 11) пишут: «В 1938 г. в № 6 «Природы» была помещена статья Г.А. Тихова под названием «Следствия возможного отклонения световых лучей в поле тяготения звезд». В ней полностью описана гравитационная линза, хотя сам термин автором не использовался. Касаясь истории вопроса, Г.А. Тихов писал: «Летом 1935 г. мне пришла мысль исследовать вопрос об отклонении световых лучей в поле тяготения звезд. К концу 1935 г. я уже сделал значительную часть работы и в январе 1936 г. прочитал об этом доклады в Ленинграде и Пулкове. Впоследствии оказалось, что, начиная с того же 1935 г., этим вопросом занимались еще несколько ученых, в числе которых находился и сам Эйнштейн». Действительно, примерно в то же время, в 1936 г., в американском журнале «Science» появилась заметка А. Эйнштейна «Линзоподобное действие звезды при отклонении света в гравитационном поле» [1]. Нередко на эту статью ссылаются как на первую работу по гравитационной фокусировке, хотя на самом деле известны и более ранние публикации. Одна из них (О.Д. Хвольсон, 1924) упоминается в той же статье Г.А. Тихова. Но и эта работа не была самой первой. О некоторых оптических эффектах, которые должны наблюдаться при прохождении света в поле тяготения (а именно при таких условиях и возникают гравитационные линзы), говорилось еще раньше в статьях английских астрономов О. Лоджа (1919) и А. Эддингтона (1920). Правда, Лодж возражал против самого термина «линза», а Эддингтон, хотя и указал на возможность появления двух изображений одной звезды, сделал неправильные выводы об уменьшении их яркости (на самом деле за счет фокусировки яркость изображений возрастает). Тем не менее, имена этих ученых, конечно, должны быть включены в список первопророчесателей гравитационных линз» (Блюх, Минаков, 1982, с.59-60).

Далее П.В. Блюх и А.А. Минаков указывают: «Среди упомянутых публикаций выделяются работы А. Эйнштейна и Г.А. Тихова, выполненные **независимо друг от друга** и практически одновременно. В них имеются необходимые расчеты (у Г.А. Тихова более подробные), тогда как во всех предыдущих статьях содержались лишь качественные описания некоторых проявлений линзового эффекта» (там же, с.60).

Здесь [1] – Эйнштейн А. Собрание научных трудов. Том 2. – М.: «Наука», 1966. – С.436.

Аналогичные сведения можно найти в книге П.В. Блюха и А.А. Минакова «Гравитационные линзы» (1990), где авторы отмечают: «Среди упомянутых публикаций выделяются работы А. Эйнштейна и Г.А. Тихова, выполненные **независимо друг от друга** и практически одновременно. В них имеются необходимые расчеты (у Г.А. Тихова более подробные), тогда как во всех предыдущих статьях содержались лишь качественные описания некоторых проявлений линзового эффекта» (Блюх, Минаков, 1990, с.6).

**398. Открытие сингулярных решений уравнений ОТО (решений, соответствующих гравитационному коллапсу звезды).** Сингулярные решения уравнений общей теории относительности (ОТО), которые описывают гравитационный коллапс звезды, получили независимо друг от друга два исследователя – немецкий астроном и физик Карл Шварцшильд (1873-1916) и голландский математик Йоханнес Дросте (1886-1963).

В.И. Пустовойт в статье «Важная проблема современной физики» (журнал «Природа», 1964, № 2) пишет: «Уравнения общей теории относительности довольно сложны, и решить их удастся только в частных случаях, используя те или иные упрощающие предположения. Например, известно точное решение уравнений Эйнштейна для статического центрально-симметрического распределения вещества. Это решение было впервые найдено Шварцшильдом (и **независимо от него** Дросте) в 1916 г.» (Пустовойт, 1964, с.21).

Об этом же сообщает М.О. Катанаев в работе «Математические основы общей теории относительности. Часть 2» («Лекционные курсы НОЦ», 2018, выпуск 29): «Вскоре после создания общей теории относительности К. Шварцшильд нашел точное статическое сферически симметричное решение вакуумных уравнений Эйнштейна [120]. Это же решение было также **независимо найдено** Дж. Дросте [121, 122, 123], который был учеником Г. Лоренца» (Катанаев, 2018, с.243).

Аналогичные сведения содержатся в книге Говерта Шиллинга «Складки на ткани пространства-времени. Эйнштейн, гравитационные волны и будущее астрономии» (2019), где автор пишет: «Современное понятие черной дыры возникло в начале 1916 г. Всего за несколько месяцев до этого Альберт Эйнштейн обнародовал ОТО. Возможно, вы помните его уравнения поля (одно из которых увековечено на восточной стене Музея Бургаве в Лейдене). Оказалось, они допускают существование в пространстве областей с гравитацией, достаточно сильной, чтобы искривленный пространственно-временной континуум замкнулся сам на себя. Эти решения уравнений поля **независимо получили** двое блестящих ученых: 42-летний немецкий физик и астроном Карл Шварцшильд и голландский специалист в области математической физики Йоханнес Дрост, 29-летний студент-дипломник Хендрика Лоренца» (Шиллинг, 2019, с.267-268).

Приведем еще один источник. Алексей Левин в статье «Карл Шварцшильд: астрономия, артиллерия, черные дыры» (газета «Троицкий вариант», 2016, № 197) констатирует: «Весной 1916 года голландец Йоханнес Дросте, который заканчивал в Лейденском университете докторскую диссертацию под руководством Хендрика Лоренца, представил шефу для публикации работу, в которой вычислил метрику пространства-времени для точечной массы проще, чем это сделал Шварцшильд (о его результатах Дросте еще **не успел узнать**). Именно Дросте первым опубликовал ту версию метрики, которая позже стала считаться стандартной [4]» (Левин, 2016, с.9).

Здесь [4] – работа Йоханнеса Дросте (1917).

**399. Открытие того факта, что туманность Андромеды находится вне нашей Галактики.** До 1920-х годов ученые полагали, что туманность Андромеды является газовой туманностью, аналогичной тем многочисленным космическим объектам, которые Вильям Гершель описывал как газо-пылевые облака, из которых путем гравитации конденсируются и образуются планетные системы, подобные нашей. Но в первой половине XX века астрономическая техника развилась настолько, что удалось установить истинную природу туманности Андромеды: выяснить, что она находится за пределами нашей галактики и представляет собой отдельную галактическую систему. Это сделали независимо друг от друга американский астроном Эдвин Хаббл (1889-1953) и эстонский ученый Эрнст Эпик (1893-1985).

И.Д. Караченцев и А.Д. Чернин в статье «Острова в океане темной энергии» (журнал «В мире науки», 2006, № 11) пишут: «В 1922–1924 гг. эстонский теоретик, выпускник Московского университета Эрнст Эпик (Ernst Öpik), работавший тогда в Москве, и американский астроном Эдвин Хаббл (Edwin Hubble) из обсерватории Маунт-Вилсон в Калифорнии **независимо друг от друга** и притом совершенно разными путями доказали, что знаменитая туманность Андромеды находится вне нашей галактики. Распространенная ранее точка зрения состояла в том, что галактика, которая видна на небе как Млечный Путь, это и есть чуть ли не вся Вселенная. Оказалось, что туманность Андромеды представляет

собой гигантскую систему звезд, сравнимую с нашей галактикой по размерам и массе, а то и превосходящую ее» (Караченцев, Чернин, 2006, с.31).

**400. Открытие радиоизлучения центральной части Млечного пути.** Традиционно считается, что первооткрывателем космического радиоволнового излучения, исходящего из центральной части нашей галактики, является американский физик и радиоинженер Карл Янский (1905-1950). Это правильная точка зрения, но независимо от него это же космическое радиоизлучение обнаружил сербский изобретатель Никола Тесла (1856-1943), который зарегистрировал это излучение, занимаясь совсем другим вопросом – передачей энергии на расстояние без проводов.

Г.К. Цверева в статье «У истоков космической радиотехники» (журнал «Природа», 1976, № 8) пишет: «Опыты Теслы с токами высокой частоты, полученными с помощью изобретенного им резонансного трансформатора, навели его на мысль о передаче энергии на расстояние без проводов, ставшей его *idée fixe*» (Цверева, 1976, с.85). Далее автор отмечает: «Манипулируя со схемами мощного передатчика, равно как и чувствительных радиоприемников, Тесла нашел решение ряда проблем, возникавших по ходу дела. Он, в частности, уделял большое внимание выбору наиболее выгоднейшей длины волны, нахождению экстремальных условий для острой настройки резонансных цепей, изучению влияния высоты и формы антенной системы и устройства заземления на эффективность установки. Но самое поразительное, что Тесла смог с помощью своей аппаратуры уловить то, что обычно связывают с именем американского инженера К. Янского (1905-1950), обнаружившего в 1932 г. **внеземное радиоизлучение**» (Цверева, 1976, с.86).

**401. Доказательство существования проникающего излучения, идущего из космического пространства.** Это доказательство получили независимо друг от друга советский физик Лев Владимирович Мысовский (1888-1939) и американский ученый Роберт Эндрюс Милликен (1868-1953), получивший в 1923 г. Нобелевскую премию по физике за определение величины заряда электрона.

В.В. Игонин в книге «Атом в СССР. Развитие советской ядерной физики» (1975) пишет: «...Мысовский своими работами **независимо от Милликена** (даже несколько опережая его) доказал существование проникающего излучения, идущего равномерно со всех сторон из космического пространства. Ввиду большой проникающей способности космических лучей для экранирования и исследования коэффициента поглощения необходимы большие толщии материала (если исключить экраны из свинца и других тяжелых элементов). Наиболее доступным и удобным веществом для этой цели (особенно на первых порах изучения космических лучей) была вода. С ней и были получены наиболее точные значения коэффициента поглощения. Опыты Мысовского и Тувиима по изучению поглощения космических лучей водой были проведены на Онежском озере вблизи Петрозаводской бухты» (Игонин, 1975, с.218-219).

**402. Открытие эффекта расщепления атомных ядер под воздействием космических лучей.** Эффект расщепления атомных ядер под действием космических лучей обнаружили независимо друг от друга советский физик Исая Израилевич Гуревич (1912-1992) с коллегами, с одной стороны, и австрийские женщины-ученые Мариетта Блау (1894-1970) и Герта Вамбахер (1903-1950) – с другой.

В.В. Игонин в книге «Атом в СССР. Развитие советской ядерной физики» (1975) повествует: «Уже в первых опытах по изучению космического излучения методом фотопластинок Блау и Вамбахер установили в 1937 г. специфические ядерные расщепления, вызванные частицами космических лучей [530]. Они получили микрофотографию, на которой из одного центра (ядра Вг или Аg) вылетали в разные стороны шесть сильно ионизирующих частиц (фотография «звезды»). <...> В работе А.П. Жданова, И.И. Гуревича, А.Н. Филиппова [518], [522] было открыто **одновременно и**

**независимо** от Блау и Вамбаха расщепление ядер космическими лучами по наблюдениям ядерных эмульсий. Эти работы положили начало широкому получению ядерно-активной компоненты космических лучей. Группе А.П. Жданова удалось зафиксировать большое число ядерных расщеплений космическими лучами как на уровне моря, так и на относительно больших высотах. Большая часть наблюдаемых расщеплений изображалась в виде тройных и четверных вилок, реже – в виде вилок из пяти компонент. Кроме того, были установлены случаи расщеплений в виде «ливней» - т.е. вилки, резко направленные в одну сторону из трех и четырех частиц с компонентами, принадлежащими протонам и более тяжелым частицам. (Точнее – чисто протонные ливни, в которых все частицы являются протонами, и смешанные протонно-мезонные ливни, в которых число следов могло быть значительным)» (Игонин, 1975, с.384).

Здесь [518] – Жданов А.П., Филиппов А.Н., Гуревич И.И. О расщеплении ядер атомов космическими лучами // Доклады АН СССР. – 1938. – Том 18. – С.169.

Аналогичные сведения содержатся в следующем источнике. С.Т. Беляев, С.С. Герштейн, В.П. Мартемьянов и др. в статье «Исай Израилевич Гуревич (к восьмидесятилетию со дня рождения)» (УФН, 1992, том 162, № 8) сообщают: «В 1935-1938 гг. И.И. Гуревич совместно с А.Л. Ждановым и А.Н. Филипповым открыл (**независимо и одновременно** с Блау и Вамбахер) расщепление ядер фотоэмульсии космическими лучами. Этим открытием было доказано существование в космическом излучении сильновзаимодействующих частиц – нуклонов и положено начало широкому фронту работ по изучению сильных взаимодействий высокоэнергетических космических частиц с атомными ядрами» (Беляев и др., 1992, с.189).

**403. Предсказание возможности нестационарной (расширяющейся) Вселенной.** Изучая уравнения общей теории относительности (ОТО), построенной А. Эйнштейном, российский физик-теоретик Александр Александрович Фридман (1888-1925) обнаружил, что они допускают решения, соответствующие нестационарной Вселенной. В случае нестационарного состояния Вселенной она должна (подобно газовой системе) либо расширяться, либо сжиматься. Именно это обнаружил А.А. Фридман. Независимо от него решения уравнений ОТО, отвечающие нестационарной Вселенной, открыл бельгийский ученый Жорж Леметр (1894-1966).

Юрий Барышев и Пекка Теерикорпи в книге «Фрактальная структура Вселенной» (2005) пишут: «Первую оценку постоянной Хаббла получил в 1927 году бельгийский астроном Жорж Леметр (Georges Lemaitre), который был католическим священником. Он определил ее даже до того, как был открыт закон Хаббла. Как это возможно? В тот год Леметр опубликовал статью, в которой он, **независимо от Фридмана**, показал, что уравнения Эйнштейна для Вселенной, однородно заполненной веществом, допускают решение в виде расширяющегося пространства. В этой статье был также получен закон, связывающий красное смещение с масштабным множителем в момент излучения света (эффект Леметра). Еще он предсказал, что в расширяющейся Вселенной красное смещение должно на небольших расстояниях расти прямо пропорционально расстоянию. У Леметра в распоряжении были красные смещения и видимые величины для нескольких десятков близких галактик» (Барышев, Теерикорпи, 2005, с.103).

Об этом же сообщает Маркус Чаун в книге «Гравитация: последнее искушение Эйнштейна» (2019): «Но в 1922 году российский математик Александр Фридман открыл целый класс Вселенных, допускаемых теорией Эйнштейна. Некоторые из них расширялись, некоторые сжимались, и все содержали материю. Ещё через пять лет «развивающиеся» Вселенные Фридмана были **повторно обнаружены** католическим священником из Бельгии по имени Жорж Леметр. Сегодня большинство людей знает Вселенные Фридмана–Леметра под их более простым названием — Вселенные Большого взрыва» (М. Чаун, 2019).

Этот же вопрос обсуждает Дэвид Берковичи в монографии «Происхождение всего: от Большого взрыва до человеческой цивилизации» (2017): «До того, как Эдвин Хаббл



обнаружил, что галактики удаляются друг от друга, бельгийский астроном Жорж Леметр и русский физик Александр Фридман **независимо друг от друга** пришли к выводу, что Вселенная расширяется. Оба ученых использовали общую теорию относительности Эйнштейна, хотя сам Эйнштейн вначале отвергал их расчеты (правда, принял их позднее)» (Берковичи, 2017, с.14).

Процитируем еще одну работу. Джозеф Силк в книге «Большой взрыв» (1982) отмечает: «Фридман (в 1922 г.) и Леметр (в 1927 г.) **независимо друг от друга** нашли простейшее семейство решений уравнений гравитационного поля Эйнштейна, описывающих расширяющуюся Вселенную. Таким образом, их по праву можно считать творцами теории Большого взрыва. Гениальное прозрение помогло им преодолеть представление о статической Вселенной, сторонником которой был Эйнштейн» (Силк, 1982, с.33).

**404. Открытие метрики однородной и изотропной Вселенной.** Помимо уравнений динамики Вселенной, Александр Фридман ввел в космологию метрику однородной и изотропной Вселенной. Эта метрика могла бы носить имя одного ученого (Фридмана), но независимо от него аналогичную метрику Вселенной ввели американские ученые Говард Робертсон (1903-1961) и Артур Джеффри Уокер (1909-2001). Поэтому общепринятым стал термин «метрика Фридмана – Робертсона – Уокера».

А.Н. Громов в книге «Вселенная. Вопросов больше, чем ответов» (2009) пишет: «В своих работах 1922 и 1924 годов Фридман продемонстрировал, что уравнения общей теории относительности допускают существование эволюционирующей, меняющей со временем свои размеры Вселенной, и определил законы, управляющие этой эволюцией. Уравнения динамики Вселенной, выведенные Фридманом, сейчас носят его имя. Также имя Фридмана носит впервые описанная им же метрика однородной и изотропной Вселенной» (Громов, 2009, с.315-316).

Далее в примечаниях автор поясняет: «Однако в англоязычной литературе метрика эта называется метрикой Фридмана – Робертсона – Уокера (FRW-метрика), потому что **независимо** (как считается) от Фридмана американские математики Говард Робертсон и Артур Уокер получили в 1935 году тот же результат. Немного странным тогда представляется, почему метрикой Фридмана – Леметра – Робертсона – Уокера называется она определенно реже – ведь бельгийский физик (а также священник, что, как видим, не помешало ему размышлять на темы, опасно близкие к теологическим) Жорж Леметр повторил (опять-таки независимо) результат Фридмана еще в 1927 году. Впрочем, в американской литературе метрика эта часто вообще называется метрикой Робертсона – Уокера» (там же, с.316).

**405. Выдвижение гипотезы о том, что скорость взаимного удаления галактик пропорциональна расстоянию между ними.** Гипотеза о том, что скорость взаимного удаления галактик (скорость расширения Вселенной) прямо пропорциональна расстоянию между ними – основа «закона Хаббла». Этот закон как раз констатирует существование прямо пропорциональной зависимости между скоростью разбегания галактик и расстоянием, отделяющим одну галактику от другой. Однако следует отметить, что независимо от Эдвина Хаббла указанную гипотезу формулировали шведский астроном Кнут Лундмарк (1889-1958) и упомянутый выше Жорж Леметр.

Иэн Стюарт в книге «Математика космоса: как современная наука расшифровывает Вселенную» (2018) повествует: «Хаббл взял 46 галактик, в которых имелись известные цефеиды (переменные звезды – Н.Н.Б.), а значит, можно было достоверно судить о расстоянии до них, и нанес полученные результаты на график в координатах расстояние – красное смещение. На графике получилась прямая линия, и это означало, что галактики удаляются от нас со скоростью, пропорциональной расстоянию до них. В 1929 году он опубликовал это соотношение в виде формулы, которую мы теперь называем законом

Хаббла. Коэффициент пропорциональности – постоянная Хаббла – составляет около 70 километров в секунду на мегапарсек. Первая оценка Хаббла была в семь раз больше. На самом деле шведский астроном Кнут Лундмарк **высказал ту же идею** в 1924 году, за пять лет до Хаббла. Для оценки расстояний до галактик он воспользовался их видимыми размерами, и его оценка «постоянной Хаббла» была куда более точной – от современной она отличалась меньше чем на 1%. Однако работа Лундмарка не привлекла к себе внимания астрономического сообщества, поскольку его методы не были проверены при помощи независимых измерений» (И. Стюарт, 2018).

О том, что Жорж Леметр независимо (самостоятельно) высказал идею о наличии прямо пропорциональной зависимости между скоростью удаления галактик и расстоянием между ними, пишут многие авторы. Так, Алексей Левин в статье «Как открывали расширение Вселенной» (журнал «Популярная механика», 2012, № 6 (116)) сообщает: «Леметр еще в США предположил, что красные смещения далеких галактик возникают из-за расширения пространства, которое «растягивает» световые волны. Теперь же он доказал это математически. Он также продемонстрировал, что небольшие (много меньшие единицы) красные смещения пропорциональны расстояниям до источника света, причем коэффициент пропорциональности зависит только от времени и несет информацию о текущем темпе расширения Вселенной. Поскольку из формулы Доплера–Физо следовало, что радиальная скорость галактики пропорциональна красному смещению, Леметр пришел к выводу, что эта скорость также пропорциональна ее удаленности. Проанализировав скорости и дистанции 42 галактик из списка Хаббла и приняв во внимание внутrigалактическую скорость Солнца, он установил значения коэффициентов пропорциональности» (А. Левин, 2012).

Далее автор указывает: «Свою работу Леметр опубликовал в 1927 году на французском языке в мало читаемом журнале «Анналы Брюссельского научного общества». Считают, что это послужило основной причиной, из-за которой она поначалу осталась практически незамеченной (даже его учителем Эддингтоном). Правда, осенью того же года Леметр смог обсудить свои выводы с Эйнштейном и узнал от него о результатах Фридмана» (А. Левин, 2012).

Независимость исследований Жоржа Леметра освещается также в книге Марины Рабинович «Неоткрытые открытия, или Кто это придумал» (2018): «Закон Хаббла (закон всеобщего разбегания галактик) - космологический закон, описывающий расширение Вселенной. Артур Эддингтон на основе обсуждавшихся в те годы космологических моделей общей теории относительности обобщил природный закон: Вселенная расширяется, и чем дальше от нас астрономический объект, тем больше его относительная скорость. Вид закона для расширения Вселенной был установлен экспериментально для галактик бельгийским ученым Жоржем Леметром в 1927 году и только в 1929 году - Эдвином Хабблом» (М. Рабинович, 2018).

Дополнительная литература по теме:

- Закон Хаббла хотят переименовать // сайт «Индикатор», 23.08.2018 г.

**406. Теоретическое открытие закона Хаббла в трудах Говарда Робертсона.** Американский физик Говард Робертсон, о котором мы уже говорили, - еще один исследователь, независимо пришедший к мысли, составляющей основу закона Хаббла. Г. Робертсон известен также тем, что, рецензируя статью А. Эйнштейна (1936), в которой тот отрицал существование гравитационных волн, не допустил ее публикации на страницах журнала «Physical Review».

Алексей Левин в статье «Забытый соперник Большого взрыва» (журнал «Популярная механика», 2006, № 5) пишет: «До бельгийца Жоржа Анри Леметра, изучавшего астрофизику в Массачусетском технологическом институте, дошли слухи, что Хаббл вплотную подошел к революционному открытию - доказательству разбегания галактик. В 1927 году, вернувшись на родину, Леметр опубликовал (а в последующие годы уточнил и

развил) модель Вселенной, образовавшейся в результате взрыва сверхплотной материи, расширяющейся в соответствии с уравнениями ОТО. Он математически доказал, что их радиальная скорость должна быть пропорциональна расстоянию от Солнечной системы. Годом позже к этому же выводу **независимо пришел** принстонский математик Хауард Робертсон. А в 1929 году Хаббл получил ту же самую зависимость экспериментально, обработав данные по удаленности двадцати четырех галактик и величине красного смещения приходящего от них света» (А. Левин, 2006).

Об этом же сообщают Ю.В. Барышев и П. Теерикорпи в книге «Фрактальная структура Вселенной» (2005): «Когда в 1929 году Хаббл написал свою историческую статью о законе красного смещения, он, по-видимому, не знал о работе Леметра и предсказанном линейном соотношении «красное смещение - расстояние». Написанная по-французски, она была опубликована в не слишком широко читаемом журнале. Но важно также отметить, что в 1928 году Говард Робертсон (Howard Robertson) опубликовал примечательную статью, в которой он предсказал линейный закон и вывел значение «постоянной Хаббла» (Барышев, Теерикорпи, 2005, с.103).

Аналогичная информация представлена в книге В.П. Решетникова «Почему небо темное. Как устроена Вселенная» (2012), где автор пишет о событиях 1928 года: «Американский физик и математик Говард Робертсон предпринял вторую попытку оценить значение постоянной Хаббла, правда, не на основе концепции Фридмана – Леметра, а в рамках модели де Ситтера. **Независимо** от более ранних результатов Вейля, Эддингтона и Леметра он пришел к выводу, что пробные частицы в модели де Ситтера будут разбегаться, причем при малых  $r$  будет приближенно выполняться закон  $v \approx r$ » (Решетников, 2012, с.83).

Сошлемся на еще одну работу. Джозеф Силк в монографии «Большой взрыв» (1982) констатирует: «...В 1928 г. американский космолог Говард Перси Робертсон с помощью несложного, но остроумного математического преобразования показал, что вселенная де Ситтера может быть преобразована в расширяющуюся вселенную. К сожалению, в результате преобразования Робертсона получалась «пустая вселенная», лишенная вещества, и эта особенность решения Робертсона делала его модель мало применимой к реальной вселенной. Робертсон отметил, что действительно существует систематическая зависимость между скоростью расширения и расстоянием, причем именно такая, которую установил в следующем году Хаббл» (Силк, 1982, с.36).

**407. Открытие решения уравнений ОТО Эйнштейна, которое описывает червоточину.** Австрийский физик Людвиг Фламм (1885-1964) – один из тех, кто, анализируя уравнения общей теории относительности (ОТО), обнаружил решение, отвечающее червоточине. Напомним, что червоточина («кротовая нора») – своеобразный космический туннель, ведущий из одной области пространства-времени в другую. Независимо от Л. Фламма аналогичный результат при исследовании уравнений ОТО получил американский и израильский физик-теоретик Натан Розен (1909-1995). Этот результат был опубликован в работе, выполненной Н. Розеном совместно с А. Эйнштейном.

Кип Торн в книге «Интерстеллар. Наука за кадром» (2015) пишет: «В 1916 году, всего через год после того, как Эйнштейн сформулировал законы общей теории относительности, Людвиг Фламм из Вены нашел решение уравнений Эйнштейна, которое описывает червоточину (хоть Фламм ее так и не называл). Сейчас мы знаем, что уравнения Эйнштейна допускают существование червоточин разной формы и разных свойств, но червоточина Фламма – единственная из них в точности сферическая и не содержащая гравитирующей материи» (К. Торн, 2015). Автор продолжает: «В течение девятнадцати лет физики почти не обращали внимания на экстравагантный вывод из уравнений Эйнштейна, предложенный Фламмом, - на его червоточину. Затем в 1935 году сам Эйнштейн и его коллега, физик **Натан Розен**, не зная о работах Фламма, **самостоятельно пришли** к тому же выводу, в подробностях исследовали его и принялись размышлять о его значимости для реального

мира. Другие физики, также не зная о решении Фламма, стали называть его червоточину мостом Эйнштейна - Розена» (К. Торн, 2015).

**408. Квантование слабого гравитационного поля.** После того, как ученые разработали методы квантования электромагнитного поля, должна была (на основе аналогии) возникнуть мысль о квантовании гравитационных полей. А вслед за мыслью – реальные попытки решить эту задачу. Было ясно, что легче достичь цели, если квантовать слабое гравитационное поле. Первые результаты в этом направлении получили независимо друг от друга советский физик Матвей Петрович Бронштейн (1906-1938) и бельгийский ученый Леон Розенфельд (1904-1974).

Г.Е. Горелик и В.Я. Френкель в книге «Матвей Петрович Бронштейн» (1990) пишут: «В 1979 г., к столетию Эйнштейна, был издан сборник важнейших работ в истории современной теории гравитации [90]. Среди них есть и работа героя нашей книги. Это первое глубокое исследование проблемы квантования гравитации, приведшее к важным физическим результатам» (Горелик, Френкель, 1990, с.5-6). Далее авторы указывают: «...Работа по квантованию гравитации, которой суждено было стать важнейшим научным достижением М.П. Бронштейна, принадлежит вовсе не только истории. Проблема построения квантовой теории гравитации – одна из важнейших для современной фундаментальной физики» (там же, с.5-6).

Поскольку независимо от М.П. Бронштейна этой проблемой занимался также Леон Розенфельд, авторы поясняют теоретические предпосылки подхода бельгийского ученого: «...Крупнейшие квантовые авторитеты Паули и Гейзенберг в 1929 г., излагая общую схему квантовой электродинамики, заявили безо всяких оговорок: «Следует еще упомянуть, что квантование гравитационного поля, которое необходимо в силу некоторых физических причин, проводится без каких-либо новых трудностей с помощью формализма, вполне аналогичного развитому здесь» [159, с.32]. Важная оговорка была, конечно, необходима. Фактически Паули и Гейзенберг подразумевали, что квантованию подвергается слабое гравитационное поле, для описания которого достаточны линеаризованные уравнения Эйнштейна. Именно так подошел к квантованию гравитации Л. Розенфельд в 1930 г. [259]. Такой заведомо приближенный подход, хотя и позволял надеяться на аналогию с электромагнетизмом, но давал повод забыть об особых свойствах гравитации, связанных с принципом эквивалентности, с геометрическим характером и нелинейностью этого поля. Только Бронштейн обнаружил принципиальную сложность квантования гравитации. А современник, не подозревающий об этом, вряд ли счел бы тему его диссертации перспективной» (там же, с.135).

Здесь [159] – Гейзенберг В., Паули В. К квантовой динамике волновых полей (1929) // Паули В. Труды по квантовой теории. – М.: «Наука», 1977. – С.30-88.

[259] – Розенфельд Л. О гравитационных действиях света (1930) // Эйнштейновский сборник. 1980-1981. – М.: «Наука», 1985. – С.255-266.

**409. Открытие верхнего предела масс белых карликов.** Верхний предел для массы белых карликов – звезд, состоящих из электронно-ядерной плазмы, - установил индийский ученый Субраманьян Чандрасекар (1910-1995). Это один из тех результатов, за которые он получил в 1983 г. Нобелевскую премию по физике. Однако независимо от него аналогичный предел установили британский физик-теоретик Эдмунд Клифтон Стонер (1899-1968) и эстонский астрофизик немецкого происхождения Вильгельм Роберт Андерсон (1880-1940). Подобно Чандрасекару, Стонер и Андерсон показали, что существует масса звезды, при которой она не остановится на стадии белого карлика, а будет эволюционировать дальше (сжиматься под действием сил тяготения).

Сергей Попов в книге «Вселенная. Краткий путеводитель по пространству и времени...» (2018) пишет: «Субраманьян Чандрасекар в 1931 г. обосновал существование верхнего предела масс белых карликов. Этот же результат **независимо от него** был получен

Эдмундом Стонером, Вильгельмом Андерсоном и Львом Ландау. Будучи продуктами эволюции многочисленных маломассивных звезд, белые карлики и сами являются весьма многочисленными, их число составляет более нескольких процентов от всех звезд Галактики, то есть десятки миллиардов» (Попов, 2018, с.151).

Об этом же сообщает Кип Торн в книге «Черные дыры и складки времени: дерзкое наследие Эйнштейна» (2007). В примечаниях об ученом, который независимо от С. Чандрасекара установил предел массы белых карликов, автор пишет: «Тем временем Эдмунд С. Стоунер **независимо доказал** (и опубликовал) существование предела массы белых карликов. Однако его вычисления были менее убедительными, чем вычисления Чандрасекара, поскольку он предполагал, что звезда имеет равномерное внутри распределение плотности» (Торн, 2007, с.149).

Аналогичные сведения содержатся в книге Алексея Левина «Белые карлики. Будущее Вселенной» (2021), где автор говорит об уравнении состояния вещества белого карлика: «Одновременно с Андерсоном аналогичное уравнение состояния (но с другим численным коэффициентом) вывел лектор Лидского университета Эдмунд Клифтон Стоунер. В результате они пришли к заключению о невозможности стабильного существования звездных ядер, заполненных вырожденным (но теперь уже релятивистским!) электронным газом, если порядок величины их масс близок к массе Солнца. В позднейших публикациях они привели приближенные оценки предельной массы белого карлика (0,69 солнечных масс у Андерсона и 1,12 – у Стоунера)» (А. Левин, 2021).

Приведем еще один источник. Артур Миллер в книге «Империя звезд, или Белые карлики и черные дыры» (2012) пишет: «...Стонер получил правильный результат для релятивистского вырождения – такой же, как у Чандры, - его иногда называют уравнением Стонера – Андерсона. Эддингтон переписывался со Стонером по вопросу о новых данных для массы белых карликов и рекомендовал для публикации две последующие работы Стонера по релятивистскому вырождению» (А. Миллер, 2012).

**410. Открытие верхнего предела масс белых карликов в трудах Льва Ландау.** Советский физик Лев Ландау – еще один ученый, независимо (самостоятельно) вычисливший указанный предел массы белых карликов. Он сделал это через год после окончания своей научной командировки, во время которой он посетил научные центры Германии, Дании, Англии и Швейцарии.

С.С. Герштейн в статье «Великий универсал XX века» (журнал «Природа», 2008, № 1) пишет о Л.Д. Ландау: «Ряд работ Льва Давидовича был посвящен астрофизике. В 1932 г. он **независимо от С. Чандрасекара** установил верхний предел на массу белых карликов – звезд, состоящих из вырожденного релятивистского ферми-газа электронов. Он заметил, что при массах, больших этого предела ( $\approx 1,5 M$ ), должно было бы происходить катастрофическое сжатие звезды (явление, которое впоследствии послужило основой для идеи существования черных дыр)» (Герштейн, 2008, с.21).

Об этом же сообщает Д.Г. Яковлев в статье «Работа Я.И. Френкеля о «силах сцепления» и теория белых карликов» (УФН, 1994, том 164, № 6): «...Если следовать учебнику Шапиро и Тьюколского [3], теория белых карликов была развита в основном Чандрасекаром. Прежде всего, в работе 1931 г. Чандрасекар [6] показал, что в массивных карликах электронный газ становится релятивистским. В том же году Чандрасекар [7] предсказал существование верхнего предела массы белых карликов (что несколько позже **независимо сделал** и Ландау [8]). Чандрасекар [9, 10] первым построил и количественно правильные численные модели этих звезд. Не умаляя огромной роли Чандрасекара, следует отметить, что очень большой вклад в теорию белых карликов внес и его постоянный оппонент, английский физик Э. Стоунер. <...> Оба ученых пунктуально ссылались на работы друг друга, но со временем имя Стоунера оказалось незаслуженно забытым» (Яковлев, 1994, с.654).

Здесь [8] – Ландау Л.Д. Собрание трудов. Том 1. – М.: «Наука», 1969. – С.86.

**411. Построение теории белых карликов.** Теорию белых карликов разработали независимо друг от друга Субраманьян Чандрасекар (упомянутый выше) и советский физик, автор знаменитой капельной модели атомного ядра и многих других физических теорий (в том числе концепции экситонов), Яков Ильич Френкель.

Д.Г. Яковлев в статье «Работа Я.И. Френкеля о «силах сцепления» и теория белых карликов» (УФН, 1994, том 164, № 6) говорит о работе Я.И. Френкеля, опубликованной в 1928 году: «...Работа Я.И. Френкеля, опубликованная в 1928 г., содержала в себе почти все основные элементы теории белых карликов и заметно опередила классические работы других авторов, широко цитируемые в современной астрофизической литературе. Я.И. Френкель предсказал два типа сверхплотных звезд, состоящих из вырожденного нерелятивистского и релятивистского электронного газа, и правильно указал, что звезды второго типа имеют массу  $M > M_{\text{ж}}$ . Автором было получено уравнение состояния вырожденного электронного газа с произвольной степенью релятивизма электронов, которое является основным элементом для построения количественно точных моделей белых карликов. <...> Единственный фундаментальный вывод о строении белых карликов, который не был сделан Я.И. Френкелем, - вывод о существовании предельной массы  $M_s$ . Однако невозможно осуждать автора – его работа и так уникальна: в ней содержится почти всё, что позволило бы легко построить современную количественную теорию белых карликов в конце 20-х годов, если бы работа была продолжена автором или его учениками» (Яковлев, 1994, с.656).

**412. Определение сроков распада звездных скоплений.** Срок, в течение которого различные звездные скопления претерпевают распад, установили независимо друг от друга голландский астроном Барт Ян Бок (1906-1983) и советский ученый Виктор Амбарцумян (1908-1996). Это открытие опровергло концепцию британского астрофизика Джеймса Джинса, в которой возраст звезд был многократно завышен.

Ю.Н. Ефремов в статье «Что такое «Бюраканская концепция» (журнал «Природа», 2009, № 4) указывает: «Еще в 1934-1937 гг. Б. Бок и В.А. Амбарцумян **независимо показали**, что сроки распада звездных скоплений (из-за «испарения» звезд) и двойных звезд ограничивают их возраст сверху  $10^{10}$  годами, тогда как Дж. Джинс оценивал время их распада на уровне  $10^{13}$  лет. Именно работам Амбарцумяна о звездных ассоциациях было суждено окончательно покончить со сверхдолгой шкалой возрастов звезд...» (Ефремов, 2009, с.3).

Следует отметить, что теория испарения звезд из системы была построена В.А. Амбарцумяном и Л. Спитцером (тем самым Лайманом Спитцером, который в 1950-е гг. предложил стелларатор – устройство для удержания плазмы). В.А. Амбарцумян и Л. Спитцер работали независимо. В книге «Физика космоса» (1986), написанной под редакцией Р.А. Сюняева, отмечается: «Испарение звезд из системы в результате столкновений впервые было исследовано советским астрофизиком В.А. Амбарцумяном в 1938 г. и **независимо от него** американским астрономом Л. Спитцером в 1940 г. Наибольшую роль в испарении звезд играют столкновения со звездами, пролетающими далеко от данной звезды и передающими ей малые порции энергии. Это приводит к тому, что лишь небольшая доля звезд ( $\sim 1/\text{Ln}N$ ) улетает с большой скоростью, а основная масса их медленно расплывается и образует разреженное гало звездного скопления» («Физика космоса», 1986, с.255).

**413. Построение теории поляризации излучения космических источников.** Теорию поляризации излучения космических источников разработали независимо друг от друга советский физик Виктор Викторович Соболев (1915-1999) и Субраманьян Чандрасекар. Также разработкой этой теории вполне самостоятельно занимался советский ученый Георгий Владимирович Розенберг (1914-1982).

В книге «Физика космоса» (1986) сообщается: «Одним из основных механизмов возникновения поляризации излучения является рассеяние излучения на электронах, атомах, молекулах и пылинках. Для случая томсоновского рассеяния на электронах и рэлеевского рассеяния на малых по сравнению с длиной волны излучения частицах задача о распределении степени линейной поляризации по диску горячей звезды с плоскопараллельной атмосферой была впервые решена В.В. Соболевым в 1943 г., а затем несколько лет спустя **независимо от него** С. Чандрасекаром (США)» («Физика космоса», 1986, с.501-502).

Об этом же пишет Г.В. Розенберг в статье «Рассеяние света в земной атмосфере» (УФН, 1960, том 71, № 2): «Следующий шаг был сделан только после того, как в 1946 г. **независимо** Чандрасекаром [45] и Розенбергом [44] было сформулировано уравнение переноса излучения, учитывающее поляризацию последнего. Обоими авторами, так же, как и **В.В. Соболевым** [46], это матричное уравнение, получившее ныне столь широкое применение в атомной физике, было сформулировано именно в связи с задачей о поляризации света, поступающего от небесного свода» (Розенберг, 1960, с.195-196).

Здесь [44] – Розенберг Г.В. Особенности поляризации света, рассеянного атмосферой в условиях сумеречного освещения // Диссертация. – М.: 1946.

[45] – Chandrasekhar S. // The Astrophysical Journal. – 1946. – Vol.105. – P.424.

[46] – Соболев В.В. // Ученые записки ЛГУ. – 1949. - № 16.

Приведем еще один источник. В.М. Лоскутов в автореферате докторской диссертации «Поляризация излучения астрофизических объектов, обусловленная многократными рассеяниями» (2005) пишет: «Впервые уравнение переноса поляризованного излучения при простом типе рассеяния на молекулах или свободных электронах, то есть по закону Рэлея, было получено и решено в работах В.В. Соболева [7] и С. Чандрасекара [8]. Предсказанная ими поляризация излучения на краю диска звезды послужила толчком к поиску поляризации излучения звезд и привела к обнаружению межзвездной поляризации света, а в дальнейшем и собственной поляризации излучения звезд, обусловленной различными причинами. С. Чандрасекар также дал объяснение распределения поляризации по дневному небу» (Лоскутов, 2005, с.4).

**414. Открытие углеродного цикла образования гелия из водорода в недрах звезд.** Еще Эддингтон догадывался, что источником энергии звезд являются ядерные реакции, в ходе которых из одних атомов синтезируются другие. Однако лишь в 1938 г. ученые выяснили, что самым распространенным (доминирующим) типом выработки энергии в недрах звезд является так называемый углеродно-азотный цикл (CNO-цикл). Этот цикл представляет собой последовательность термоядерных реакций, приводящую к тому, что водород превращается в гелий с участием стабильных изотопов углерода, азота, кислорода и фтора, действующих в качестве катализаторов. Углеродно-азотный цикл (преобладающий над водородным циклом) открыли независимо друг от друга американский физик Ханс Бете (1906-2005) и немецкий ученый Карл фон Вайцеккер (1912-2007). В исследование термоядерных реакций, происходящих в веществе звезд, внесли также вклад Фридрих Хоутерманс (1903-1966) и Роберт Аткинсон (1898-1982).

Джордж Гамов в книге «Моя мировая линия: неформальная автобиография» (1994) пишет: «...Через десять лет после публикации статьи Хоутерманса и Аткинсона было накоплено достаточно экспериментальных данных по ядерным реакциям, особенно по процессам, включающим протонные столкновения, что позволило распутать детали термоядерных реакций в звездах. Это привело к открытию хорошо известного углеродного цикла, предложенного в 1938 г. **независимо друг от друга** Карлом фон Вейцеккером в Германии и Хансом Бете в Соединенных Штатах, и к реакции между двумя сталкивающимися протонами, изученной Чарльзом Критчфилдом и Бете» (Гамов, 1994, с.66).

Об этом же сообщает Рудольф Киппенхан в книге «100 миллиардов солнц: рождение, жизнь и смерть звезд» (1990): «Как превращается водород в гелий в недрах звезд? Первый ответ на этот вопрос нашли **независимо друг от друга** Ханс Бете в США и Карл-Фридрих фон Вайцзеккер в Германии. В 1938 г. они обнаружили первую реакцию, которая приводит к превращению водорода в гелий и может обеспечить необходимую энергию для поддержания жизни звезд. Время для этого пришло: 11 июля 1938 г. в редакцию журнала «Zeitschrift für Physik» поступила рукопись Вайцзеккера, а 7 сентября того же года рукопись Бете поступила в редакцию журнала «Physical Review». В обеих работах излагалось открытие углеродного цикла» (Киппенхан, 1990, с.62).

**415. Открытие водородного (протон-протонного) цикла термоядерных реакций в недрах звезд.** Водородный цикл термоядерных реакций, происходящих в недрах звезд, открыли независимо друг от друга те же исследователи – Ханс Бете и Карл фон Вайцзеккер. Отметим, что в 1967 г. Ханс Бете удостоен Нобелевской премии по физике.

А.И. Ахиезер и М.П. Рекало в книге «Биография элементарных частиц» (1979) пишут: «Наряду с углеродно-азотным циклом Бете, Критчфилд и (**независимо**) Вейцзеккер предложили другой, так называемый протон-протонный цикл, в котором без какого-либо катализатора образуется дейтрон, а затем ядра  $^4\text{He}$ » (Ахиезер, Рекало, 1979, с.43).

Этот же вопрос рассматривает Виктор Стенджер в книге «Бог и Мультивселенная. Расширенное понятие космоса» (2016): «...В 1938-1939 годах произошел великий прорыв, когда немецкие физики Ханс Бете (работавший в США) и Карл Фридрих фон Вайцзеккер **независимо друг от друга** предположили, что энергия звезд вырабатывается путем ядерного синтеза. Процесс, предложенный Бете, был чрезвычайно простым. Четыре протона объединяются в атом гелия вследствие серии парных столкновений, включающих только фундаментальные частицы: протоны, нейтроны, электроны, фотоны и, как мы знаем теперь, нейтрино» (Стенджер, 2016, с.194).

**416. Открытие радиолинии нейтрального водорода, то есть излучения космического водорода на волне 21 см.** Как отмечают астрономы, излучение космического водорода на волне 21 см дает важную информацию о распределении нейтрального водорода и движении его облаков. Помимо всего прочего, радиоизлучение на указанной волне используется для поисков внеземных цивилизаций. Это излучение водорода открыли независимо друг от друга нидерландский астроном Ян Хендрик Оорт (1900-1992) и американский физик Эдуард Перселл (1912-1997), получивший в 1952 г. Нобелевскую премию за обнаружение ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

И.С. Шкловский в книге «Радиоастрономия: популярный очерк» (1955) пишет: «Совершенно естественно, что радиофизики и астрономы очень заинтересовались возможностью обнаружить излучение радиолинии 21 см. Возникла заманчивая возможность исследования физических свойств межзвездной среды при помощи совершенно нового метода. Оптические методы не позволяют с желательной полнотой исследовать межзвездный газ – эту важнейшую часть Галактики. Поэтому неудивительно, что **практически одновременно** в разных частях земного шара началась интенсивная работа по изготовлению специальных радиотелескопов. Усилия исследователей увенчались полным успехом. Радиолиния водорода была обнаружена весной и летом 1951 г. **независимо** наблюдателями трех континентов земного шара. Это было одним из величайших успехов радиоастрономии» (Шкловский, 1955, с.148-149).

**417. Формулировка гипотезы о существовании «облака Оорта», то есть области движения малых тел, из которых формируются кометы.** Гипотезу о существовании области движения малых тел, в которой формируются кометы, выдвинули независимо друг от друга Ян Оорт и эстонский астроном Эрнст Эпик, упоминавшийся нами ранее при обсуждении природы туманности Андромеды.



Иэн Стюарт в книге «Математика космоса. Как современная наука расшифровывает Вселенную» (2018) пишет: «Откуда прилетают кометы? Долгопериодические кометы не могут бесконечно болтаться на своих нынешних орбитах. Проходя сквозь Солнечную систему, они всегда рискуют испытать столкновение или тесное сближение, которое забросит их далеко в пространство – туда, откуда не возвращаются. Возможно, вероятность столкновения и невелика, но за миллионы оборотов шансы на то, что избежать подобных катастроф не удастся, накапливаются. Более того, кометы деградируют, теряя часть массы всякий раз, когда они огибают Солнце, и выбрасывают в пространство струи сублимированного льда. <...> В 1932 году Эрнст Эпик предложил выход: где-то далеко, в окраинных областях Солнечной системы, должен существовать громадный резервуар ледяных планетезималей, из которого запас комет постоянно пополняется. Ян Оорт **независимо высказал** ту же идею в 1950 году» (И. Стюарт, 2018).

Об этом же сообщают Жан Поль и Жан-Люк Робер-Эсиль в книге «Вселенная с нуля. От Большого взрыва до абсолютной пустоты» (2023): «Эстонский астрофизик Эрнст Эпик и голландский ученый Ян Оорт **независимо друг от друга** (Эпик еще в 1932 году, а Оорт в 1950-м) выдвинули гипотезу о том, что кометы с большим периодом обращения приходят из кометного облака, находящегося далеко за орбитой Плутона. Сегодня эта гипотеза подтверждена: облако Эпика – Оорта оказалось настоящим хранилищем комет, вмещающем больше тысячи миллиарда малых тел. Эти тела слабо связаны с Солнцем и находятся во власти внешних гравитационных воздействий, иногда забрасывающих их внутрь Солнечной системы, куда они являются в виде кометных ядер» (Ж. Поль, Ж.-Л. Робер-Эсиль, 2023).

**418. Изобретение менисковых телескопов.** Советский ученый Дмитрий Дмитриевич Максутов (1896-1964) является изобретателем менисковых телескопов – оптических систем, включающих менисковую линзу и позволяющих минимизировать хроматическую аберрацию. Д.Д. Максутов запатентовал свой телескоп в 1941 г. Однако следует отметить, что независимо от него конструкцию менисковых телескопов разработал голландский инженер-оптик Альберт Бауэрс (1893-1972), оформивший патент на свой телескоп в том же 1941 г. Кроме того, аналогичный телескоп создал (вполне самостоятельно) венгерский физик, изобретатель голографии, лауреат Нобелевской премии Деннис Габор.

Э.Н. Тригубов в статье «Максутов: жизнь, судьба, легенда» (сборник «Научная школа. Основоположники вычислительной оптики», 2016) пишет о Д.Д. Максутове: «Летом 1941 разразилась война. Перед Ленинградом нависла опасность блокады, многие оборонные заводы и институты начали эвакуацию в глубокий тыл. Эвакуировался и ГОИ (государственный оптический институт – Н.Н.Б.). Именно во время эвакуации, сидя на ящиках в грузовом вагоне, размышляя о школьном телескопе, он изобрел свои знаменитые менисковые системы телескопов. Мысли, которые привели его к изобретению менисковых систем, лучше всего описаны им самим в его книге «Астрономическая оптика». Открытие возникло не на голом месте. В его записках еще 1936 года, где он исследовал зеркало Манжена (француза Альфонса Манжена – Н.Н.Б.), на полях тетради имеются зарисовки системы Манжена, в которой мениск отделен от зеркала и стоит впереди него. В исходной системе Манжена не хватало параметров для хорошей коррекции аберраций, и Максутов отделил «преломляющую» часть от «отражающей», чтобы улучшить коррекцию. Но, увы, по неизвестным причинам расчеты проведены не были, и открытие состоялось позже, в 1941» (Тригубов, 2016, с.129-130).

Далее автор отмечает: «Вообще, идея менисковых систем как бы витала в воздухе. Система, в которой аберрации сферического зеркала компенсируются обратными по знаку аберрациями линзы, были **предложены независимо** от Максутова голландцем А. Бауэрсом, англичанином Д. Габором и финном И. Вайсайлой» (там же, с.130).

Об этом же пишет Н.Н. Михельсон в книге «Оптические телескопы: теория и конструкция» (1976): «История изобретения Д.Д. Максутовым менисковых систем в пути

из блокадного Ленинграда в сентябре 1941 г. весьма образно описана самим автором этих систем [8, с.312]. Аберрации сферического зеркала можно компенсировать мениском, установленным перед ним» (Михельсон, 1976, с.281). Далее в примечаниях автор указывает: «**Независимо** от Д.Д. Максутова менисковые системы были изобретены А. Бауэрсом (заявка на патент 1940 г., первое описание – 1946 г. [203]), однако теория их им не была рассмотрена...» (там же, с.282).

Процитируем еще одну работу. В «Физическом энциклопедическом словаре» (1983), написанном под редакцией А.М. Прохорова, сообщается: «Менисковые системы – разновидность оптических зеркально-линзовых систем, в которых перед сферическим зеркалом (или системой зеркал и линз) устанавливается один или несколько ахроматических менисков (выпукло-вогнутых линз, ограниченных сферическими поверхностями). Менисковые системы изобретены в 1941 г. Д.Д. Максутовым (СССР) и **независимо** Д. Габором (Великобритания)» («Физический энциклопедический словарь», 1983, с.405).

**419. Формулировка идеи о поиске внеземных цивилизаций с помощью радиоволн.** К мысли о возможности использовать радиоволны для поиска внеземных цивилизаций пришли независимо друг от друга несколько ученых. Это американский астроном Фрэнк Дональд Дрейк (1930-2022), итальянский физик, занимавший должность директора протонного синхротрона в ЦЕРН, Джузеппе Коккони (1914-2008) и американский астрофизик Филип Моррисон (1915-2005).

Пекка Теерикорпи в книге «Эволюция Вселенной и происхождение жизни» (2010) отмечает: «Поиск внеземных цивилизаций (Search for ExtraTerrestrial Intelligence, SETI) впервые предпринял Фрэнк Дрейк, попытавшись в 1960 году принять микроволновые сигналы из других звездных систем. Годом раньше **независимо от Дрейка** два физика из Корнельского университета, Джузеппе Коккони и Филипп Моррисон, теоретически доказали, что можно использовать микроволны для межзвездной связи. В начале 1960-х годов ученые Советского Союза очень активно занимались проблемой SETI. С тех пор эта работа ведется с разной степенью энтузиазма» (П. Теерикорпи, 2010).

**420. Открытие космологического антропного принципа.** В свое время в научном сообществе возник вопрос: почему в наблюдаемой Вселенной имеет место ряд нетривиальных соотношений между фундаментальными физическими параметрами, которые необходимы для существования разумной жизни? Эти параметры – постоянные величины, входящие в уравнения, которые описывают фундаментальные законы природы и свойства материи. В процессе поиска ответа на данный вопрос возникло предположение, что «мы видим Вселенную такой, потому что только в такой Вселенной мог возникнуть наблюдатель, то есть человек». Это предположение – стержень антропного принципа. Обычно автором антропного принципа считают английского физика Брэндона Картера (род. 1942 г.), который сформулировал его в 1973 г. Однако независимо от Б. Картера этот принцип открывали советские астрономы Абрам Леонидович Зельманов (1913-1987) и Григорий Моисеевич Идлис (1928-2010).

В.В. Казютинский и Ю.В. Балашов в статье «Антропный принцип: история и современность» (журнал «Природа», 1989, № 1) пишут: «Известный советский космолог А.Л. Зельманов еще в 1955 г. отметил связь между такой особенностью окружающей нас Вселенной, как наличие условий, допускающих развитие жизни, разума, космических цивилизаций, и иными ее особенностями, прежде всего - достаточно быстрым и длительным ее расширением. Позднее Зельманов выразил эту мысль весьма ярко: «...Возможность существования субъекта, изучающего Вселенную, определяется свойствами изучаемого объекта... Мы являемся свидетелями процессов определенного типа потому, что процессы другого типа протекают без свидетелей» [6]» (Казютинский, Балашов, 1989, с.26).

Далее авторы указывают: «Разработку аналогичных идей предпринял также советский астроном Г.М. Идлис [7]. В 1956 г. он также поставил вопрос о связи основных черт наблюдаемой астрономической Вселенной с проблемой возникновения в ней жизни. Анализируя эту проблему, Идлис рассматривал необходимые для эволюции жизни макроскопические факторы, например подходящие температурные условия на планете, обращающейся вокруг звезды определенного типа, объединение звезд в галактики. В этом контексте упоминается, в частности, расширение Метагалактики, без которого температура пылинок в космическом пространстве оказалась бы чрезмерно высокой, и их конденсация стала бы невозможной. Напротив, расширение Метагалактики благоприятствует соответствующим эволюционным процессам, и, таким образом, «расширяющуюся Метагалактику вполне можно считать типичной обитаемой системой галактик». В конечном итоге отсюда вытекает ряд общих выводов о связи макросвойств Вселенной с условиями для жизни. «Мы наблюдаем заведомо не произвольную область Вселенной, а ту, особая структура которой сделала ее пригодной для возникновения и развития жизни». По справедливому замечанию Идлиса, изложенный вывод, по существу, возрождает флуктуационную гипотезу Больцмана, согласно которой явная неравновесность состояния наблюдаемой нами части мира есть следствие гигантской флуктуации в равновесной системе» (там же, с.26).

Здесь [6] – Зельманов А.Л. Некоторые философские аспекты современной космологии и смежных проблем физики // Диалектика и современное естествознание. – М.: 1970. – С.396.

[7] – Идлис Г.М. // Известия астрофизического института Казахской ССР. – 1958. – Том 7. – С.52.

**421. Рождение концепции о существовании темной материи, то есть невидимого вещества во Вселенной.** Концепция о существовании темной материи – продукт творческой деятельности нескольких ученых, которые пришли к ней независимо друг от друга. Это Ян Оорт (упомянутый выше), американский астрофизик швейцарского происхождения Фриц Цвикки (1898-1974) и американский астроном Синклер Смит (1899-1938).

Алексей Левин в статье «Поимка темных материй» (журнал «Компьютерра», № 31 от 29 августа 2006 г.) пишет: «Термин «темная материя» куда моложе стоящего за ним явления, которое известно уже почти три четверти века. В 1932 году голландский астроном Ян Оорт (Jan Oort) заметил, что звезды нашей Галактики движутся слишком быстро для того, чтобы взаимное притяжение не позволило им разлететься. Оорт предположил, что в Галактике есть еще какое-то вещество, которое своим тяготением удерживает звезды на их орбитах в галактическом диске. Отсюда следовало, что общая масса галактической материи намного превосходит суммарную массу звезд. Вскоре к таким же выводам **независимо друг от друга** пришли американские астрономы Фриц Цвикки (Fritz Zwicky) и Синклер Смит (Sinclair Smith), которые измеряли скорости галактик, входящих в скопления Волосы Вероники и Девы. Чтобы объяснить этот парадокс, Цвикки предположил, что в состав галактик входит много несветящегося вещества, преимущественно пыли и газа. Его не удастся обнаружить телескопическими наблюдениями, однако оно многократно увеличивает массу скопления. Так возникла гипотеза скрытой галактической массы неизвестной природы, источник которой позднее стали называть темной материей» (А. Левин, 2006).

Об этом же сообщает В.П. Решетников в книге «Почему небо темное. Как устроена Вселенная» (2012): «Первое свидетельство существования скрытой массы на внегалактических масштабах было получено в 1933 году Фрицем Цвикки, который рассмотрел радиальные скорости 8 галактик в скоплении Кома в созвездии Волосы Вероники. Наблюдаемый разброс скоростей оказался очень велик – около 1000 км/с. Из этого факта Цвикки заключил, что если скопление в целом находится в равновесии, то есть

не сжимается и не разлетается, то его полная масса должна быть примерно в 400 раз больше, чем звездная масса галактик скопления. <...> Цвикки написал, что, если этот результат будет подтвержден, то это будет означать удивительный вывод – в скоплении присутствует значительное количество темной материи. Через три года – в 1936 году – американский астроном Синклер Смит получил похожий результат для скопления галактик в Деве (это ближайшее к Млечному пути скопление)» (В.П. Решетников, 2012).

**422. Разработка концепции темной материи в трудах Джеймса Пиблса, Джереми Острайкера и Яна Эйнасто.** Помимо Цвикки и Смита, идею темной материи разрабатывали независимо друг от друга и другие исследователи. Среди них американский астрофизик и космолог Джеймс Эдвин Пиблс (род. 1935 г.), получивший в 2019 г. Нобелевскую премию по физике, его соотечественник, профессор Принстонского университета Джереми Острайкер (род. 1937 г.), а также советский и эстонский астроном Ян Эльмарович Эйнасто (род. 1929 г.).

В сборнике «Астрономия: век XXI» (2022), написанном под редакцией В.Г. Сурдина, сообщается: «...С конца 1930-х гг. начали появляться признаки того, что ненаблюдаемое вещество имеется не только в скоплениях (галактик – Н.Н.Б.), но и в индивидуальных галактиках. На это указывали высокие скорости вращения дисков галактик на больших расстояниях от центра, там, где звезд уже не видно. В 1974 г. Дж. Острайкер и Дж. Пиблс и **независимо от них Я. Эйнасто** и его сотрудники пришли к выводу о существовании у галактик обширных корон из темного вещества, содержащих около 90 % массы галактики. Таким образом, значения масс галактик следовало увеличить на порядок. При этом сразу стало понятно, почему скопления галактик остаются гравитационно связанными, несмотря на большую скорость движения их членов, а также – как эти скопления удерживают внутри себя чрезвычайно горячий газ, обнаруженный в те же годы по наблюдениям в рентгеновском диапазоне» («Астрономия...», 2022, с.23-24).

Об этом же сообщает Ю.Н. Ефремов в статье «Что такое «Бюраканская концепция» (журнал «Природа», 2009, № 4): «В 1974 г. Дж. Острайкер и Дж. Пиблс и **независимо от них Я. Эйнасто** с сотрудниками, анализируя зависимости скоростей вращения галактик от расстояния до их центров и плотность вещества в их дисках, пришли к выводу о существовании у галактик обширных корон из темного вещества, в которых может заключаться около 90% массы галактики. Таким образом, массы галактик следовало увеличить на порядок. Вывод о наличии в галактиках и вне их (но внутри скоплений галактик) ненаблюдаемой скрытой массы, на порядок превышающей массу звезд, довольно быстро стал общепринятым. Ныне это часть «стандартной» космологической модели» (Ефремов, 2009, с.8).

**423. Разработка концепции темной материи в трудах Веры Рубин.** Еще один исследователь, независимо пришедший к выводу о существовании темной материи, - американская женщина-астроном Вера Рубин (1928-2016). Исследуя скорости вращения галактик, она обнаружила расхождение между теоретически предсказанным круговым движением галактик и их реально наблюдаемым движением. Это намекало на существование темной материи.

Николай Горкавый в статье «Сказка о темной материи темного космоса» (журнал «Наука и жизнь», 2017, № 7) пишет: «До 70-х годов XX века наблюдения на крупных телескопах в Калифорнии, да и в других обсерваториях, вели только мужчины. Разрушить эту возмутительную традицию смогла Вера. Вместе со своим соавтором, астрономом Кентом Фордом она исследовала движение звезд вокруг галактических центров. Тема была, безусловно, важная, но не сулила каких-либо больших открытий. Результаты, полученные Верой Рубин, оказались сенсационными: звезды, вместо того чтобы двигаться согласно закону Кеплера, то есть уменьшать свою скорость с увеличением расстояния до галактического центра, двигались примерно с одинаковой скоростью на самых разных

расстояниях от него. Словно каждую галактику обнимало массивное облако темной материи, которое весило гораздо больше звездного диска галактик и заставляло звезды двигаться гораздо быстрее, чем им полагалось, исходя из массы звездного диска. Когда ученые убедились в справедливости результатов Рубин – Форда, начались интенсивные наблюдения природы темной материи» (Горькавый, 2017, с.84-85).

Об этом же сообщают Джемма Лавендер, Инна Каганова и Татьяна Лисовская в книге «Главное в истории Вселенной. Открытия, теории и хронология от Большого взрыва до смерти Солнца» (2023): «В 1933 году Фриц Цвикки (1898-1974) заметил, что галактики в скоплениях движутся быстрее, чем они двигались бы, если бы обладали только видимой массой. В 1960-х Вера Рубин обнаружила, что то же самое можно сказать о звездах и туманностях внутри галактик: при своих скоростях они вроде бы должны разлетаться. Она сделала вывод, что существует невидимая масса – темная материя, - присутствием которой объясняется дополнительная сила гравитации» (Лавендер и др., 2023, с.18).

Брайан Китинг в книге «Гонка за Нобелем. История о космологии, амбициях и высшей научной награде» (2019) детализирует историю открытия, сделанного Верой Рубин: «Ранее Маргарет Бербидж обнаружила, что во вращении галактики имеются некоторые необъяснимые странности, но не стала углубляться в их причины. Вскоре эти космические вертушки стали фирменным инструментарием Рубин. Под руководством Маргарет Рубин сделала первые измерения вращения галактики, используя методы спектрографии. Точные спектрограммы позволили Рубин рассчитать скорость вращения звезд в отдаленных галактиках. Анализируя небольшое красное и синее смещение в частоте вращения звезд в спиральных рукавах галактик, она обнаружила нечто удивительное: скорость их вращения не замедлялась по мере удаления от центра, чего можно было ожидать, если бы звезды в галактиках подчинялись тем же законам, что и планеты в Солнечной системе. Вместе со своим коллегой Кентом Фордом Рубин показала, что такое отсутствие замедления на периферии наблюдалось повсеместно: ни одна галактика не вела себя так, как увеличенная Солнечная система, у которой большая часть массы сосредоточена в Солнце, которое является и основным источником излучения» (Б. Китинг, 2019).

Автор добавляет: «Было много споров вокруг того, почему в 2016 году Нобелевский комитет – в который раз – не удостоил Рубин премии. Это было тем более странно, что Нобелевская премия по физике за 2011 год была присуждена за открытие темной энергии. Многие считали, что это чистой воды сексизм. Другие говорили, что Рубин «просто» сделала «открытие» - т.е. обнаружила эффект, но не дала ему научного объяснения» (Б. Китинг, 2019).

**424. Формулировка идеи о том, что источником радиоволн, испускаемых солнцем, является хромосфера и солнечная корона (а не фотосфера).** Идею о том, что источником радиоволн, генерируемых нашим светилом, является солнечная корона, а не фотосфера (как могло бы показаться на первый взгляд), сформулировали независимо друг от друга два советских физика. Это Виталий Лазаревич Гинзбург (1916-2009), получивший в 2003 г. Нобелевскую премию по физике за создание феноменологической теории сверхпроводимости (теории Гинзбурга-Ландау), и Иосиф Самуилович Шкловский (1916-1985).

В.В. Кудрявцев в докторской диссертации «Научные школы в отечественной радиофизике: зарождение, развитие, творческое наследие» (2018) пишет об одновременном открытии В.Л. Гинзбурга и И.С. Шкловского: «Результаты работы В.Л. Гинзбурга были напечатаны в журнале «ДАН» в 1946 г. К аналогичным выводам **независимо и практически одновременно** пришел И.С. Шкловский. Его статья была опубликована также в 1946 г. в «Астрономическом журнале». В ней И.С. Шкловский показал, что излучение в метровом диапазоне волн должно исходить из солнечной короны [7]» (Кудрявцев, 2018, с.434).

Этот же вопрос рассматривает С.Л. Мандельштам в статье «О спектроскопии и астрофизике» (журнал «Природа», 1970, № 2): «Первые поиски теплового радиоизлучения Солнца были выполнены в диапазоне 3-10 м Саутвортом в 1942 г. и на волне 1,9 м Ребером в 1943 г. в Англии; в обоих случаях поток излучения оказался гораздо больше того, который соответствовал бы  $T \approx 5800^\circ$ . В 1946 г. **независимо друг от друга** В.Л. Гинзбург и И.С. Шкловский теоретически показали, что это излучение генерируется солнечной короной и свидетельствует о ее температуре порядка миллиона градусов. В 1947 г. С.Э. Хайкин в экспедиции ФИАН в Бразилии экспериментально доказал во время солнечного затмения принадлежность этого радиоизлучения короне» (Мандельштам, 1970, с.15).

Приведем слова самого И.С. Шкловского. В книге «Радиоастрономия: популярный очерк» (1955) он отмечает: «В 1946 г. советские ученые – В.Л. Гинзбург и автор этой книги – **независимо друг от друга** теоретически показали, что наблюдаемое радиоизлучение Солнца возникает не в фотосфере, а в атмосфере Солнца. Они доказали, что солнечная атмосфера совершенно непрозрачна для радиоволн. Если это так, то радиоизлучение Солнца никак не может попасть к нам от фотосферы, так как «по пути» оно будет поглощено солнечной атмосферой. Вычисления показали, что радиоизлучение Солнца на метровом диапазоне возникает в короне, а излучение на сантиметровых волнах в более плотной хромосфере» (Шкловский, 1955, с.56).

**425. Объяснение парадокса высокой температуры солнечной короны.** Парадокс высокой температуры солнечной короны объяснили независимо друг от друга американский астрофизик, сын Карла Шварцшильда, Мартин Шварцшильд (1912-1997) и немецкий астроном Людвиг Бирман (1907-1986). Они пришли к выводу, что турбулентные движения газа на поверхности Солнца создают низкочастотные волны, которые и нагревают солнечную корону до очень высоких температур.

Э. Паркер в статье «Солнечный ветер» (УФН, 1964, том 84, № 1) повествует о солнечной короне: «Расширение короны происходит вследствие того, что ее температура на Солнце достигает приблизительно миллиона градусов. Что делает ее такой горячей? Мы знаем, что температура в фотосфере Солнца составляет только 6000 градусов, и может казаться, что находящаяся за пределами фотосферы корона должна быть холоднее. Но около 15 лет назад Мартин Шварцшильд из Принстонского университета и Бирман **независимо дали** общепринятое теперь объяснение парадокса высокой температуры короны. Корона настолько разрежена, что нужно очень мало тепла для повышения ее температуры. Шварцшильд и Бирман предположили, что турбулентные движения газа на поверхности Солнца генерируют низкочастотные волны, которые имеют достаточно энергии для нагревания короны до миллиона градусов» (Паркер, 1964, с.177-178).

**426. Открытие широких атмосферных ливней, часто обозначаемых «ШАЛ».** Заслуга обнаружения широких атмосферных ливней (ШАЛ) принадлежит итальянскому физiku Бруно Росси (1905-1993) и французскому ученому Пьеру Оже (1899-1993), которые сделали это открытие независимо друг от друга.

Сергей Попов в статье «Посланники из неведомых краев» (журнал «Вокруг света», 2007, № 5) пишет: «Космическая частица, например, протон, влетая в атмосферу, начинает активно взаимодействовать с ее атомами, точнее, с их ядрами. В результате порождается огромное количество элементарных частиц общим числом до нескольких миллиардов. Это явление получило название «широких атмосферных ливней» (ШАЛ). Первые указания на существование ШАЛ получил в 1934 году итальянский физик Бруно Росси. Он заметил, что два счетчика Гейгера, находящиеся на расстоянии друг от друга, иногда срабатывали практически одновременно. Однако Росси не смог продолжить исследования в этой области. Поэтому считается, что настоящее открытие ШАЛ было сделано Пьером Оже, который **независимо обнаружил** этот эффект в 1937 году. Одновременное срабатывание нескольких детекторов на расстоянии порядка 100 метров говорило о том, что пришел

целый ливень частиц, вероятнее всего, имеющих общее происхождение. Оже сделал правильный вывод, что ливень порождается влетающей в атмосферу частицей высокой энергии» (Попов, 2007, с.38).

Об этом же сообщает Леонид Ткачев в статье «К столетию открытия космических лучей, или История, полная загадок» (еженедельник ОИЯИ «Дубна», 2013, № 5-6): «...Б. Росси открыл широкие атмосферные ливни (ШАЛ) частиц, но не изучил это явление в деталях. Позднее, в 1936 году ШАЛ были **переоткрыты** и изучены Пьером Оже и Роландом Мазе. Во многих исследованиях с 1930 по 1945 гг. было показано, что первичные космические лучи являются в основном протонами, а вторичная радиация, возникающая в атмосфере, вызывается по большей части электронами, фотонами и мюонами» (Л. Ткачев, 2013).

**427. Открытие широких атмосферных ливней в экспериментах Вернера Кольхерстера.** Немецкий физик Вернер Юлиус Кольхерстер (1887-1946) – еще один ученый, независимо наблюдавший широкие атмосферные ливни. Он обнаружил эти ливни тем же способом, что и Пьер Оже – регистрируя совпадение разрядов в счетчиках Гейгера-Мюллера, которые находились на удалении друг от друга.

А.Т. Абросимов в монографии «К истории исследований космических лучей в Московском университете» (2017) говорит о Кольхерстере: «В 1913-1919 гг. совершил много полетов на воздушных шарах с целью измерения интенсивности ионизирующего излучения и подтвердил вывод В. Гесса о существовании космического излучения. В 1929 году совместно с В. Боте разработал технику совпадений для регистрации заряженных частиц и провел серию экспериментов по выяснению природы космических лучей (опыты Боте и Кольхерстера), пришел к выводу, что первичное космическое излучение состоит из заряженных частиц. **Независимо** от П. Оже наблюдал (1938) широкие атмосферные ливни» (Абросимов, 2017, с.24-25).

Об этом же сообщает В.Ф. Сокуров в книге «Физика космических лучей. Космическая радиация» (2005): «В 1938 г. П. Оже и **независимо** В. Кольхерстер, регистрируя совпадения разрядов в счетчиках Гейгера-Мюллера, которые находились на удалении друг от друга в горизонтальной плоскости, обнаружили широкие атмосферные ливни» (Сокуров, 2005, с.7).

**428. Открытие широтного эффекта космических лучей в стратосфере.** Широтный эффект космических лучей в стратосфере открыли независимо друг от друга два исследователя – американский ученый, лауреат Нобелевской премии по физике за 1923 г., Роберт Эндрюс Милликен (о котором мы уже говорили) и советский физик Сергей Николаевич Вернов (1910-1982).

Ю.А. Храмов в книге «Физики. Биографический справочник» (1983) пишет о Роберте Милликене: «Исследуя траектории космических частиц и их искривление, один из первых установил сложный характер космических лучей, обнаружив в них альфа-частицы, быстрые электроны, протоны, нейтроны, позитроны и гамма-кванты. **Независимо** от С.Н. Вернова открыл широтный эффект космических лучей в стратосфере» (Храмов, 1983, с.188).

Аналогичные сведения можно найти во 2-ом томе книги «Развитие физики в СССР» (1967), где сообщается об исследовании первичных космических лучей: «Следующий важный шаг в этом направлении был сделан **независимо** С.Н. Верновым и американцем Р. Милликеном, измерившими широтный эффект космических лучей в стратосфере. Для этого они использовали автоматические приборы, поднимаемые на большую высоту шарами – зондами. В приборе Милликена применялся самописец, запись которого расшифровывалась после падения и нахождения прибора, а у Вернова прибор был снабжен радиопередатчиком, передававшим на Землю данные об интенсивности космических лучей и о высоте, где производятся измерения» («Развитие физики в СССР», 1967, с.220-221).

Процитируем еще одну работу. Е.А. Романовский в статье «Академик Сергей Николаевич Вернов (1910-1982). Краткий биографический очерк» (сборник «Академик

С.Н. Вернов: к 100-летию со дня рождения», 2010) пишет о событиях 1938 года: «Успешный эксперимент С.Н. Вернова, выполненный им **одновременно** с американским физиком Р. Милликеном, позволил сделать заключение, что около 75% первичных частиц космического излучения обладают электрическим зарядом, а не являются  $\gamma$ -квантами, как многие думали до этого [8]. В 1939 г. С.Н. Вернов защитил докторскую диссертацию «Широтный эффект космических лучей в стратосфере и проверка каскадной теории в случае прохождения электронов через вещество с малым атомным номером». Это была первая в ФИАН докторская диссертация по космическим лучам [8]» (Романовский, 2010, с.14).

Здесь [8] – Добротин Н.А. Краткая история первого периода экспериментальных работ по космическим лучам в физическом институте АН СССР. – М.: ФИАН, 1998.

**429. Создание теории «нейтронного альbedo».** Теория «нейтронного альbedo» возникла после того, как началась эпоха запуска космических спутников, оснащенных аппаратурой для измерения космических лучей. С помощью этой аппаратуры (счетчиков Гейгера) удалось установить, что земное магнитное поле захватывает существенную часть космических лучей (в том числе нейтронов), поступающих из околосолнечного пространства. Теорию «нейтронного альbedo» разработали независимо друг от друга американский физик австрийского происхождения Фред Сингер (1924-2020), с одной стороны, и советские ученые Сергей Николаевич Вернов (упомянутый выше) и Александр Евгеньевич Чудаков (1921-2001) – с другой.

Фред Сингер в статье «Эпоха до запуска спутника и его ранние открытия» (сборник «Первая космическая», 2007) пишет: «...Запуск первого спутника – Спутника-1 – 4 октября 1957 года, осуществленный СССР в начале МГГ (Международного геофизического года – Н.Н.Б.), стал для мирового сообщества огромным сюрпризом. За ним вскоре последовал второй спутник, который нес на борту важную научную аппаратуру, включающую детекторы космических лучей, созданные Сергеем Николаевичем Верновым и Александром Евгеньевичем Чудаковым. Эти приборы впервые зарегистрировали протоны внутреннего радиационного пояса, однако, в силу ряда обстоятельств, это открытие тогда не было признано. Запущенный США спутник Explorer-1, имевший на борту счетчик Гейгера для измерения космических лучей, зарегистрировал очень высокую скорость счета, типичную для большого потока излучения, захваченного геомагнитным полем. Для объяснения этих результатов мною и, **независимо** С.Н. Верновым и А.Е. Чудаковым, была разработана теория «нейтронного альbedo» (Сингер, 2007, с.217).

В другом месте статьи автор вновь переходит к обсуждению истории создания теории «нейтронного альbedo»: «Полная теория нейтронного альbedo, позволявшая рассчитать энергетический спектр и пространственное распределение захваченных протонов, была закончена и опубликована, в то время как детальная проверка данных всё еще продолжалась. При создании этой теории я многое почерпнул из конструктивного обзора В.Л. Гинзбурга, в котором обсуждалась теория диффузии в энергетическом пространстве. Интересно отметить, что **независимо** и примерно в то же время концепцию нейтронного альbedo разработали также С.Н. Вернов и А.Е. Чудаков. Они опубликовали ее позже, однако возникли наши теории **одновременно**» (там же, с.220-221).

Автор имеет в виду следующую свою работу, посвященную нейтронному альbedo:

- Singer S.F. Radiation Belt and Trapped Cosmic Ray Albedo // Physical Review Letters. – 1958. – Vol.1. – P.171-173.

Приведем еще один источник. М.И. Панасюк в книге «Радиоактивная Вселенная» (2019) поясняет: «Первый механизм образования радиационных поясов вследствие распада нейтронов предложили С.Н. Вернов и А.И. Лебединский сразу после их открытия в 1958 г. Интересно заметить, что практически одновременно (двумя неделями позднее) и **независимо** этот механизм формирования внутреннего радиационного пояса предложил американец Ф. Зингер. Механизм распада нейтронов альbedo позволил объяснить



существование протонов высокой энергии (и, как оказалось впоследствии, и электронов) во внутреннем поясе, вблизи Земли, но в ограниченном интервале энергий...» (Панасюк, 2019, с.192).

**430. Открытие кратковременных вспышек интенсивности космических лучей в верхних слоях земной атмосферы.** Кратковременные вспышки интенсивности космических лучей в верхних слоях земной атмосферы обнаружили независимо друг от друга советский физик Агаси Назаретович Чарахчьян (1905-1981) и американский ученый Джон Винклер (1916-2001). Поскольку указанные вспышки (всплески) интенсивности космических лучей совпадают по времени с магнитными бурями, можно было догадаться, что вспышки связаны с выбросами плазмы солнечного ветра.

Во 2-ом томе книги «Развитие физики в СССР» (1967) сообщается: «...Можно было ожидать, что вспышки интенсивности космических лучей, связанные с хромосферными вспышками на Солнце, будут особенно сильно проявляться в верхних слоях атмосферы. Действительно, А.Н. Чарахчьяном в СССР и **независимо от него** Дж. Винклером в США в 1958 г. были открыты кратковременные вспышки интенсивности космических лучей в высоких широтах в верхних слоях атмосферы, во время которых интенсивность их превосходит среднюю в сотни и даже в тысячи раз. <...> Было установлено, что такие вспышки вызываются протонами с энергиями в сотни мегавольт, генерируемыми в хромосферных вспышках на Солнце» («Развитие физики...», 1967, с.224).

Об этом же пишет Г.Ф. Крымский в статье «Сергей Николаевич» (сборник «Академик Сергей Николаевич Вернов: к 100-летию со дня рождения», 2010): «Открытие было сделано А.Н. Чарахчьяном и его сотрудниками, измерявшими потоки космических лучей в стратосфере. **Независимо** это явление было открыто также американскими физиками. Совпадение по времени этих возрастаний (интенсивности космических лучей – Н.Н.Б.) с магнитными бурями свидетельствовало об их связи с выбросами плазмы солнечного ветра, которые и создают бури, достигая Земли. Здравый смысл подсказывал, что такая связь возникает, если во время испускания Солнцем такого выброса в него впрыскиваются солнечные космические лучи и удерживаются в нем магнитными полями» (Крымский, 2010, с.152).

**431. Рождение идеи об измерениях нейтронной компоненты вторичных космических лучей на различных широтах.** Идею об измерениях нейтронной компоненты вторичных космических лучей на различных широтах сформулировали независимо друг от друга Сергей Николаевич Вернов и американский физик Джон Александр Симпсон (1916-2000).

А.В. Белов в статье «Российская сеть нейтронных мониторов: история создания, современное состояние, перспективы» (сборник «Академик Сергей Николаевич Вернов: к 100-летию со дня рождения», 2010) пишет о том, как был изобретен нейтронный монитор, то есть эффективный детектор нейтронов, прославивший имя Джона Симпсона: «Заметим, что на идею нового детектора Симпсона натолкнули высотные измерения космических лучей (КЛ), и именно этим в те же годы занимался в России С.Н. Вернов. Впервые же эта идея была высказана в работе Симпсона «Широтная зависимость плотности нейтронов в атмосфере как функция высоты» (Simpson, 1948). Сопоставьте с названием докторской диссертации Вернова «Широтный эффект космических лучей в стратосфере...». Не знаю, ссылался ли тогда Симпсон на Вернова. Если нет, то только из-за недоступности советских работ. Полагаю, что к мысли об измерениях именно нейтронной компоненты вторичных космических лучей на различных широтах как средства для получения энергетического спектра вариаций первичных КЛ, Сергей Николаевич пришел **независимо от Симпсона**, и он, как никто другой, был готов к появлению нового детектора и нового метода наблюдений КЛ» (Белов, 2010, с.94).

**432. Открытие радиационных поясов Земли.** Радиационные пояса Земли были открыты в ходе анализа информации, полученной при запуске космических спутников, на борту которых находились детекторы космических лучей. Эти детекторы позволили выяснить, что в магнитосфере нашей планеты имеются области, в которых накапливаются и удерживаются высокоэнергичные заряженные частицы (в основном протоны и электроны), проникшие в магнитосферу из космоса. Радиационные пояса открыли независимо друг от друга Сергей Николаевич Вернов и американский физик Джеймс Ван Аллен (1914-2006). Примечательно, что на первой стадии анализа информации, полученной от детекторов космических лучей, С.Н. Вернов и Дж. Ван Аллен неправильно интерпретировали свои эксперименты.

В статье «Радиационное начало космической эры и спутники МГУ» (газета «Троицкий вариант», № 20 (239) от 10 октября 2017 г.) приводятся слова доктора физико-математических наук М.И. Панасюка об истории открытия радиационных поясов нашей планеты: «И Вернов, и Ван Аллен в качестве первых интерпретаций того, что они увидели соответственно на втором советском спутнике и на первом американском, пришли к неправильным выводам. Однако вскоре, уже буквально через два-три месяца, обе стороны **независимо друг от друга** поняли, что имеют дело с новым природным феноменом – энергичными частицами с энергиями в мегаэлектронвольт и выше, захваченными в радиационные пояса Земли. Потом американцы запустили еще третий и четвертый Explorer, потом мы запустили третий искусственный спутник в мае 1958 года с большим набором аппаратуры. В общем, уже где-то к маю всем стало ясно, что это новое природное явление, а не те космические лучи, что изучались до космической эры с Земли на аэростатах и самолетах. Речь шла уже про захват частиц из космического пространства» (Панасюк, 2017, с.8).

Далее М.И. Панасюк указывает: «Интересно, что первая физическая интерпретация, то есть физический механизм образования частиц в радиационных поясах, была предложена советскими учеными. Это произошло в июле 1958 года. Ее предложили профессор МГУ Александр Игнатьевич Лебединский и Вернов – собственно, руководитель эксперимента на втором искусственном спутнике. Они связали этот механизм с распадом частиц космических лучей в атмосфере Земли, с вылетом вторичных частиц в магнитное поле и их последующим захватом. Это так называемый механизм нейтронов альбеда (отражательной способности поверхности – Н.Н.Б.). Он признан с тех пор, но, опять-таки, может быть, интерес и драматичность этой истории заключается в том, что всего лишь две недели спустя после того, как Вернов и Лебединский объявили об этом, появилась публикация американца Фреда Зингера, который **абсолютно независимо** от Вернова и Лебединского предложил аналогичный механизм» (Панасюк, 2017, с.8).

Автор резюмирует: «...И советские, и американские ученые шли параллельно, **независимо друг от друга** в силу секретности в то время, но в конце концов они пришли к одним и тем же выводам» (там же, с.8).

Аналогичное резюме можно найти в книге М.И. Панасюка «Радиоактивная Вселенная» (2019): «Оставив в стороне проблему приоритетов, можно отметить, что С.Н. Вернов и Дж. Ван Аллен шли параллельными путями и пришли к схожим результатам **независимо друг от друга**» (Панасюк, 2019, с.194).

**433. Открытие плазмопаузы (плазмосферы).** Как известно, ионосфера Земли, начиная с высот 1000-2000 километров, плавно переходит в плазмосферу – область, заполненную холодной плазмой, которая вращается вместе с Землей под действием электрического поля коротации. Существование плазмосферы или, иначе говоря, плазмопаузы открыли независимо друг от друга советский физик Константин Иосифович Грингауз (1918-1993) и американский ученый Дональд Леланд Карпентер (1928-2019).

Т.К. Бреус в статье «Пионер космической эры» (сборник «Обратный отсчет времени», 2006) пишет: «Открытие плазмопаузы К.И. Грингаузом не было первоначально замечено в

США. Дон Карпентер открыл плазмопаузу в 1960 году **независимо**, используя метод наблюдения атмосфериков, и отождествил ее с внутренней границей магнитосферной конвекции, где поток плазмы разделяется и начинает обтекать Землю. Эта граница фактически отделяет внутреннюю область плазмы кольцевого тока от плазмы, высыпающейся через полярный овал. К сожалению, Карпентер не сумел опубликовать эти результаты, хотя они были в принципе верными и содержащими сведения, столь необходимые для понимания процессов пересоединения (которое рассматривал Данжи в своей классической работе 1961 года). Эти процессы позволяют плазме с внешней стороны плазмопаузы уходить в хвост магнитосферы вдоль открытых силовых линий и таким образом формировать резкий спад концентрации тепловой плазмы – то есть ее внешнюю границу – плазмопаузу. Ян Аксфорд рассказал Дону Карпентеру о результатах К.И. Грингауза, после чего Константин Иосифович и Дон оба цитировали друг друга в публикациях, и вскоре существование плазмопаузы было признано научной общественностью» (Бреус, 2006, с.213).

Об этом же сообщает У.И. Аксфорд в статье «Эти славные дни прошлого» (журнал «Природа», 1994, № 9): «Одним из интересных аспектов нашего сценария конвекции является существование внутренней границы, на которой поток плазмы расщепляется и обтекает Землю, и эта граница соответствует внутренней границе кольцевого тока в магнитосфере и границе проникновения плазмы в авроральную область. Дон Карпентер, наблюдая вистлеры (радиоволны очень низкой частоты (ОНЧ) – Н.Н.Б.), открыл плазмопаузу и в своей диссертации 1960 г. отождествил ее с этой границей. К сожалению, его удержали от публикации этой несомненно правильной идеи. Следует, однако, сказать, что для того, чтобы произошло резкое падение плотности плазмы на плазмопаузе, плазма должна иметь возможность покинуть внешнюю магнитосферу, а это требует частичного размыкания магнитных силовых линий, т.е. является пересоединением, как отмечено Данжи в его классической работе 1961 г. В действительности ранее плазмопауза была **обнаружена Грингаузом** и его коллегами на основании прямых измерений. Это обстоятельство многими игнорировалось в Соединенных Штатах. Однако Карпентер с радостью признал эти результаты, когда я указал ему на них. В итоге Карпентер и Грингауз всегда имели хорошие взаимоотношения и их результаты получили всеобщее признание» (Аксфорд, 1994, с.105-106).

**434. Открытие поляризационного джета.** Поляризационный джет – феномен, который открыли независимо друг от друга советский ученый Юрий Ильич Гальперин (1932-2001) и американский физик Р.В. Спиро (R.W. Spiro).

Т.М. Мулярчик в очерке «Юрий Ильич Гальперин» (сборник «Юрий Ильич Гальперин. Рассказы друзей, коллег, учеников», 2012) пишет о предложении сотрудничать, с которым Ю.И. Гальперин в свое время обратился к своему коллеге: «В.Н. Пономарев вспоминает, что он и его группа с радостью приняли предложение Юрия Ильича. Так началась совместная работа двух групп. Результатом ее было открытие поляризационного джета – узкой струи ионов, дрейфующих со сверхзвуковой скоростью в западном направлении вблизи плазмопаузы (области земной атмосферы, заполненной холодной плазмой – Н.Н.Б.). Этот результат опубликован Ю.И. Гальпериным и В.Н. Пономаревым в журналах «Космические исследования» и «Annales de Geophysique». Спустя несколько лет это явление было **переоткрыто** в экспериментах на спутниках Explorer и приобрело название SAID (Subauroral Ion Drift)» (Мулярчик, 2012, с.13).

Об этом же сообщает Н.Ю. Бузулукова в статье «1998-2001: три года как целая эпоха» (тот же сборник «Юрий Ильич Гальперин», 2012): «Юрий Ильич всегда очень интересовался явлением «поляризационного джета», впервые им открытого и описанного в работе 1973 года. Это явление было **переоткрыто** несколькими годами позже в работе Р. Спиро (R. Spiro) и переименовано в SAID – «субавроральный дрейф ионов». В последние годы Ю.И. очень интересовался механизмами генерации поляризационного джета. Его идеи

и мысли изложены в статье в *Annales de Geophysique*, опубликованной уже после его смерти, в 2002 году» (Бузулукова, 2012, с.330).

**435. Формулировка идеи о газово-жидком состоянии планет-гигантов Юпитера и Сатурна.** Эту идею выдвинул российский физик, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Института физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН Владимир Наумович Жарков (совместно с В.П. Трубицыным) и независимо от них американский ученый У.Б. Хаббард.

В.Н. Жарков в статье «От физики Земли к сравнительной планетологии» (журнал «Природа», 1998, № 12) пишет: «Разъясним теперь смысл утверждения «планеты-гиганты – газово-жидкие тела». Критическое давление и критическая температура водорода равны 13 атмосфер и 33 К. При давлении и температуре выше критических значений не существует границы между газовой и жидкой фазами молекулярного водорода. Юпитер и Сатурн почти сплошь состоят из водорода, а Уран и Нептун покрыты водородными оболочками толщиной примерно в две десятых радиуса планеты, причем во всех четырех планетах водород находится в закритической области. В результате, по мере погружения в глубь планеты, газовая атмосфера уплотняется под давлением вышележащих слоев и непрерывно (поскольку температура выше критической) переходит в жидкое, сравнительно плотное состояние, причем границы между газовой атмосферой и лежащей под ней жидкой планетой не существует. В адиабатических недрах Юпитера и Сатурна температуры в несколько раз выше температуры плавления водорода, а в большей части Урана и Нептуна температуры, вероятно, выше температуры плавления воды (второй по значению компоненты планет-гигантов). На основании этих аргументов и говорят, что недра всех планет-гигантов находятся в газово-жидком состоянии, исключая, быть может, их небольшие центральные области. Представление о газово-жидком состоянии планет-гигантов было разработано В.Н. Жарковым и В.П. Трубицыным в СССР. К близким представлениям в отношении Юпитера пришел независимо У.Б. Хаббард в США» (Жарков, 1998, с.90-91).

**436. Открытие диффузных космических объектов Хербига – Аро.** Речь идет о космических объектах, которые впоследствии были идентифицированы как газопылевые туманности, в которых идет процесс образования протопланет и молодых звезд. Эти объекты обнаружили независимо друг от друга американский астроном Джордж Ховард Хербиг (1920-2013) и мексиканский ученый Гильермо Аро (1913-1988).

В статье «Золотые медали им. М.В. Ломоносова АН СССР за 1985 г.» (журнал «Природа», 1986, № 9) сообщается: «Имя мексиканского астронома, активного наблюдателя Гильермо Аро хорошо известно исследователям, занимающимся ранними стадиями звездной эволюции. Оно запечатлено в названии объектов Хербига-Аро – почти звездообразных туманностей с эмиссионными линиями в спектре, природа которых более 20 лет оставалась неясной. Впервые на эти объекты обратили внимание американский астроном Дж. Хербиг и независимо Г. Аро в 1951-1952 гг. Они заметили группу очень небольших диффузных объектов сначала в темном пылевом облаке вблизи Большой туманности Ориона, а затем и в других областях, где присутствие пылевых и газовых туманностей, горячих О-звезд и быстрых неправильных переменных звезд типа Т Тельца указывало на процесс образования звезд. Дж. Хербиг и В.А. Амбарцумян (который и дал этим объектам название Хербига-Аро) сразу же предположили, что эти объекты связаны с самыми ранними стадиями звездной эволюции. У них отсутствовал непрерывный спектр излучения» («Природа», 1986, с.115).

Далее в статье поясняется: «Объекты Хербига-Аро вписались в общую картину биполярного истечения вещества, обнаруженного к началу 80-х годов вокруг многих инфракрасных источников. Так была открыта неизвестная ранее стадия развития очень молодых звезд, когда они еще окружены плотным диском пылевого вещества (в котором,

по-видимому, идет процесс образования протопланет); диск расположен в экваториальной плоскости звезд» (там же, с.115).

**437. Формулировка идеи о сверхтекучести вещества нейтронной звезды.** Гипотезу о сверхтекучести вещества нейтронной звезды выдвинули независимо друг от друга два советских физика - Виталий Лазаревич Гинзбург (упомянутый выше) и Аркадий Бенедиктович Мигдал (1911-1991). Эта гипотеза возникла по аналогии с идеей о сверхтекучих свойствах нуклонов (в том числе нейтронов) в атомных ядрах. В свою очередь, сверхтекучая модель атомного ядра, как мы уже говорили, была разработана по аналогии с теорией сверхтекучести жидкого гелия, а также по аналогии с теорией сверхпроводимости БКШ, откуда была заимствована идея об образовании пар частиц (куперовских пар).

А.Ю. Потехин в статье «Физика нейтронных звезд» (УФН, 2010, том 180, № 12) пишет: «В заметке Гинзбурга и Киржница [6] на полутора страницах был сформулирован целый ряд важных выводов, впоследствии подтвердившихся: о сверхтекучести нейтронной жидкости в недрах нейтронной звезды (по-видимому, независимо от более раннего замечания Мигдала [7]), об образовании в ней вихревых нитей Фейнмана – Онзагера, о величине критической температуры сверхтекучести ( $T_c < 10^{10}$  К) и ее зависимости от плотности ( $\rho \approx 10^{13} - 10^{15}$  г/см<sup>3</sup>), о влиянии нейтронной сверхтекучести на теплоемкость и, следовательно, на тепловую эволюцию нейтронной звезды» (Потехин, 2010, с.1280). Далее автор описывает идею А.Б. Мигдала, относящуюся к 1959 году: «Отметим, что в том же году А.Б. Мигдал [7], развивая идею Оге Бора, Моттельсона и Пайнса о сверхтекучести в атомных ядрах [68], указал на возможную сверхтекучесть вещества нейтронной звезды» (там же, с.1284).

Здесь [6] – Гинзбург В.Л., Киржниц В.А. О сверхтекучести нейтронных звезд // ЖЭТФ. – 1964. – Том 47. – С.2006-2007.

[7] – Мигдал А.Б. Сверхтекучесть и моменты инерции ядер // ЖЭТФ. – 1959. – Том 37. – С.249.

Об этом же сообщают Д.С. Цакадзе и С.Д. Цакадзе в статье «Сверхтекучесть в пульсарах» (УФН, 1975, том 115, № 3): «В 1959 г. Мигдал [3] предположил, что ядерная материя в нейтронных звездах, плотность которых достигает  $\approx 10^{14}$  г/см<sup>3</sup>, представляет собой жидкость, находящуюся в сверхтекучем состоянии, несмотря на то, что ее температура непосредственно после образования звезды может достигать  $10^9$  градусов» (Д.С. Цакадзе, С.Д. Цакадзе, 1975, с.503).

Далее авторы указывают: «В 1964 г. Гинзбург и Киржниц [13] предположили, что вращающаяся ядерная материя, находящаяся в состоянии сверхтекучести, должна образовывать квантованные вихри, аналогично тому, как это имеет место в жидком гелии в его сверхтекучей фазе при закритических скоростях движения, когда нормальная и сверхтекучая части уже не могут двигаться независимо друг от друга. Возникновение квантованных вихрей в сверхтекучей компоненте жидкого гелия, движущейся с закритической скоростью при температурах ниже точки фазового перехода, было предсказано Онсагером [14] в 1949 г. Онсагер, кроме того, постулировал, что момент количества движения атома гелия вокруг ствола такого вихря должен быть равен постоянной Планка или кратной ей величине. Отсюда следует, что вихрь имеет квантованную циркуляцию» (там же, с.504).

Процитируем еще одну работу. Д.М. Седракян и К.М. Шахабасян в статье «Сверхтекучесть и магнитное поле пульсаров» (УФН, 1991, том 161, № 7) сообщают: «Исследуя уравнение состояния нейтронной жидкости, А.Б. Мигдал сделал вывод о возможной сверхтекучести нейтронных звезд [62]. В.Л. Гинзбург и Д.А. Киржниц по аналогии с вращающимся He II указали на возможность возникновения во вращающейся нейтронной сверхтекучей жидкости некоторой конфигурации вихревых нитей [63]» (Седракян, Шахабасян, 1991, с.7-8).

**438. Открытие космического микроволнового реликтового излучения, теоретически предсказанного Георгием Гамовым.** Согласно традиционной точке зрения, первооткрывателями микроволнового космического реликтового излучения, позволившего доказать модель горячей Вселенной, являются американские радиоинженеры Арно Пензиас и Роберт Вильсон (Уилсон), которые в 1978 году были удостоены Нобелевской премии по физике. Действительно, именно они в 1964-1965 гг. – причем совершенно случайно – обнаружили радиоволны, которые поступали отовсюду и обладали низкой температурой. Вместе с тем, здесь следует учитывать два обстоятельства. Во-первых, названные радиоинженеры не смогли объяснить природу зарегистрированных радиоволн. А во-вторых, независимо от них космическое реликтовое излучение обнаруживали другие ученые: канадский астроном Эндрю Мак-Келлар (1910-1960) и советский исследователь Тигран Шмаонов (род. 1932 г.).

Нил Тайсон и др. в книге «Астрофизика с космической скоростью» (2017) пишет об открытии Пензиаса и Вильсона: «Впервые непосредственно пронаблюдать космическое микроволновое излучение удалось в 1964 году, и сделали это совершенно **случайно** два американских физика – Арно Пензиас и Роберт Уилсон. Они работали в Телефонных лабораториях Белла – исследовательском подразделении Американской телефонно-телеграфной компании. В шестидесятые годы про микроволновое излучение знали все, но почти ни у кого не было в распоряжении техники, позволяющей его зарегистрировать. <...> Пензиас и Уилсон хотели измерить фоновые помехи в своем микроволновом приемнике, чтобы обеспечить чистую, лишённую шума связь в этом диапазоне. Они не были космологами. Обычные технари – кудесники, они всего-навсего налаживали микроволновый приемник и ничего не знали про гипотезы Гамова, Германа и Альфера. Пензиас и Уилсон и не думали про космическое микроволновое излучение – им просто нужно было открыть для Американской телефонно-телеграфной компании новый диапазон частот» (Н. Тайсон и др., 2017).

Заслуги Э. Мак-Келлара и Т. Шмаонова освещаются в статье Дмитрия Скулачева «Они были первыми» (журнал «Наука и жизнь», 2009, № 6): «Во всяком деле есть первые. В 1941 году канадский астроном Эндрю Мак-Келлар занимался анализом звездных спектров. И пришел к выводу, что наблюдаемые спектральные линии можно объяснить существованием неизвестного источника излучения с температурой примерно два с половиной градуса Кельвина. В середине пятидесятых годов молодой аспирант Пулковской обсерватории Тигран Шмаонов обнаружил космический фон, температура которого составляла несколько градусов и не зависела от направления на небе. Американские радиофизики Роберт Уилсон и Арно Пензиас в шестидесятых годах прошлого века поймали необъяснимый сигнал, интенсивность которого не менялась от направления на небосводе» (Скулачев, 2009, с.6).

Об этом же сообщает В.В. Казютинский в статье «Теория и факт в космологии» (сборник «Современная космология: философские горизонты», 2011): «...Фактически реликтовое излучение наблюдалось еще до официально признанной даты его открытия. В 1941 г. Мак-Келлар при изучении межзвездного газа обнаружил в спектре одной из звезд линии поглощения циана. Их свойства он объяснил наличием неизвестного излучения, которое в дальнейшем как раз и оказалось микроволновым фоновым излучением. Затем в 1955-1956 гг. микроволновое фоновое излучение из космоса наблюдал Т.А. Шмаонов в Пулкове как некий космический радиотелефон [3]. Но значение этих наблюдений не было своевременно понято. <...> Я помню о них потому, что проводил наблюдения на соседнем радиометре в то же время, что и Шмаонов (занимаясь совсем другой задачей – исследованием поляризации радиоизлучения Луны). Но, по сути, Шмаонов получил тот же самый результат, что и Пензиас с Уилсоном» (Казютинский, 2011, с.68-69).

Здесь [3] – Шмаонов Т.А. Методика абсолютных измерений эффективной температуры радиоизлучения с низкой эквивалентной температурой // сборник «Приборы и техника эксперимента». Том 1. – 1957. – С.83-86.

Аналогичные сведения можно найти в статье А.Б. Молчанова «Предпосылки развития реляционного подхода к космологии» (журнал «Метафизика», 2019, № 1 (31)), где автор указывает: «...Ключевым событием в истории современной космологии стало обнаружение космического микроволнового излучения в 1964 году. На самом деле первое свидетельство его существования было получено еще в 1941 году, когда американский астроном Эндрю Мак-Келлар **случайно** обнаружил, что некоторые молекулы CN в межзвездном газе наблюдаются в возбужденном состоянии, энергия которого соответствует температуре около 2,3 К. Тогда этот эффект не получил объяснения. Следующий прецедент произошел в 1955 году, когда в Пулковской обсерватории молодой аспирант Т.А. Шмаонов проводил измерения радиоизлучения из космоса и отметил наличие микроволнового шума, соответствующего температуре  $4\pm 3$  К. В начале 1960-х наш соотечественник, физик-теоретик Я.Б. Зельдович и принстонский физик Роберт Дикке фактически **переоткрыли** результаты работ Георгия Гамова и вновь обратили внимание научного сообщества на реликтовое излучение» (Молчанов, 2019, с.117-118).

Приведем еще один источник. Н.Д. Насельский, Д.И. Новиков и И.Д. Новиков в книге «Реликтовое излучение Вселенной» (2003) отмечают: «Осенью 1983 г. одному из авторов настоящей монографии (И. Новикову) позвонил сотрудник общей физики Т. Шмаонов, с которым автор до этого не был знаком, и сказал, что он хотел бы побеседовать по вопросу открытия реликтового излучения. При встрече Т. Шмаонов рассказал, как он в середине 50-х годов под руководством известных советских радиоастрономов С.Э. Хайкина и Н.Л. Кайдановского проводил измерения интенсивности радиоизлучения космоса на длине волны 3,2 см с помощью рупорной антенны, подобной той, которая спустя много лет была использована А. Пензиасом и Р. Вильсоном. Т. Шмаонов со всей тщательностью изучил возможные собственные шумы приемной аппаратуры, которая, конечно же, уступала американской (учтите фактор времени, который в те годы был решающим с точки зрения качества приемников), и пришел к выводу об обнаружении сигнала. Т. Шмаонов опубликовал свои результаты в 1957 г. в советском журнале «Приборы и техника эксперимента» и включил их в свою кандидатскую диссертацию [Шмаонов, 1957]» (Насельский и др., 2003, с.18-19).

**439. Предсказание флуктуаций температуры реликтового излучения.** Флуктуации температуры космического реликтового излучения, обусловленные флуктуациями плотности вещества при формировании галактик, предсказали независимо друг от друга советский физик Яков Борисович Зельдович и американский космолог Эдвард Роберт Харрисон (1919-2007).

П. Натараджан в книге «Карта Вселенной. Главные идеи, которые объясняют устройство космоса» (2019) пишет: «Физики Яков Зельдович и Роберт Харрисон **независимым образом** предсказали, что эволюция малых флуктуаций плотности вещества при формировании структур во Вселенной с доминированием холодной темной материи должна оставлять свой след на фотонах излучения,двигающихся в пространстве. Формирующиеся галактики должны были привести к малым флуктуациям температуры реликтового излучения» (П. Натараджан, 2019).

Об этом же сообщает Виктор Стенджер в книге «Бог и Мультивселенная. Расширенное понятие космоса» (2016): «В 70-х годах XX века Эдвард Харрисон и Яков Зельдович **независимо предсказали**, что спектр звука, порожденного флуктуациями плотности во Вселенной, должен характеризоваться так называемой масштабной инвариантностью. В общем случае масштабная инвариантность – это принцип, который применяется во многих областях, от физики до экономики. Он касается любой характеристики системы, которая не изменяется при изменении ее переменных в

одинаковое число раз. К примеру, законы механики Ньютона не изменятся, если единицы измерения пространства перевести из метров в футы. Масштабная инвариантность – это еще один принцип симметрии» (Стенджер, 2016, с.237).

**440. Теоретическое определение общего спектра космического реликтового излучения.** Еще до того, как американские радиоинженеры Арно Пензиас и Роберт Вильсон (Уилсон) обнаружили в 1964 г. космическое микроволновое реликтовое излучение, общий спектр этого излучения – свидетельства Большого взрыва – определили две группы ученых. Это сделали независимо друг от друга Андрей Георгиевич Дорошкевич (род. 1937 г.) и Игорь Дмитриевич Новиков (род. 1935 г.) в СССР и Роберт Дикке (1916-1997) с коллегами в США.

Я.Б. Зельдович, И.Д. Новиков и А.А. Старобинский в статье «Черные и белые дыры» (журнал «Природа», 1976, № 1) пишут: «Предположение о высокой температуре вещества на ранней стадии эволюции Вселенной (теория «горячей Вселенной») было впервые выдвинуто Г.А. Гамовым еще в 1946-1948 гг. А.Г. Дорошкевич и И.Д. Новиков в 1964 г. подробно рассчитали общий спектр реликтового электромагнитного излучения и показали, что это излучение должно доминировать над излучением звезд и радиоисточников в сантиметровом диапазоне. **Независимо** в 1965 г. к тому же выводу пришли в США Р. Дикке с сотрудниками; после этого они стали строить аппаратуру для измерений на волне длиной около 3 см. Когда сотрудники фирмы «Белл» Пензиас и Уилсон в ходе разработки радиосвязи через спутники обнаружили непонятный шум на длине волны 7 см, группа Дикке немедленно объяснила этот результат с позиции теории горячей Вселенной» (Зельдович и др., 1976, с.38).

**441. Открытие хаотических осцилляций в окрестности гравитационной сингулярности.** Хаотические осцилляции, возникающие, когда звезда (или Вселенная), испытывающая гравитационное сжатие, приближается к точке сингулярности, открыли независимо друг от друга советские и американские физики. В СССР к этому открытию пришли Исаак Маркович Халатников (1919-2021), Евгений Михайлович Лифшиц (1915-1985), Владимир Алексеевич Белинский (род. 1941 г.). В США указанные хаотические осцилляции обнаружил Чарльз Мизнер (1932-2023).

Кип Торн в книге «Черные дыры и складки времени: дерзкое наследие Эйнштейна» (2007) пишет: «По мере того, как астронавт будет приближаться к сингулярности, растяжение и сжатие в среднем будут становиться все сильнее, а их осцилляции – быстрее. Чарльз Мизнер (который открыл хаотические осцилляции сингулярности **независимо** от Белинского, Халатникова и Лифшица) назвал их миксерными осцилляциями, так как они «взбивают» части тела астронавта подобно тому, как миксер или венчик для яиц взбивают желтки и белки» (Торн, 2007, с.480).

В другом месте своей книги Кип Торн вновь поясняет открытие, сделанное Чарльзом Мизнером и советскими физиками в 1968 году: «Мизнер и, **независимо от него**, Белинский, Халатников и Лифшиц обнаружили новое решение уравнения Эйнштейна, описывающее колебательный режим приближения к особой точке (сингулярности)» (там же, с.546-547).

Следует уточнить, что Чарльз Мизнер построил механическую модель хаотических осцилляций, рассмотренных советскими физиками. И.М. Халатников в статье «Открытым текстом. Мои заграничные вояжи» (журнал «Природа», 1996, № 8) пишет: «Дело в том, что в 1969 г. наши многолетние исследования, начатые с Евгением Михайловичем Лифшицем, к которым позже присоединился Владимир Алексеевич Белинский, привели к построению общего космологического решения вблизи сингулярности по времени. В основе этого решения лежала временная эволюция однородной космологической модели IX типа Бианки, в которой характерными являлись чередования периодов осцилляции геометрии при приближении к особенности (сингулярности – Н.Н.Б.) по времени. Впервые об особенностях временного поведения модели IX типа Бианки я докладывал в Париже в 1968



г., на семинаре в Институте Анри Пуанкаре. На этом семинаре присутствовал Джон Уилер, который мгновенно отреагировал, указав на возможность механической аналогии данной модели. Анализ IX типа Бианки как механической модели впоследствии был проведен **независимо от нас** учеником Уилера Чарльзом Мизнером, который дал ей удачное название *mixmaster model*» (Халатников, 1996, с.84).

Дополнительная литература по теме:

- Белинский В.А., Лифшиц Е.М., Халатников И.М. Колебательный режим приближения к особой точке в релятивистской космологии // УФН. – 1970. – Том 102. - № 3. – С.463-500.

**442. Открытие скейлинга при изучении космических лучей.** Феномен скейлинга (масштабной инвариантности) при исследовании космических лучей открыли независимо друг от друга два советских физика. Это сделали Георгий Тимофеевич Зацепин (1917-2010) и Наум Леонидович Григоров (1915-2005). Примечательно, что они обнаружили указанный феномен за 10 лет до исследований американских ученых Ричарда Фейнмана и Джеймса Бьеркена, которые (как мы отмечали выше) пришли к идее скейлинга в ходе анализа экспериментов по глубоко неупругому рассеянию электронов на протонах. Как известно, за проведение этих экспериментов, частично подтверждавших кварковую модель строения адронов, Ричард Тейлор, Джером Фридман и Генри Кендалл получили в 1990 г. Нобелевскую премию по физике.

В.Л. Гинзбург, М.А. Марков, Б.М. Понтекорво и др. в статье «Георгий Тимофеевич Зацепин (к семидесятилетию со дня рождения)» (УФН, 1987, том 152, № 1) сообщают: «...Г.Т. Зацепин (и **независимо** Н.Л. Григоров) обнаружили, что энергетическое распределение наиболее энергичных вторичных пионов является функцией только отношения энергии пиона к энергии первичного нуклона. Более чем через 10 лет закономерность была обнаружена в ускорительных экспериментах и получила название «скейлинг» (Гинзбург и др., 1987, с.175).

**443. Предсказание эффекта реликтового обрезания энергетического спектра ядер космических лучей предельно высоких энергий.** Суть данного эффекта в том, что космические лучи не могут обладать сколь угодно большой энергией, поскольку мировое пространство заполнено микроволновым космическим реликтовым излучением. Сталкиваясь с фотонами этого излучения, космические лучи (в основном протоны) неизбежно теряют энергию. Другими словами, реликтовые фотоны обрезают энергетический спектр этих космических частиц. Данный эффект обрезания предсказали независимо друг от друга советские ученые Георгий Тимофеевич Зацепин (упомянутый выше) и Вадим Алексеевич Кузьмин (1937-2015), с одной стороны, и американский физик Кеннет Грейзен (1918-2007) – с другой. Отметим, что ученые пришли к этому предсказанию после того, как в 1963 г. американский физик Джон Линсли зарегистрировал широкие атмосферные ливни (ШАЛ), обладающие очень высокой энергией.

М.И. Панасюк в статье «Эффект Грейзена – Зацепина – Кузьмина: взгляд сверху и снизу» (УФН, 2018, том 188, № 9) пишет, обсуждая открытие Джона Линсли: «Стало очевидным, что во Вселенной есть астрофизические объекты, способные ускорить ядра КЛ (космических лучей – Н.Н.Б.) до столь больших энергий. В 1966 г., вскоре после пионерского эксперимента Дж. Линсли, Г.Т. Зацепин и В.А. Кузьмин [17] и **независимо от них** американский физик К. Грейзен [18] публикуют работы о возможном существовании обрезания спектра протонов на реликтовом космическом микроволновом излучении Вселенной (*cosmic microwave background, CMB*), оставшемся после Большого взрыва. В этих работах было показано, что для равномерно распределенных источников во Вселенной протоны КЛПВЭ (космических лучей предельно высоких энергий – Н.Н.Б.) при энергиях, начиная с  $E_5 = E_{\max} = 5 \times 10^{19}$ , эффективно взаимодействуют с реликтовым фоновым излучением, имеющим максимум интенсивности при 3,5 эВ. Этот эффект был назван

эффектом Грейзена – Зацепина – Кузьмина (ГЗК) (в англоязычной литературе CZK-cut-off – ГЗК-обрезание) в честь авторов работ [17, 18]. Протоны при неупругом взаимодействии с реликтовым фоном теряют до 10% первоначальной энергии, рождая пионы и барионы...» (Панасюк, 2018, с.1001-1002).

Здесь [17] – Зацепин Г.Т., Кузьмин В.А. // Письма в ЖЭТФ. – 1966. – Том 4. – С.114.

[18] – Greisen K. // Physical Review Letters. – 1966. – Vol.16. – P.748.

Об этом же сообщает Борис Штерн в статье «Вадим Кузьмин: от солнечных нейтрино до глубин космологии» (газета «Троицкий вариант», № 7 (351) от 19 апреля 2022 г.): «Космические лучи известны с начала XX века. Чем крупнее появлялись детекторы, тем более высокие энергии космических частиц они регистрировали. Есть ли предел энергии этих частиц? Оказывается, есть. В середине 1960-х Вадим Кузьмин вместе с Георгием Зацепиным обнаружили его чисто теоретически. Пространство заполнено фотонами реликтового излучения с температурой 2,7 К. При очень большой энергии протона он может провзаимодействовать с реликтовым (микроволновым) фотоном, родив  $\pi$ -мезоны и потеряв значительную часть своей энергии. То есть спектр космических протонов должен резко падать выше порога рождения пионов при взаимодействии протонов с реликтовыми фотонами. Этот самый порог находится в районе  $10^{20}$  электронвольт. **Одновременно и независимо** от Зацепина с Кузьминым этот результат был получен и опубликован Грейзенем, явление получило название «порог ГЗК» (Б. Штерн, 2022).

Этот же вопрос рассматривает М.А. Корец в статье «Реликтовое радионебо. Вестники далекого прошлого Вселенной» (журнал «Природа», 1966, № 11): «Любопытно, что существование реликтового излучения, как показали американский астрофизик Грейзен и **независимо от него** советские ученые Зацепин и Кузьмин, дает верхний предел для энергии космических лучей. При очень высоких энергиях космической частицы, превышающих  $10^{19}$  –  $10^{20}$  эв на 1 нуклон и, следовательно, при ее скорости, очень близкой к скорости света, начинает играть существенную роль взаимодействие с реликтовыми квантами, забирающими часть энергии. Из-за этого «трения», даже если бы и возникла космическая частица с энергией, например,  $10^{25}$  эрг на 1 нуклон, она бы сравнительно быстро «затормозилась» до такой энергии, при которой взаимодействие с излучением стало бы несущественным» (Корец, 1966, с.58).

Сошлемся на еще одну работу. М.Ю. Зотов, О.Е. Калашев и М.С. Пширков в статье «Современное состояние исследований в области космических лучей сверхвысоких энергий. Краткий обзор» («Вестник Московского университета. Серия 3. Физика, астрономия», 2017, № 2) сообщают: «Наиболее важной характеристикой потока космических лучей является их энергетический спектр. Вскоре после первой регистрации КЛ (космических лучей – Н.Н.Б.) с энергией более 50 ЭэВ Грейзен [17] и **независимо** Зацепин и Кузьмин [18] показали, что при таких энергиях поток протонов должен значительно подавляться в результате взаимодействия с фотонами реликтового микроволнового излучения. Этот эффект, предсказанный теоретически, получил название «обрезания ГЗК» (GZK cut-off)» (Зотов и др., 2017, с.46).

Дополнительная литература по теме:

- Кудряшов И. Поймать частицу и понять Вселенную // Кот Шредингера. – 2016. - № 1-2.

- Гинзбург В.Л., Марков М.А., Понтекорво Б.М. и др. Георгий Тимофеевич Зацепин (к семидесятилетию со дня рождения) // Успехи физических наук. – 1987. - Том 152. - № 1.

**444. Разработка модели схлопывания массивных звезд.** Математическую модель схлопывания массивных звезд под действием сил тяготения разработали независимо друг от друга советские и американские физики. В СССР эту теорию построили Яков Зельдович и его ученики Дмитрий Надеждин, Владимир Имшенник и Михаил Подурец. В США аналогичную теорию создали Стирлинг Колгейт (1925-2013) и Ричард Уайт (Richard White).

Кип Торн в книге «Черные дыры и складки времени: дерзкое наследие Эйнштейна» (2007) повествует: «Чтобы детально разобраться в загадке схлопывания, Зельдович взял в оборот нескольких молодых коллег: Дмитрия Надеждина, Владимира Имшенника из Института прикладной математики и Михаила Подурца с «Объекта». В ходе интенсивных дискуссий он передал им свое видение того, как схлопывание звезд может моделироваться на компьютере, при учете всех ключевых эффектов, которые были столь же важны и для водородных бомб: давления, ядерных реакций, ударных волн, теплоты, излучения, выброса массы. Вдохновленные этими дискуссиями, Имшенник и Надеждин смоделировали схлопывание звезд малой массы, а также – **независимо от Колгейта и Уайта** в Америке – представления Цвикки о сверхновых. Параллельно Подурец смоделировал схлопывание массивных звезд. Результаты Подурца, опубликованные почти одновременно с результатами Мэя и Уайта, были почти идентичны американским. Сомнений не оставалось: схлопывание порождает черные дыры, и именно таким образом, как предсказали Оппенгеймер и Снайдер. Адаптация машинных программ разработки бомбы для моделирования схлопывания звезд – лишь одна из многих близких связей между ядерным оружием и астрофизикой» (Торн, 2007, с.238-239).

**445. Предсказание аккреции вещества на черные дыры.** В 1964 г. Яков Борисович Зельдович и американский физик Эдвин Солпитер (1924-2008) независимо друг от друга пришли к выводу, что черные дыры должны поглощать газовые облака, окружающие их. При сверхзвуковом движении этих облаков вблизи черной дыры должны возникать ударные волны, нагревающие газ и заставляющие его светиться в диапазоне рентгеновских и гамма-волн.

Калев Шарф в книге «Двигатели гравитации» (2014) пишет: «...Было непонятно, как именно черная дыра производит энергию, выплескиваемую наружу в виде излучения. Основу для ответа на этот вопрос заложили одновременно и **независимо друг от друга** два ученых, живших по разные стороны железного занавеса во времена холодной войны между Советским Союзом и Западом. Яков Зельдович был блестящим ученым и ключевой фигурой в проекте создания ядерного оружия в СССР. Эдвин Солпитер был замечательным астрофизиком; он родился в Австрии, получил образование в Англии и Австралии и, наконец, обосновался в Корнелльском университете штата Нью-Йорк. В 1964 г. оба – и Зельдович, и Солпитер – пришли к выводу, что существуют специфические процессы захвата вещества черной дырой с выделением чудовищной энергии. Идея возникла из **аналогии** с известным поведением газовых струй с большими скоростями» (Шарф, 2014, с.95-96).

Об этом же сообщает В.М. Липунов в монографии «Астрофизика нейтронных звезд» (1987): «Квazarы оказались самыми мощными объектами во Вселенной (их светимости достигают  $10^{46} - 10^{47}$  эрг/с). Эти открытия «подстегнули» теоретиков в исследованиях новых эффективных источников энергии. В 1964 г. советский физик Я.Б. Зельдович и американский астрофизик Е.Е. Солпитер **независимо указали** такой источник – аккрецию вещества на релятивистские звезды» (Липунов, 1987, с.9).

Факт независимости исследований разных ученых отмечает также А.Д. Сахаров в статье «Человек универсальных интересов» (сборник «Знакомый незнакомый Зельдович», 1993): «...Несомненно, важными являются публикации Зельдовича по нейтронным звездам и черным дырам, аккреции и излучению на одиночные объекты и двойные звезды. В своей первой работе по черным дырам (1964 г.) он выдвинул идею наблюдения черной дыры по излучению вещества, движущегося в ее гравитационном поле (**одновременно и независимо** подобное же предположение было опубликовано Э. Солпитером)» (Сахаров, 1993, с.149).

Процитируем еще одну работу. Н.И. Шакура в статье «Академик Я.Б. Зельдович и основания дисковой аккреции» (УФН, 2014, том 184, № 4) констатирует: «В середине 1960-х годов были опубликованы две небольшие заметки. Автором одной из них был Яков

Борисович [10], а автором другой – знаменитый американский физик Эд Солпитер [11]. Они обратили внимание на энерговыделение в ударной волне, которая возникает при сверхзвуковом движении (конический режим аккреции) черной дыры в некотором обширном газовом облаке. Вблизи черной дыры газ после прохождения ударной волны разогревается настолько сильно, что начинает излучать энергию в рентгеновском диапазоне и гамма-диапазоне» (Шакура, 2014, с.448).

Здесь [10] – Зельдович Я.Б. // Доклады АН СССР. – 1964. – Том 155. – С.67.

[11] – Salpeter E.E. // The Astrophysical Journal. – 1964. – Vol.140. – P.796.

**446. Выдвижение гипотезы о существовании черных дыр минимального размера на ранней стадии расширения Вселенной.** Идею о существовании черных дыр минимального размера на ранних стадиях эволюции Вселенной сформулировали независимо друг от друга советские ученые Я.Б. Зельдович и И.Д. Новиков, с одной стороны, и британский физик Стивен Хокинг (1942-2018) – с другой.

А.Д. Сахаров в статье «Испарение черных мини-дыр и физика высоких энергий» (А.Д. Сахаров, «Научные труды», 1995) пишет: «Гипотеза о возможном образовании мини-дыр на ранней стадии расширения Вселенной была высказана Зельдовичем и Новиковым [1] в 1966 г. и **независимо** Хокингом [2]. Хокинг впоследствии показал [3], что черные дыры являются излучателями с температурой...» (Сахаров, 1995, с.314).

Здесь [1] – Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. // Астрономический журнал. – 1966. – Том 43. – С.758.

[2] – Hawking S.W. // Mon. Not. Roy. Astr. Soc. – 1971. – Vol.152. – P.75.

**447. Предсказание эффекта Хокинга (квантового излучения черной дыры).** Традиционно считается, что британский физик Стивен Хокинг – единственный автор гипотезы о том, что черная дыра должна излучать частицы разных сортов, в том числе кванты света, без какой-либо аккреции вещества на черную дыру. Это свойство черных дыр испускать различные виды излучения получило название «эффекта Хокинга». Однако независимо от С. Хокинга этот эффект теоретически предсказал советский физик Владимир Наумович Грибов (1930-1997). Сначала рассмотрим предсказание С. Хокинга.

Д.А. Киржниц и В.П. Фролов в статье «Черные дыры, термодинамика, информация» (журнал «Природа», 1981, № 11) пишут: «Поле тяготения черной дыры очень велико (именно поэтому оно производит над падающим телом работу, соизмеримую с его энергией покоя). Рассматривая чисто динамическую задачу о рождении частиц в таком гравитационном поле, С. Хокинг в 1975 г. показал, что оно делает физический вакуум неустойчивым: всегда присутствующие в нем виртуальные (короткоживущие частицы) превращаются в реальные (долгоживущие). Точнее говоря, в вакууме вблизи горизонта событий поле рождает пары частиц, причем одна из компонент пары уходит внутрь черной дыры, занимая состояние с отрицательной энергией, а другая, имеющая положительную энергию, вылетает наружу и может быть зарегистрирована далеким наблюдателем. Таким образом, квантовые свойства вакуума проявляются в том, что черная дыра «обязана» излучать частицы разных сортов, в том числе кванты света. Изучая свойства этого излучения, Хокинг пришел к неожиданному заключению, что оно имеет тепловой характер...» (Киржниц, Фролов, 1981, с.6).

Теперь обратимся к работе, в которой обсуждаются научные результаты В.Н. Грибова. А.А. Ансельм, В.Л. Гинзбург, Ю.Л. Докшицер и др. в статье «Памяти Владимира Наумовича Грибова» (УФН, 1998, том 168, № 4) пишут об отечественном физике: «К сожалению, зачастую он оставлял неопубликованными свои идеи и результаты. Так, например, задолго до С. Хокинга Грибов в дискуссии с Я. Зельдовичем настаивал на том, что благодаря квантовому туннелированию черные дыры должны излучать частицы. Он также впервые высказал мысль, что инстантоны описывают туннельные переходы в вакууме» (Ансельм и др., 1998, с.472).

Об этом же сообщает Я.И. Азимов в статье «Владимир Наумович Грибов. Страницы биографии» (сборник «50 лет Зимней школе ПИЯФ», 2016): «Выступая на одном из семинаров Грибова, Я.Б. Зельдович доказывал, что заряженная вращающаяся черная дыра должна терять энергию через излучение, и тем самым ее скорость должна замедляться. Когда прекратится вращение, как считал Зельдович, прекратится и излучение. Тут Грибов перебил его, утверждая, что эта теория неверна – излучение не прекратится. Зельдович отмахнулся от этого утверждения, и его выступление на семинаре продолжилось без обсуждения утверждения Грибова (хотя оказалось, что они продолжили обсуждение данной проблемы позже, но Зельдович твердо стоял на своем). На этом семинаре я определил для себя ход мысли Грибова следующим образом. Грибов как физик в основном вырос на квантовой физике (в отличие от Зельдовича), и он хорошо знал эффект Швингера – достаточно сильное электрическое поле (т.е. с достаточно большим градиентом электромагнитного потенциала), даже если оно статично и однородно, рождает электронно-позитронные пары посредством квантового туннелирования. Вблизи от горизонта черной дыры градиент гравитационного потенциала очень велик, что тоже должно приводить к рождению пар «частица - античастица». Некоторое время спустя Зельдович опять выступал на семинаре Грибова, теперь уже на тему известной работы Хокинга. В частности, Зельдович сказал: «Володя Грибов пытался убедить меня, что излучение черной дыры должно продолжаться и после ее остановки, но я в это не поверил» (Азимов, 2016, с.45).

Приведем еще один источник. И.Б. Хриплович в предисловии к книге В.Н. Грибова «Квантовая электродинамика» (2001) констатирует: «Еще в 1971 или 1972 году, за два-три года до появления знаменитой работы Хокинга, Грибов четко сформулировал в обсуждениях вывод о том, что черные дыры излучают. В те относительно далекие времена его утверждение вызвало резко отрицательную реакцию, по крайней мере, части «гравитационной» общественности, настаивавшей на том, что мысль об излучении черных дыр противоречит самим основам общей теории относительности. Остается лишь сожалеть, что Владимир Наумович не опубликовал этот результат, по-видимому, считая его самоочевидным» (Хриплович, 2001, с.6-7).

**448. Открытие метода определения массы звезды на основе квадратичного эффекта Доплера.** Метод определения массы звезды при помощи квадратичного эффекта Доплера предложили независимо друг от друга советские ученые И.Д. Новиков, Н.И. Шакура и В.А. Брумберг, с одной стороны, и британский астрофизик Роджер Блэндфорд (род. 1949 г.) совместно с С. Чекольским – с другой.

Н.И. Шакура в статье «Гравитационное излучение от двойной системы, содержащей радиопульсар» (журнал «Природа», 1979, № 10) пишет: «Американские астрофизики Дж. Тейлор, Л. Фаулер и П. Маккаллох сообщили об обнаружении гравитационных волн. Речь шла не о лабораторных экспериментах типа тех, которые ведутся сейчас под руководством Дж. Вебера в США и В.Б. Брагинского в СССР, а об обычных, длительных радиоастрономических наблюдениях одного и того же радиоисточника, но источника уникального по своей природе – двойной звездной системе, одним из компонентов которой является радиопульсар PSR 1913+16» (Шакура, 1979, с.99). Далее автор говорит о способе, которым американские астрофизики вычисляли массу радиопульсара и его компаньона: «Для оценок масс компонентов Тейлор с сотрудниками использовали три эффекта. Вначале были определены наиболее легко измеряемые регулярные вариации периода следования импульсов от пульсара, обусловленные линейным эффектом Доплера. Используя, кроме того, третий закон Кеплера, можно было найти соотношение между массами компонентов и углом наклона орбиты. Затем были измерены дополнительные задержки времени прихода импульсов от пульсара ( $\gamma$ ), обусловленные квадратичным эффектом Доплера [3] и гравитационным красным смещением» (там же, с.99).

Здесь [3] – примечание, в котором Н.И. Шакура указывает: «Этот метод был предложен впервые В.А. Брумбергом, И.Д. Новиковым и Н.И. Шакурой («Письма в

астрономический журнал», 1975, том 1, № 1, с.3) и несколько позже и **независимо** Р. Бленфордом и С. Чекольским («Astrophysical Journal», 1975, vol.198, p.27)» (Шакура, 1979, с.99).

**449. Математическое решение задачи схлопывания, то есть гравитационного сжатия вращающихся звезд.** Австралийский физик Брендон Картер (род. 1942) нашел математическое решение задачи схлопывания вращающихся звезд. При этом он использовал результаты своего предшественника, а именно новозеландского математика Роя Патрика Керра (род. 1934), который дал решение уравнения поля Эйнштейна, описывающее пространственно-временную кривизну вокруг вращающейся электрически заряженной звезды (черной дыры). Независимо от Брендона Картера аналогичный результат получили британский физик Роджер Пенроуз и другие исследователи (Роберт Бойер, Ричард Линдквист). Отметим, что Р. Пенроуз – лауреат Нобелевской премии по физике 2020 г.

Кип Торн в книге «Черные дыры и складки времени: дерзкое наследие Эйнштейна» (2007) пишет о задаче схлопывания вращающихся звезд, над которой работал Брендон Картер: «Картер взялся за решение этой задачи и очень быстро смог получить ответ. В течение года он показал, что решение Керра описывает не просто вращающуюся звезду, но вращающуюся черную дыру. (Это открытие было также **независимо сделано** Роджером Пенроузом в Лондоне, Робертом Бойером в Ливерпуле и Ричардом Линдквистом, бывшим студентом Уилера, работавшим в Веслиянском университете в Мидлтауне, Коннектикут)» (Торн, 2007, с.288-289).

**450. Открытие диаграммы Крускала, дополнившей решение Карла Шварцшильда.** Диаграмму для наглядного представления свойств пространства-времени вблизи черной дыры открыли независимо друг от друга американский физик Мартин Крускал (1925-2006) и венгерский ученый Дьердь Секереш (1911-2005). Как мы уже отмечали, Мартин Крускал разделяет с В.Д. Шафрановым честь открытия критерия устойчивости плазмы в токамаке (критерий Крускала - Шафранова). Он также является одним из создателей теории солитонов.

Нил Тайсон и другие авторы в книге «Большое космическое путешествие» (2018) пишут о независимом открытии Крускала и Секереша: «Итак, теперь вы знаете, как черная дыра выглядит снаружи: она напоминает воронку с отверстием в углублении. Решение, найденное Карлом Шварцшильдом в 1916 году, показало, какова форма этой воронки. Но изобретенная Шварцшильдом хитроумная система координат отказывала на радиусе Шварцшильда. Решение демонстрировало, что происходит извне дыры, но не показывало, что же происходит внутри. <...> Считалось, что у черной дыры есть только внешняя сторона. Наконец, в середине 1960-х годов мой коллега Мартин Крускал с факультета прикладной математики Принстонского университета и Дьердь Секереш из Университета Нового Южного Уэльса **независимо нашли** способ расширить эту координатную систему таким образом, чтобы решение описывало и внутреннюю часть черной дыры. Пространственно-временная схема такого решения ныне называется «диаграмма Крускала» (Н. Тайсон и др., 2018).

Об этом же сообщает Уильям Кауфман в книге «Космические рубежи теории относительности» (1981): «В 1960 г. **независимо друг от друга** Крускал и Секереш нашли требуемые преобразования, переводящие старую диаграмму пространства-времени для шварцшильдовской черной дыры в новую диаграмму – пересмотренную и улучшенную. Эта новая диаграмма Крускала – Секереша корректно покрывает всё пространство-время и полностью выявляет глобальную структуру черной дыры. При этом подтверждаются все отмеченные ранее подозрения и обнаруживаются некоторые новые удивительные и неожиданные детали» (Кауфман, 1981, с.163). Автор продолжает: «Обнаружение Крускалом и Секерешем подобной глобальной структуры пространства-времени у черной

дыры явилось решающим прорывом на фронте теоретической астрофизики. Впервые удалось построить диаграммы, полностью изображающие все области пространства и времени» (там же, с.170).

**451. Расчет формы силовых линий электрического поля, создаваемого заряженной частицей вблизи горизонта черной дыры.** Форму силовых линий электрического поля, создаваемого заряженной частицей вблизи горизонта черной дыры, определили независимо друг от друга несколько ученых. Среди них итальянский физик Ремо Руффини (род. 1942 г.), американский исследователь Роберт Мануэль Уолд (род. 1947 г.) и другие специалисты.

Кип Торн в книге «Черные дыры и складки времени: дерзкое наследие Эйнштейна» (2007) пишет: «В 1971 г. Ханни и Руффини, а также **независимо** от них Роберт Уолд (Принстонский университет) и Джэф Коэн (Принстонский институт передовых исследований) рассчитали форму силовых линий электрического поля, создаваемого заряженной частицей вблизи горизонта невращающейся черной дыры. Их расчеты, основанные на стандартной парадигме искривленного пространства-времени, показали, что кривизна пространства-времени искажает силовые линии...» (Торн, 2007, с.409-410).

**452. Разработка взрывной модели формирования галактик.** Взрывная модель образования галактик разработана Я.Б. Зельдовичем, И.Д. Новиковым и А.Г. Дорошкевичем. Независимо от них аналогичную теорию предложил американский астрофизик и космолог Джереми Острайкер (род. 1937 г.). Джеймс Пиблс в статье «Я.Б. Зельдович и современная космология» (сборник «Я.Б. Зельдович. Воспоминания, письма, документы», 2008) указывает: «Андрей Дорошкевич, Яков Зельдович и Игорь Новиков разработали первую взрывную модель формирования галактик и их скоплений. Эта же идея была предложена **независимо** Джерри Острайкером и другими» (Пиблс, 2008, с.339).

**453. Открытие неустойчивости вытянутых орбит звезд, вращающихся вокруг центра галактики.** Неустойчивость вытянутых орбит звезд, вращающихся вокруг центра галактики, открыли независимо друг от друга английский астрофизик Дональд Линден-Белл (1935-2018) и советский ученый Валерий Львович Поляченко (1940-2014).

А.В. Засов и К.А. Постнов в книге «Общая астрофизика» (2011) пишут о неустойчивости вытянутых орбит: «Эта неустойчивость впервые была **рассмотрена независимо** Д. Линден-Беллом и В.Л. Поляченко. Суть ее заключается в том, что звезды, движущиеся вокруг ядра галактики на близких вытянутых орбитах, воздействуют друг на друга таким образом, что орбиты, прецессируя навстречу друг другу, сближаются. Происходит как бы гравитационное «слипание» вытянутых орбит, и в итоге образуется вытянутая структура – бар. Если эксцентриситет орбит мал, то «захвата» орбит не происходит. По-видимому, этот механизм образования бара эффективен во внутренней области диска, где звезды обладают значительной радиальной дисперсией скоростей» (Засов, Постнов, 2011, с.379-380).

**454. Открытие вспышки Новой звезды в созвездии Лебедя в 1975 году.** Замечательный пример научного открытия, сделанного большой группой специалистов и любителей астрономии, каждый из которых действовал самостоятельно (независимо) - открытие вспышки Новой звезды в созвездии Лебедя в 1975 году. Если разделять точку зрения Френсиса Гальтона, автора концепции наследственного таланта, то упомянутые специалисты и астрономы-любители сделали одинаковое (идентичное) открытие, поскольку обладали одинаковыми генами. На самом же деле считать так – значит заведомо вводить себя в заблуждение. Причина их успеха в другом – в том, что каждый из них был вооружен телескопом и терпением, необходимым для продолжительных наблюдений.

В.П. Горанский в статье «Вспышка Новой в созвездии Лебеда» (журнал «Природа», 1976, № 3) пишет: «...Во время вспышки блеск звезды увеличился более чем на 19 звездных величин, то есть более чем в 50 миллионов раз, что существенно превосходит даже самые яркие вспышки известных ранее Новых звезд (поэтому вначале некоторые наблюдатели приняли ее за сверхновую, однако такое предположение оказалось ошибочным)» (Горанский, 1976, с.122). Далее автор указывает, что Новую звезду в созвездии Лебеда обнаружили независимо друг от друга 50 наблюдателей: «Главный подъем блеска начался днем 29 августа (по московскому времени) и продолжался всего несколько часов. Как раз в тот момент этот участок неба был случайно сфотографирован П. Гарнавичем (Калифорния, США) с помощью метеорной камеры. По снимкам заметно, что блеск Новой возростал очень резко, от часа к часу. В конце подъема блеска Новая стала достаточно яркой, чтобы увидеть ее невооруженным глазом. Первооткрывателями Новой оказались японские любители астрономии К. Осада и М. Хонда. В СССР первыми Новую заметили В. Харевич из Енисейска, А. Бочаров из с.Гофицкого Ставропольского края и С. Шугаров, студент МГУ (Крымская станция ГАИШ); всего же в СССР астрономами-любителями и специалистами сделано **50 независимых открытий** Новой звезды» (там же, с.122-123).

**455. Разработка новых классов стационарных моделей гравитирующих систем, а именно модели сферических систем с эллипсоидальным распределением скоростей.** Разработка данной модели сферических систем с эллипсоидальным распределением скоростей – заслуга отечественного астронома Леонида Петровича Осипкова (1945-2015) и американского исследователя Дэвида Мерритта (род. 1955 г.), которые работали независимо друг от друга.

В книге «Астрономы России 1917-2017» (2017), написанной под редакцией А.М. Черепашука, сообщается о научных результатах Л.П. Осипкова: «В 1971-1972 приложил к гравитирующим системам (проблемы фазового размешивания и третьего интеграла движения) методы эргодической теории и методы усреднения в нелинейной механике. Рассмотрев малые вертикальные колебания в поле ротационно-симметричного потенциала, показал, что введение канонических переменных «действие - угол» позволяет существенно упростить уравнения, которые оказываются интегрируемыми во всех порядках малости (1975). Предложил новые классы стационарных моделей гравитирующих систем, в частности, модели сферических систем с эллипсоидальным распределением скоростей (1979). Позднее такие модели, **независимо введенные** американским астрономом Д. Мерриттом, получили название «модели Осипкова - Мерритта» («Астрономы России», 2017, с.349).

**456. Формулировка гипотезы о том, что частицы колец Сатурна образуют фрактальное множество (канторову пыль).** Автором данной идеи является американский математик французского происхождения Бенуа Мандельброт (1924-2010). Независимо от него к аналогичной идее в 1981 г. пришли Джозеф Аврон (J.E. Avron) и Барри Саймон (B. Simon).

Б. Мандельброт в книге «Фрактальная геометрия природы» (2002) пишет: «Раньше считалось, что Сатурн окружен одним сплошным кольцом. Затем была открыта щель, разделяющая кольцо, потом еще одна, и, наконец, «Вояджер-I» обнаружил огромное количество таких щелей, в большинстве своем очень узких. «Вояджер» также установил, что кольца прозрачны: они пропускают солнечный свет, как подобает множеству, названному нами «тонким и разреженным». Таким образом, структура колец (смотрите [542], особенно иллюстрацию на обложке) являет собой, по всей видимости, совокупность близко расположенных окружностей, причем радиус каждой из этих окружностей соответствует расстоянию от некоторой точки отсчета до некоторой точки канторовой пыли. Специальное название для такого множества – декартово произведение канторовой пыли на окружность. <...> Добавление в последнюю минуту: та же идея **независимо от**



меня озарила и авторов [10], только они соотнесли ее с уравнением Хилла...» (Мандельброт, 2002, с.122-123).

Здесь [10] – Avron J.E., Simon B. Almost periodic Hill's equation and the rings of Saturn // Physical Review Letters. – 1981. – Vol.46. – P.1166-1168.

**457. Объяснение природы космических гамма-всплесков.** Идею о том, что космические гамма-всплески – результат гибели массивной звезды, которая выбрасывает огромное количество энергии в диапазоне гамма-излучения на конечных стадиях эволюции, сформулировали независимо друг от друга советские астрофизики Сергей Иванович Блинников и Игорь Дмитриевич Новиков (род. 1935 г.), с одной стороны, и польско-американский ученый Богдан Пачиньский (1940-2007) – с другой.

К.А. Постнов в статье «Земное эхо космических катастроф» (журнал «Природа», 1996, № 6) пишет: «Остановимся подробнее на космологической модели источников гамма-всплесков. В 1982 г. С.И. Блинниковым (ИГЭФ), И.Д. Новиковым (ИКИ РАН) с коллегами была предложена модель, в которой гамма-всплески связывались с конечными стадиями эволюции двойных нейтронных звезд или черных дыр. Аналогичная модель была **независимо предложена** и более детально разработана известным американским астрофизиком Богданом Пачиньским в начале 90-х годов» (Постнов, 1996, с.84).

**458. Обнаружение связи между космологической инфляцией и такими свойствами Вселенной, как однородность и изотропность в больших масштабах.** На одном из этапов развития космологии возникла мысль о том, что однородность и изотропность Вселенной может быть результатом ускоренного (экспоненциального) расширения Вселенной, что имело место сразу после Большого взрыва. Другими словами, ученые высказали догадку о том, что должна существовать причинно-следственная связь между однородной и изотропной Вселенной и стадией ее экспоненциального «раздувания», которая была названа космологической инфляцией. К этой мысли пришли независимо друг от друга американский физик Алан Гут (род. 1947 г.) и бельгийские ученые Роберт Браут (1928-2011) и Франсуа Энглер (род. 1932 г.). Выше мы отмечали, что Р. Браут и В. Энглер входят в число исследователей, которые в 1964 г. самостоятельно открыли «механизм Хиггса» - механизм генерации масс промежуточных бозонов.

В.Ф. Муханов в статье «Квантовая Вселенная» (УФН, 2016, том 186, № 10) пишет о событиях 1980-1981 гг.: «Приблизительно в то же самое время Алан Гут заметил, что стадия ускоренного расширения (которую он назвал космологической инфляцией) могла бы помочь объяснить, почему Вселенная является однородной и изотропной в больших масштабах, а также решить проблемы причинности и отсутствия магнитных монополей (в те времена большинство физиков, занимавшихся элементарными частицами, верило в теории Большого объединения, где монополи неизбежны) [15]. **Аналогичная** идея была высказана в 1977 г. Робертом Браутом, Франсуа Энглертом и Эдгаром Гунцигом [16], но осталась незамеченной широкой физической общественностью» (Муханов, 2016, с.1120).

**459. Формулировка идеи о том, что квантовые флуктуации ранней Вселенной явились причиной возникновения галактик.** Гипотезу о том, что причиной образования галактик явились квантовые флуктуации ранней Вселенной, выдвинули независимо друг от друга советские физики Вячеслав Федорович Муханов (род. 1956 г.) и Геннадий Васильевич Чибисов (1946-2008), с одной стороны, и Стивен Хокинг (упоминавшийся выше) – с другой. В 2016 г. В.Ф. Муханов и С. Хокинг удостоены Международной премии «Границы знаний в фундаментальных науках».

В.Ф. Муханов в статье «Квантовая Вселенная» (УФН, 2016, том 186, № 10) пишет: «...К концу 1980 г. мы практически завершили теорию квантового происхождения структуры во Вселенной, и работа с окончательным спектром возмущений была опубликована в мае 1981 г. в «Письмах в ЖЭТФ» [13]. В течение года после публикации

нашей работы Стивен Хокинг, используя другие методы, **независимо** пришел к тем же выводам [14]» (Муханов, 2016, с.1120).

Здесь [13] – Муханов В.Ф., Чибисов Г.В. Квантовые флуктуации и «несингулярная» Вселенная // Письма в ЖЭТФ. – 1981. – Том 33. – С. 549.

[14] – Hawking S.W. The development of irregularities in a single bubble inflationary universe // Physical Letters. – 1982. – Vol.B115. – P.295.

О том, что независимо от В.Ф. Муханова и Г.В. Чибисова идея квантовых флуктуаций как источник космологических неоднородностей (возмущений), породивших галактики, выдвигалась западными учеными, пишет также Леонард Сасскинд. В частности, в книге «Космический ландшафт. Теория струн и иллюзия разумного замысла Вселенной» (2015) он говорит об идее квантовых флуктуаций: «...Она выдержала испытание временем и в настоящее время представляет собой один из краеугольных камней современной космологии. И опять честь первооткрывателя принадлежала молодому советскому космологу Вячеславу Муханову; изучавшему работы Старобинского. История повторяется: теория Муханова оставалась неизвестной за пределами СССР, пока ее **независимо** не пероткрыли несколько групп, работавших в США» (Сасскинд, 2015, с.199).

Сошлемся на еще один источник. В заметке «Премии: за рождение галактик» (журнал «Эксперт», № 4 (972), 25-31 января 2016 г.) сообщается: «Российский ученый Вячеслав Муханов, работающий в Германии, и британец Стивен Хокинг получили международную премию «Границы знаний в фундаментальных науках» (BVVA Foundation Frontiers of Knowledge Awards in Basic Sciences). Этой награды они удостоились за открытие, к которому пришли **независимо друг от друга**, объясняющее рождение галактик. Как предположили лауреаты, эти астрономические объекты сформировались за счет квантовых флуктуаций в самом начале существования Вселенной. Свою теорию они выдвинули в 1980-х годах, а спустя тридцать лет она была доказана экспериментально» («Эксперт», 2016, с.5).

**460. Рождение гипотезы о том, что квантовые флуктуации вакуума – причина возникновения Вселенной в целом.** Следует отметить, что еще в 1970-1973 гг. американский космолог Эдвард Трайон (1940-2019) и советский физик Петр Иванович Фомин (1930-2011) сформулировали предположение о том, что Вселенная в целом возникла как следствие квантовых флуктуаций вакуума. Иначе говоря, до работ В.Ф. Муханова и Г.В. Чибисова уже высказывалась идея о фундаментальной роли квантовых флуктуаций (обусловленных, как можно догадаться, знаменитым принципом неопределенности Гейзенберга).

Перед нами книга «Квантовая теория и космология» (2009), написанная под редакцией В.Ю. Дорофеева и Ю.В. Павлова. Данная книга представляет собой сборник статей, посвященный 70-летию профессора А.А. Грибова. В сборнике содержится статья М.Л. Фильченкова, Ю.П. Лаптева и Р.Х. Сайбаталова «Ранняя Вселенная: рождение частиц и квантовая космология», в которой авторы пишут: «Из факта расширения Вселенной следует, что в прошлом она имела очень малый размер и должна рассматриваться в рамках квантовой модели. В 1973 г. физики Э.П. Трайен (США) и П.И. Фомин (СССР) **независимо друг от друга** выдвинули предположение о том, что Вселенная возникла из вакуума в результате квантовой флуктуации. Так родилось новое научное направление – квантовая космология. В 1982 г. А. Виленкин (США) предложил интерпретировать спонтанное квантовое рождение Вселенной из деситтеровского вакуума как туннельный эффект, подобный альфа-распаду атомного ядра» (Фильченков и др., 2009, с.207-208).

Об исследованиях Э. Трайона сообщает Алекс Виленкин в книге «Мир многих миров. Физики в поисках иных вселенных» (2010). Автор освещает историю идеи Вселенной как квантовой флуктуации: «Первое предположение такого рода восходит к Эдварду Трайону (Edward Tryon) из Хантеровского колледжа при Университете Нью-Йорка. Он выдвинул идею, что Вселенная возникла из вакуума благодаря квантовой флуктуации. Эта мысль

впервые пришла к нему в 1970 году во время физического семинара. Трайон сказал, что она поразила его подобно вспышке света – как будто перед ним раскрылась некая глубочайшая истина. Когда докладчик сделал паузу, чтобы собраться с мыслями, Трайон выпалил: «Может быть, Вселенная – это вакуумная флуктуация!» Аудитория разразилась хохотом» (Виленкин, 2010, с.240-241).

Научные результаты П.И. Фомина обсуждаются в книге С.И. Минакова «Таинственные явления природы и Вселенной» (2014): «У трайоновской теории возникновения мира была одна, так сказать, «логическая» проблема. Дело в том, что эта теория, по существу, не объясняет, откуда произошла Вселенная. В принципе, объединив средства квантовой теории поля и ОТО, можно последовательно описать, как крошечная замкнутая вселенная отделяется от уже существующей области пространства. Это сделал в 1973 году харьковский физик Петр Фомин (в статье Трайона того же года это сделано не было). Возможно, и сама идея возникла впервые именно у Фомина – он назвал это гравитационной неустойчивостью. Статья Трайона была опубликована в престижнейшем физическом журнале «Nature». А Петр Фомин не имел возможности попасть в это издание и опубликовал свою работу в УССР» (С.И. Минаков, 2014).

Приведем работы Э. Трайона и П.И. Фомина:

- Фомин П.И. Гравитационная неустойчивость вакуума и космологическая проблема. – Киев: ИТФ АН УССР, 1973. – 9 с.
- Tryon E.P. Is the Universe a vacuum fluctuation? // Nature. – 1973. – Vol.246. – P.396.

**461. Разработка инфляционной модели эволюции Вселенной.** Инфляционную модель расширения Вселенной разработали независимо друг от друга несколько ученых. Теории, предложенные ими, различались в деталях, но были эквивалентными (сходными) в существенных чертах. Среди авторов инфляционной модели мы находим советских физиков Алексея Старобинского и Андрея Линде, а также американских космологов Алана Гута, Пола Стейнхардта и Андреаса Альбрехта.

О результатах Алексея Старобинского пишет Борис Штерн в статье «Теперь не хватает лишь Нобелевской» (газета «Троицкий вариант», № 285 от 13.08.2019 г.): «Алексей Старобинский первым предложил математически обоснованную модель механизма образования Вселенной (из мельчайшего зародыша). Впоследствии этот механизм был назван космологической инфляцией. Модель Старобинского была признана не сразу, но сейчас она дает наилучшее согласие с данными, выглядит самой естественной и не требует введения новых сущностей. По своей природе «мотором», раздувающим Вселенную в модели Старобинского, служит эффект Казимира (в динамическом варианте) - искажение нулевых вакуумных колебаний за счет кривизны пространства. Никаких дополнительных полей-инфлатонов не требуется. Ключевая работа Алексея об этом опубликована в 1980 году. Вячеслав Муханов очень скоро после выхода работы Старобинского сделал еще один важнейший шаг. Он вместе с Геннадием Чибисовым показал, что при космологической инфляции за счет квантовых эффектов рождаются микроскопические неоднородности Вселенной, которые потом растягиваются, усиливаются, сгущаются за счет самогравитации и превращаются в галактики. То есть галактики происходят от микроскопических квантовых флуктуаций вакуума. Эта идея вначале вызвала бурное противостояние части коллег, но вскоре стала общепринятой» (Б. Штерн, 2019).

О том, что Андрей Линде начал разрабатывать инфляционную модель расширения Вселенной независимо от Алана Гута (род. 1947 г.), сообщает Виктор Стенджер в книге «Бог и Мультивселенная» (2016): «Из всех самобытных и продуктивных космологов, специализирующихся на инфляционных моделях, на которые обратили внимание вскоре после выхода работы Гута, Андрей Линде – один из самых выдающихся. Гут любезно признает, что Линде **независимо разработал** большую часть инфляционной теории Вселенной в конце 1970-х, хотя сам Линде отметил, что не сразу осознал всю ее значимость» (Стенджер, 2016, с.283).

**462. Использование скалярного поля в инфляционной модели эволюции Вселенной.** Модель, предложенная Аланом Гутом, имела существенный недостаток – она не давала однородное распределение вещества и энергии во всем пространстве Вселенной. Этот дефект первоначальной теории удалось устранить за счет введения скалярного поля. К идее скалярного поля пришли независимо друг от друга Андрей Линде, Андреас Альбрехт и Пол Стейнхардт. Они предположили, что на ранней стадии развития Вселенной в ней существовало скалярное поле, создающее отрицательное давление. Кванты этого поля – частицы с нулевым спином (бозоны), подобные бозонам поля Хиггса.

Алекс Виленкин в монографии «Мир многих миров. Физики в поисках иных вселенных» (2010) пишет: «Ключевая идея Линде состояла в том, что вблизи вершины холма скалярное поле катится очень медленно, и потому пройдет много времени, прежде чем оно пересечет эту область. Между тем вселенная продолжает расширяться, колоссальным образом вырастая в размерах. Попадая на крутую часть энергетического склона, поле начинает катиться быстрее, а достигнув наконец минимума, осциллирует и расходует свою энергию на порождение горячей смеси частиц. В этот момент мы получаем горячую расширяющуюся вселенную, которая к тому же является однородной и почти плоской. Проблема изящного выхода решена! Всё, что нужно, – это скалярное поле, энергетическая функция которого имеет функцию приплюнутого холма, как на рисунке 6.4. Вы можете спросить: а как скалярное поле в самом начале оказалось на вершине холма? Хороший вопрос. <...> Статья Линде появилась в феврале 1982 года, и ту же, по сути, идею **независимо опубликовали** американские физики Андреас Альбрехт (Andreas Albrecht) и Пол Стейнхардт (Paul Steinhardt). Теория инфляции была спасена» (Виленкин, 2010, с.84-86).

Аналогичные сведения можно найти в книге Нил Тайсона и др. «Большое космическое путешествие» (2018), где авторы пишут о расширении Вселенной: «Расширение происходит все быстрее и быстрее, пока, наконец, этот процесс не разгоняется до субсветовой скорости. Тем временем внутри пузырька плотность энергии вакуума постепенно снижается (катится с холма к морю). Пока пузырек катится со склона, инфляция в нем продолжается. Когда он скатится на берег моря и вся его вакуумная энергия растрачена по пути на образование элементарных частиц, инфляция остановится и начнется фридмановский этап. Именно такой сценарий **независимо друг от друга** описали в своих статьях Андрей Линде, а также Андреас Альбрехт и Пол Стейнхардт...» (Н. Тайсон и др., 2018).

Приведем еще один источник. Е.В. Арбузова и А.Д. Долгов в статье «Эффекты неустойчивости в  $F(R)$ -модифицированной гравитации и при гравитационном бариогенезисе» (журнал «Физика элементарных частиц и атомного ядра», 2019, том 50, № 6) констатируют: «Предположение об инфляции было выдвинуто в 1979 г. Казанасом [30] и Старобинским [31-33] и в более полной форме Гутом [34] в 1980 г. Однако конкретный механизм инфляции, предложенный Гутом, был нереалистичным. Этот недостаток был исправлен Линде [35, 36] в 1982 г. и, **независимо**, Альбрехтом и Стейнхардом [37], которые предложили так называемую новую инфляционную модель и ввели динамическое инфлатонное поле, вызывающее экспоненциальное расширение Вселенной. Механизм генерации возмущений плотности на инфляционной стадии был указан Мухановым и Чибисовым [38]» (Арбузова, Долгов, 2019, с.1118-1119).

Здесь [31] – Старобинский А.А. Спектр реликтового гравитационного излучения и начальное состояние Вселенной // Письма в ЖЭТФ. – 1979. – Том 30. - № 11. – С.719.

[32] – Гурович В.Ц., Старобинский А.А. Квантовые эффекты и регулярные космологические модели // ЖЭТФ. – 1979. – Том 77. - № 5. – С.1683.

[38] – Муханов В.Ф., Чибисов Г.В. Квантовые флуктуации и несингулярная Вселенная // Письма ЖЭТФ. – 1981. – Том 33. – С.549.

**463. Разработка инфляционной модели эволюции Вселенной в трудах Демосфена Казанаса и Кацухико Сато.** Американский астрофизик Демосфен Казанас и японский космолог Кацухико Сато – ученые, которые вполне самостоятельно (независимо) разработали модель развития Вселенной, содержащую идею инфляционного (экспоненциального) расширения пространства сразу после Большого взрыва.

Виктор Стенджер в книге «Бог и Мультивселенная» (2016) пишет: «5 мая 1980 года знакомый астрофизик Демосфен Казанас из Центра космических полетов имени Годдарда отправил в *Astrophysical Journal* статью, озаглавленную «Динамика Вселенной и спонтанное нарушение симметрии». В ней он утверждает, что фазовый переход в ранней Вселенной, связанный со спонтанным нарушением симметрии, приведет к экспоненциальному расширению, которое может объяснить наблюдаемую изотропность Вселенной. Я считаю, что это была первая опубликованная работа, прямым текстом признающая экспоненциальное расширение в качестве одной из главных проблем с общепринятой моделью Большого взрыва, а именно проблемы горизонта. 9 сентября 1980 года японский физик Кацухико Сато отправил в «Ежемесячный обзор Королевского астрономического общества» (*Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*) статью, в которой также доказывал, что фазовый переход первого рода может привести к экспоненциальному расширению Вселенной. Он предположил, что происхождение галактик может объясняться флуктуациями, но не упомянул другие проблемы, связанные с моделью Большого взрыва. Однако решающей работой по инфляционной теории стала статья, отправленная в *Physical Review* 1 августа 1980 года физиком Аланом Гутом, в ту пору получившим докторскую степень и занимавшимся исследованиями на Стэнфордском линейном ускорителе. Гут осознал всю значимость раннего периода экспоненциального расширения Вселенной, подчеркнув, каким образом это решает проблемы горизонта и плоской Вселенной, а также предложил возможное решение проблемы монополей» (Стенджер, 2016, с.с.276-277).

Об этом же сообщает Брайан Китинг в книге «Гонка за Нобелем. История о космологии, амбициях и высшей научной награде» (2019). Автор пишет о событиях 2016 года: «Я воспрял духом, когда 20 марта наткнулся в Интернете на призыв под лозунгом: «Голосуйте за лауреатов Нобелевской премии за открытие инфляции». Голосование было организовано популярным блогером-физиком Филипом Гиббсом, и его целью было оценить скорее популярность отдельных ученых, нежели их реальный научный вклад. Из 700 голосов 40 % были отданы Андрею Линде; за ним с большим отрывом следовал Алан Гут с 16 % голосов. На третьем и четвертом месте шли российский космолог Алексей Старобинский (10 %) и японский физик Кацухико Сато (7 %). Старобинский и Сато пришли к инфляционной идее **почти одновременно с Гутом**» (Б. Китинг, 2019).

Дополнительная литература по теме:

- Грин Б. Ткань космоса. Пространство, время и текстура реальности. – М.: изд-во УРСС, 2009. – 608 с.

**464. Открытие анизотропии космического микроволнового реликтового излучения.** Традиционно считается, что первооткрывателями анизотропии космического микроволнового реликтового излучения являются американские астрофизики Джон Мазер (род. 1946 г.) и Джордж Смут (род. 1945 г.), которые в 2006 г. удостоены Нобелевской премии по физике. Однако независимо от них (и раньше) аналогичное открытие сделали российские физики А.А. Брюханов, М.В. Сажин, Д.П. Скулачев, И.А. Струков. Эксперимент, позволивший обнаружить анизотропию реликтового излучения, назывался «Реликт-1», а космический аппарат, использовавшийся в эксперименте, - «Прогноз-9».

Д.П. Скулачев в статье «Они были первыми» (журнал «Наука и жизнь», 2009, № 6) пишет об обработке информации, которая указывала на существование упомянутой анизотропии: «При разработке программного обеспечения старые программы тщательно анализировали, уточняли, а многие писали заново. Для проверки были повторно

обработаны данные первого «Реликта». Новые алгоритмы оказались более эффективными. Они позволили лучше учесть детали, отфильтровать шумы и – к общей радости – обнаружить, наконец, столь долго ускользающую анизотропию в реликтовом фоне. Основную роль здесь сыграл Андрей Анатольевич Брюханов, ныне ведущий сотрудник крупной Московской фирмы, занимающейся компьютерными системами. Недавно, роаясь в старых бумагах, я нашел рабочую тетрадь того времени. <...> Красным обведена историческая запись: «Сигнал обнаружен!» Андрей Анатольевич – человек аккуратный: он всегда клеивал в свои тетради текущие распечатки из вычислительного центра. Поэтому мы можем точно определить дату: 3 марта 1991 года» (Скулачев, 2009, с.9).

Об этом же сообщают О.С. Сажина и М. Капаччиоли в статье «Космология: наблюдательные основы» (журнал «Пространство, время и фундаментальные взаимодействия», 2019, № 4): «Крупномасштабная анизотропия реликтового излучения была открыта в 1992 г. с помощью советского космического аппарата серии «Прогноз» [11]. Эксперимент назывался «Реликт». Рабочая группа в составе руководителя эксперимента И.А. Струкова, а также Д.П. Скулачева, А.А. Брюханова и М.В. Сажина в январе 1992 г. на научном семинаре в ГАИШ МГУ сообщила об обнаружении анизотропии. Отношение полученного сигнала к шуму было не очень велико, порядка 3. Одновременно с этим была послана статья на русском языке в научный журнал «Письма в Астрономический Журнал», а также в англоязычный научный журнал «Monthly Notices of Royal Astronomical Society». Статью в последнем журнале **задержали с публикацией**. В конце апреля 1992-го г. научный руководитель проекта DMR, который был установлен на космическом аппарате СОВЕ [12], Дж. Смут объявил на специальной пресс-конференции об открытии анизотропии реликтового излучения. <...> Репортеры посвятили этому событию огромное количество статей в средствах массовой информации, назвав радиокарты СОВЕ «кликом господ бога»; за свою работу Дж. Смут был впоследствии удостоен Нобелевской премии. Однако первыми «клик господ бога» увидели все-таки советские ученые» (Сажина, Капаччиоли, 2019, с.132).

Следует отметить, что Джордж Смут первоначально не знал, как измерять анизотропию реликтового излучения, поэтому приезжал в Москву и консультировался с Я.Б. Зельдовичем (о чем мало кому известно). Борис Штерн в книге «Прорыв за край мира. О космологии землян и европиан» (2014) приводит слова известного российского астрофизика Владимира Лукаша: «Я помню, как в начале 1970-х в группу Зельдовича приезжал Джордж Смут, спрашивал, как и что измерять, и какие ожидаются амплитуды сигнала. Речь тогда шла об амплитудах  $\approx 10^{-4}$ , однако много позже анизотропия была открыта на уровне  $10^{-5}$  в полном соответствии с предсказаниями Космологической стандартной модели» (Лукаш, 2014, с.112-113).

В 2020 году Дмитрию Петровичу Скулачеву, Игорю Аркадьевичу Струкову и Михаилу Васильевичу Сажину присуждена премия имени И.С. Шкловского за цикл работ «Первое обнаружение анизотропии реликтового излучения на российском спутнике «Реликт».

**465. Открытие ускоренного расширения Вселенной.** На протяжении длительного времени (с тех пор, как Э. Хаббл открыл взаимное разбегание галактик) ученые были уверены, что Вселенная, продолжая расширяться, должна постепенно замедлять скорость расширения. Другими словами, миллиарды галактик, удаляющиеся друг от друга, должны со временем терять скорость своего движения. Однако изучение дальних сверхновых звезд опровергло эту точку зрения: Вселенная расширяется с ускорением. Данное открытие сделали независимо друг от друга две научные группы американских астрофизиков: одну из них возглавлял Сол Перлмуттер (род. 1959 г.), другую – Брайан Шмидт (род. 1967 г.). В 2011 г. эти ученые, а также Адам Рис, получили Нобелевскую премию по физике.

Мичио Каку в книге «Параллельные миры» (2008) пишет: «Две **независимые группы** астрономов – возглавляемые Солом Перлмуттером «Проект космологии сверхновых»

(Supernova Cosmology Project) и Брайаном П. Шмидтом «Группа поисков сверхновых с большим красным смещением» (High-Z Supernova Search Team) – рассчитывали обнаружить, что Вселенная, продолжая расширяться, всё же постепенно замедляет скорость расширения. Для нескольких поколений астрономов это было догмой, которой учили во всех курсах космологии, - «изначальное расширение постепенно замедляется». После того как каждая из групп изучила около дюжины сверхновых, они обнаружили, что Вселенная расширяется не так быстро, как считалось раньше (то есть красное смещение сверхновых – а, следовательно, и их скорость – было меньше априорных ожиданий). При сравнении скорости расширения ранней Вселенной и Вселенной наших дней обе группы астрономов заключили, что в наши дни скорость расширения Вселенной – не меньше, а больше. К своему большому удивлению, обе группы пришли к поразительному выводу: расширение Вселенной ускоряется» (Каку, 2008, с.72-73).

Об этом же сообщает А.Н. Петров в книге «Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор» (2013): «Казалось бы, решив проблемы фридмановской космологии, можно было успокоиться. Но не тут-то было. В 1998 году два **независимых коллектива** исследовали удаленные сверхновые с целью измерения скорости расширения Вселенной. Одна из них, под руководством Сола Перлмуттера, приступила к работе в 1988 году, другая, возглавляемая Брайаном Шмидтом, подключилась к исследованиям в 1994 году. Результат был чрезвычайно неожиданным – оказалось, что Вселенная находится в режиме ускоренного расширения. <...> За это открытие Нобелевская премия по физике 2011 года вручена американцу Солу Перлмуттеру, австралийцу Брайану Шмидту и американцу Адаму Рису» (Петров, 2013, с.203-204).

Независимость исследований двух разных научных групп отмечает также Марио Ливио в книге «От Дарвина до Эйнштейна» (2015): «...Подобно тому, как притяжение Земли замедляет движение любого предмета, подброшенного вверх, можно ожидать, что расширение Вселенной должно замедляться из-за гравитационного взаимодействия всей материи и энергии в ней. А в 1998 году две группы астрономов **независимо открыли**, что за последние шесть миллиардов лет расширение Вселенной вовсе не замедлилось - напротив, оно ускорилось!» (М. Ливио, 2015).

Следует отметить, что задолго до изысканий С. Перлмуттера и Б. Шмидта вышеописанное открытие сделали (не осознавая сущности полученных результатов) Джеймс Ганн и Беатрис Тинсли, работая над диаграммой Хаббла – зависимостью красного смещения космических объектов стандартной светимости от их видимой яркости. Борис Штерн в книге «Прорыв за край мира. О космологии землян и европиан» (2014) приводит слова отечественного астрофизика Владимира Лукаша: «В середине 1970-х Джеймс Ганн и Беатрис Тинсли опубликовали свою версию диаграммы Хаббла. Они ее строили по центральным галактикам больших скоплений – тогда считалось, что яркость у таких галактик более – менее одинакова. Так вот, их данные лучше всего описывались отрицательным параметром замедления, то есть ускорением, ускоряющимся космологическим расширением (сейчас-то мы знаем, что именно так оно и есть). Но тогда народ был еще не готов всерьез воспринять ускоренное расширение, всё свалили на ошибки измерений и про этот результат потихоньку забыли» (Лукаш, 2014, с.114-117).

Сам Борис Штерн следующим образом комментирует это обстоятельство: «Потрясающе! Уже который раз оказывается, что важнейшие факты в космологии видели задолго до официального открытия, но не придали значения или не поверили. Космологическая инфляция как новая парадигма появилась в 1981 году. Часто идеи, перед тем как восторжествовать, **витают в воздухе**» (Штерн, 2014, с.115).

**466. Открытие экзопланет (планет, подобных нашей).** Первую экзопланету, расположенную в окрестности звезды 51 Пегас, обнаружили швейцарские астрономы Мишель Майор (род. 1942 г.) и Дидье Кело (род. 1966 г.). Независимо от них к этому открытию близко подошел американский астрофизик Джеффри Марси (род. 1954 г.),

который, к сожалению, не уделил должного внимания звезде 51 Пегас, чьи колеблющиеся линии спектра он исследовал. В результате Дж. Марси лишил себя Нобелевской премии, которая была вручена в 2019 г. Мишель Майору и Дидье Кело.

Антон Заритовский в очерке «Свет далеких планет. Где ученые ищут новый дом для всего человечества» (информационное агентство «ТАСС», 2023) пишет: «...Астрономы из калифорнийской и Женевской научных групп обратили внимание на звезду 51 Пегаса – приборы зафиксировали колебания линий в ее спектре с периодом в 4,23 суток. Смещения спектра 51 Пегаса были столь значительны, что вызвать их могла только массивная планета, которая к тому же должна находиться очень близко к звезде. Это противоречило тому, что астрономы видели в Солнечной системе: небольшие и лёгкие планеты рядом со звездой, а планеты-гиганты - на значительном от неё удалении. Калифорнийская группа, возглавляемая Джеффри Марси, решила, что в измерениях закралась какая-то ошибка, и не стала публиковать результаты. А вот швейцарские астрономы Мишель Майор и Дидье Кело в 1995 году объявили, что обнаружили экзопланету 51 Pegasi b - первую у солнцеподобной звезды. Она примерно вдвое легче Юпитера и удалена от светила на расстояние всего 0,0527 астрономических единиц. В 2015 году Международный астрономический комитет присвоил планете название Димидий, а четырьмя годами позже заслуги Майора и Кело отметил Нобелевский комитет, вручив им премию по физике. «Фактически награда уплыла из-под носа калифорнийской группы просто потому, что астрономам не хватило научной смелости опубликовать столь странный результат» - [отметила] Владислава Ананьева, астроном» (А. Заритовский, 2023).

Об этом же сообщает доктор физико-математических наук Л. Ксанфомалити в статье «Планетные системы звезд» (журнал «Наука и жизнь», 2006, № 11). Автор говорит о Джеффри Марси и его аспиранте П. Батлере: «...Чтобы ускорить работу, число регулярно наблюдавшихся звезд было сокращено со 120 до 25. Среди отброшенных была и звезда 51 Peg, потому что в Йельском каталоге ярких звезд она значилась как нестабильный субгигант и относилась к особому виду звезд. В действительности 51 Peg – спокойная звезда солнечного типа, спектральный класс G2.5. Эта ошибка в каталоге для Марси и Батлера стала роковой» (Ксанфомалити, 2006, с.8).

Далее автор указывает, что Мишель Майор и его помощник Дидье Кело, в противоположность Джеффри Марси, сосредоточились на исследовании звезды 51 Peg, в результате чего открыли первую экзопланету, вращающуюся вокруг нее: «Осенью 1995 года на конференции в Италии Майор и Кело (Кело – Н.Н.Б.) доложили о своем открытии, о необычной близости планеты к звезде и ее большой массе. Планеты стали называть по имени звезды с добавлением буквы b для первой найденной планеты, с для второй и т.д. <...> Из-за близости к звезде температура планеты очень высока и превышает, вероятно, 1000 К (в дальнейшем этот тип планет получил название «горячий юпитер»). Работа была представлена в журнал «Nature». Открытие вызвало сенсацию, причем критики тут же отметили, что такая планета по целому ряду причин просто не могла образоваться. Что же касается Д. Марси и П. Батлера, вести с конференции застали их врасплох. У них шли наблюдения, и последующие четыре ночи они посвятили столь опрометчиво оставленной ими 51 Peg. Вскоре сомнений не осталось: швейцарцы правы. Огорчению Марси и Батлера не было границ – столько лет работы, а первенство досталось другим» (там же, с.9).

**467. Доказательство существования черной дыры в центре нашей галактики.** Существование черной дыры в центре нашей галактики доказали независимо друг от друга немецкий астрофизик Райнхард Генцель (род. 1952 г.) и американская женщина-ученый Андреа Миа Гез (род. 1965 г.). Р. Генцель вел наблюдения в Европейской южной обсерватории (ESO) и Ла-Силья в Чили, А. Гез – в обсерватории Кека, размещенной на одном из островов Гавайского архипелага. В 2020 г. ученые удостоены Нобелевской премии по физике.



Андрей Яшлавский в статье «Нобелевскую премию по физике присудили за черные дыры» (газета «Московский комсомолец», 06.10.2020 г.) пишет: «Две группы астрофизиков под руководством Райнхарда Генцеля и Андреа Гез, **независимо друг от друга**, проводили с 1998 года исследования, применяя технологии, которые устраняют искажения, вносимые атмосферой Земли, и получили доказательства того, что наша галактика имеет в своем центре сверхмассивную черную дыру, которая в 4 миллиона раз массивнее Солнца» (А. Яшлавский, 2020).

Об этом же сообщает Татьяна Пичугина в статье «Как увидеть тень черной дыры» (газета «Троицкий вариант», № 208 от 12.07.2016 г.). Автор указывает, что в 2012 г. Р. Генцель и А. Гез наградились премией Краффорда: «Обе группы **независимо друг от друга** получили доказательства существования сверхмассивной черной дыры в центре Млечного пути, за что в 2012 году их лидеры Андреа Гез (Andrea M. Ghez) и Райнхард Генцель (Reinhard Genzel) стали лауреатами премии Краффорда (Crafoord Prize) с фондом в половину Нобелевской. Ее вручает тоже Шведская королевская академия наук» (Пичугина, 2016, с.8).

Процитируем еще одну работу. Л. Белопухов в статье «Черные дыры существуют» (журнал «Квант», 2021, № 3) пишет: «Научное дружеское **соревнование групп** Гез и Генцеля принесло свои плоды. При изучении звездного скопления SO-2 в созвездии Стрельца, закрывающего центр Млечного пути, были обнаружены большие скорости движения отдельных звезд этого скопления. А рассмотрение их эллиптических траекторий показало, что они подчиняются кеплеровским законам, что и дало возможность определить массу того тела, которое управляло движением звезд. Она составляла 4 миллиона солнечных масс и заставляла крутиться ближайшее к ней газовое облако с релятивистскими скоростями порядка 0,3 скорости света. Почти двадцать лет длились наблюдения, результатом которых стала уверенность, что в центре Галактики находится мощная черная дыра» (Белопухов, 2021, с.8). «Из разряда «ужасных монстров» черные дыры перешли в перечень «законных» космических объектов, изучение которых подтверждает современные представления о Вселенной» (там же, с.11).

## Глава 4

### Одновременные (повторные) открытия в области химии

**468. Открытие закона Бойля-Мариотта.** Этот закон, согласно которому существует обратно пропорциональная зависимость между объемом газа и его давлением, был открыт английским химиком Робертом Бойлем (1660). Независимо от него этот же закон обнаружил француз Эдм Мариотт (1676).

Я.М. Гельфер в книге «История и методология термодинамики и статистической физики» (1981) пишет: «Записывая полученные данные в таблицу [26, с.167], Бойль первоначально не обратил внимания на характер этой зависимости. По его словам, это сделал его ученик Ричард Тоунлей: числа, выражающие объемы сжимаемого воздуха, находились в обратно пропорциональной зависимости от чисел, выражающих соответствующие давления. Так был открыт около 1660 г. первый газовый закон, сформулированный Бойлем следующим образом: давления и объемы находятся в обратном отношении. Этот закон сыграл в дальнейшем большую роль в развитии молекулярных представлений. **Независимо от Бойля** подобная зависимость между объемом газа и его давлением была обнаружена в 1676 г. французским аббатом Э. Мариоттом» (Гельфер, 1981, с.18-19).

Об этом же сообщают В.А. Кириллин, В.В. Сычев и А.Е. Шейндлин в книге «Техническая термодинамика» (2016): «В 1662 г. Р. Бойлем и в 1676 г. **независимо от него** Э. Мариоттом было показано, что при постоянной температуре произведение давления газа на его объем постоянно, т.е. в изотермическом процессе расширения или сжатия газа  $pV = \text{const}$ . Соотношение носит название закона Бойля - Мариотта» (Кириллин и др., 2016, с.15).

**Индуктивный характер** этого открытия вполне очевиден. Б. Кедров в книге «О творчестве в науке и технике» (1987) указывает: «...Р. Бойль, установив ряд внешне независимых между собою фактов, когда он менял то объем, то давление воздуха, заметил, что все эти факты между собою связаны некоторым особым соотношением: чем больший объем занимает данная порция воздуха, тем меньше ее давление и наоборот. Значит, заключил он, между объемом и давлением воздуха существует отношение обратной пропорциональности. И это была ступень к раскрытию между ними причинных отношений» (Кедров, 1987, с.143).

**469. Изобретение технологии получения разновидностей твердого фарфора.** Авторами данного изобретения являются французский химик Пьер Жозеф Макер (1718-1784) и британский фармацевт Уильям Кукворт (1705-1780), которые нашли способ получения твердого фарфора независимо друг от друга.

Томас Дерри и Тревор Уильямс в книге «Краткая история технологий. Идеи, процессы и устройства, при помощи которых человек изменяет окружающую среду с древности до наших дней» (2021) пишут: «В 1710 году после множества попыток воспроизвести качество китайского фарфора в Европе появились различные сорта мягкого фарфора, а также красивая фаянсовая посуда с украшениями в китайском стиле. Первым производителем был Иоганн Фридрих Бетгер – химик, работавший под покровительством Августа Сильного (курфюрста Саксонии); он использовал алебастр или мрамор в качестве флюса, особенно белую фарфоровую глину из Рудных гор как основной материал, и усовершенствованный тип печи с температурой обжига 1300-1400°C. Производству дрезденского фарфора в условиях строжайшей секретности в Мейсене предшествовало целое поколение популярных керамических изделий, которые мы сейчас рассмотрим. Потребовалось 30 лет опытов, чтобы получить второй твердый фарфор, который мог с ним конкурировать. Этого добился в 1768 году на французской государственной фабрике в Севре ее главный химик Пьер Жозеф Макер; в том же году **независимо от него** подобное открытие сделал плимутский химик Уильям Кукворт, который через два года перенес производство в Бристоль – ближе к залежам каменного угля, а после – в Поттериз» (Т. Дерри, Т. Уильямс, 2021).

**470. Открытие кислорода.** Кислород был открыт двумя исследователями, работавшими независимо друг от друга. Честь открытия принадлежит шведскому химику Карлу Вильгельму Шееле (1742-1786) и английскому ученому Джозефу Пристли (1733-1804).

Билл Брайсон в книге «Краткая история почти всего на свете» (2007) указывает: «Шееле открыл кислород в 1772 году, но из-за различных досадных осложнений не смог вовремя опубликовать свое сообщение. Поэтому честь открытия досталась Джозефу Пристли, который сделал его **независимо**, но позднее, летом 1774 года» (Брайсон, 2007, с.141).

Об этом же сообщают Е.В. Савинкина, Г.П. Логинова и С.С. Плоткин в книге «История химии» (2012): «В 1772 г. шведский химик К. Шееле предложил несколько способов получения «огненного воздуха» - кислорода, используя разложение неорганических соединений (нитратов, оксидов). Однако результаты исследований Шееле были опубликованы лишь в 1777 г., после того как Пристли, **работая независимо** от Шееле, получил тот же газ при разложении оксида ртути. Пристли датировал свое открытие 1 августа 1774., поэтому и считали, что он первым выделил кислород» (Савинкина и др., 2012, с.27).

Аналогичные сведения можно найти в 1-ом томе книги «Популярная библиотека химических элементов» (1983), написанной под редакцией И.В. Петрянова-Соколова. В данной книге, в частности, сообщается: «Кислород открыли **почти одновременно** два выдающихся химика второй половины XVIII в. – швед Карл Вильгельм Шееле и англичанин Джозеф Пристли. Шееле получил кислород раньше, но его трактат «О воздухе

и огне», содержащий информацию о кислороде, был опубликован позже, чем сообщение об открытии Пристли» («Популярная библиотека...», 1983, с.114).

**471. Создание кислородной теории горения.** Первенство в разработке кислородной теории горения обычно отдают французскому химику Антуану Лавуазье (1743-1794). Но к этой теории независимо приходили и другие ученые, например, Роберт Гук, полемизировавший с Ньютоном о приоритете на открытие закона тяготения.

А.С. Новиков в книге «Научные открытия: повторные, одновременные, своевременные, преждевременные, запоздалые» (2003) пишет об открытии кислорода и разработке кислородной теории горения: «Мы не будем рассматривать все сложные перипетии, связанные с этим открытием, и остановимся только на одном аспекте. Французский историк химии Колсон отмечает, что во Франции Байен первым указал в Академии наук на существование кислорода, извлеченного из окиси ртути, что и позволило Лавуазье «сорвать завесу, приподнятую Байеном». Но дело в том, что завесу над проблемой горения за сто лет до Байена и Лавуазье приподнял Ж. Рэй (1630). Он же говорил о «смешивании» металла с воздухом, что и делает окалину прочнее, чем был металл. Обо всем этом знал Лавуазье, ибо когда он уже предпринял в 1777 г. открытую атаку против флогистонной теории, в этом же году переиздали сочинения Рэя. Наряду с Ж. Рэем близко подошли к пониманию горения в то же самое время английские исследователи Майов и Гук» (Новиков, 2003, с.23).

**472. Открытие химического элемента азота.** Честь открытия азота принадлежит шотландскому врачу, химику и ботанику Даниелю Резерфорду (1749-1819), который описал новый элемент как «мефитический воздух», не поддерживающий дыхания и горения. Независимо от Д. Резерфорда аналогичное открытие сделал Генри Кавендиш – «великий затворник», не спешивший опубликовать свои результаты.

О.Ю. Охлобыстин в книге «Жизнь и смерть химических идей: очерки по истории теоретической химии» (1989) пишет о Генри Кавендише: «Многие из его блестящих трудов увидели свет лишь после его смерти. Именно Кавендиш наиболее точно установил содержание «дефлогистированного воздуха» в обычном воздухе (20,84 %), **независимо** от Даниеля Резерфорда открыл азот и получил водород, который поначалу принял за свободный «флогистон», будучи не в силах порвать с господствующей теорией» (Охлобыстин, 1989, с.22).

**473. Открытие химического элемента теллура.** Химический элемент теллур открыли, по меньшей мере, три исследователя – немецкий химик Мартин Генрих Клапрот (1743-1817), австрийский ученый Франц Йозеф Мюллер (1740-1825) и его соотечественник Пауль Китайбель (1757-1817).

Д.Н. Трифонов и В.Д. Трифонов в книге «Как были открыты химические элементы» (1980) пишут: «Хотя Клапрот получил образец руды от И. Мюллера, он отнюдь не желал разделить славу первооткрывателя теллура с И. Мюллером; но, с нашей точки зрения, роль немецкого химика в открытии отнюдь не меньше. Во всяком случае, он определенно возродил к жизни забытый элемент. И всё же есть основания полагать, что к обнаружению теллура причастно третье лицо. Это был профессор химии и ботаники Пештского университета в Венгрии П. Китайбель. В 1789 г. он получил от одного из своих коллег минерал, предположительно молибденит, содержащий серебро. Из него П. Китайбель выделил новый элемент. Потом он нашел, что тот же самый элемент присутствует и в проблематичном золоте. Так П. Китайбель **независимо открыл теллур**» (Трифонов, Трифонов, 1980, с.54).

**474. Открытие химического элемента титана (а также его оксида).** Данное открытие сделали независимо друг от друга английский священник, занимавшийся изучением минералов, Уильям Грегор (1761-1817) и Мартин Генрих Клапрот (упомянутый выше).

Н. Гринвуд и А. Эрншо во 2-ом томе книги «Химия элементов» (2008) пишут: «В 1791 г. Уильям Грегор, английский викарий из городка Корниш и одновременно химик-любитель, изучал песок из местной реки Хелфорд. Магнитом он извлек черное вещество (теперь оно называется ильменит), из которого удалил железо обработкой хлороводородной кислотой. Остаток, с трудом растворимый в концентрированной серной кислоте, представлял собой оксид нового элемента. Затем Грегор стал изучать реакции, на которых было основано получение фактически всего  $TiO_2$  вплоть до 1960 г. Спустя четыре года немецкий химик М.Г. Клапрот **независимо от Грегора** открыл тот же оксид (или «землю») в образце руды, известной в настоящее время как рутил, и назвал элемент титаном (в честь Титанов, детей Неба и Земли, которые, согласно греческой мифологии, были обречены жить в недрах Земли)» (Гринвуд, Эрншо, 2008, с.293).

**475. Открытие закона теплового расширения газов.** Закон теплового расширения газов открыли независимо друг от друга француз Жозеф Луи Гей-Люссак (1778-1850) и англичанин Джон Дальтон (1766-1844).

А.И. Слободянюк в книге «Физика для любознательных. Молекулярная физика и термодинамика» (2018) отмечает: «Научные работы Гей-Люссака относятся к самым разным областям химии. В 1802 г., **независимо** от Джона Дальтона, Гей-Люссак открыл один из газовых законов – закон теплового расширения газов, позже названный его именем» (Слободянюк, 2018, с.405).

Об этом же сообщает П.С. Кудрявцев в книге «Курс истории физики» (1982): «Как нередко бывает в истории науки, открытия, легшие в основу современной химии, делались **независимо** и почти одновременно многими исследователями. К открытию атомного веса подходил немецкий химик Иеремия Рихтер (1762-1807). Закон расширения газов был установлен **независимо** от Дальтона в 1802 г. французским физиком и химиком Жозефом Луи Гей-Люссаком (1778-1850)» (П.С. Кудрявцев, 1982).

Приведем еще один источник. Б.И. Спасский в 1-ом томе книги «История физики» (1977) пишет: «Исследованиями теплового расширения газа занимались французский физик Жозеф Луи Гей-Люссак (1778-1850) и английский химик Джон Дальтон (1766-1844). В 1802 г. **независимо друг от друга** они открыли закон, согласно которому все газы расширяются при нагревании одинаково и имеют один и тот же постоянный коэффициент расширения –  $0,00375 \text{ град}^{-1}$ . Естественно поэтому было предположить, что за эталон следует взять газовый термометр и считать, что газы расширяются пропорционально увеличению температуры» (Спасский, 1977, с.166).

**476. Доказательство элементарной природы йода.** Согласно традиционной точке зрения, первооткрывателем химического элемента йода является французский химик Бернар Куртуа (1777-1838). Однако этот ученый не был уверен в элементарности йода. Доказательство его элементарной природы получили независимо друг от друга Жозеф Гей-Люссак и английский химик Гемфри Дэви (1778-1829).

Д.Н. Трифонов и В.Д. Трифонов в книге «Как были открыты химические элементы» (1980) пишут: «Чтобы другие химики могли изучать новое вещество, Б. Куртуа подарил его (правда, очень небольшое количество) фармацевтической фирме в Дижоне. Н. Клеман сам приготовил некоторое количество йода, изучил его свойства и, вероятно, первым высказал мысль, что йод похож на хлор. Доказательство элементарной природы йода **независимо друг от друга** дали в 1813 г. Ж. Гей-Люссак и Г. Дэви» (Трифонов, Трифонов, 1980, с.78).

**477. Открытие химического элемента бора.** Химический элемент бор обнаружили и выделили независимо друг от друга Жозеф Гей-Люссак и его соотечественник Луи Жак

Тенар (1777-1857), с одной стороны, и Гемфри Дэви – с другой. В их исследованиях использовался один и тот же метод – восстановление борной кислоты металлическим калием.

Д.Н. Трифонов и В.Д. Трифонов в книге «Как были открыты химические элементы» (1980) пишут о выделении бора: «У открытия оказалось несколько авторов: с одной стороны, французы Л. Тенар и Ж. Гей-Люссак, с другой – англичанин Г. Дэви. Они дали новому элементу названия соответственно «бор» и «борацій» (от слова бура). Метод получения в обоих случаях был один и тот же: восстановление борной кислоты металлическим калием. Это был уникальный случай, когда новый химический элемент был **независимо открыт** разными исследователями на протяжении десяти дней. Ж. Гей-Люссак и Л. Тенар выступили с заявлением о своем открытии 21 июня 1808 г., тогда как Г. Дэви объявил об открытии бора 30 июня. Очевидно, что приоритет французских химиков в данном случае носит эфемерный характер, тем более что именно предшествующее открытие Г. Дэви (получение элементарного калия) дало ключ к выделению свободного бора» (Трифонов, Трифонов, 1980, с.82).

**478. Разработка водородной теории кислот.** После того, как Анри Лавуазье построил кислородную теорию горения (которая опровергла флогистонную концепцию), встал вопрос о выяснении природы кислот. Лавуазье предложил кислородную теорию кислот, согласно которой в состав всех кислот должен входить кислород, который и определяет их свойства. Однако после открытия кислот, не содержащих кислорода, стало ясно, что концепция, предложенная Лавуазье, неверна. Была разработана альтернативная концепция – водородная теория кислот. Ее сформулировали независимо друг от друга Гемфри Дэви и французский физик и химик Пьер Луи Дюлонг (1785-1838), больше известный как автор закона теплоемкости твердых тел.

В.А. Волков, Е.В. Вонский и Г.И. Кузнецова в книге «Химики: биографический справочник» (1984) описывают события 1815 года: «Г. Дэви и **независимо от него** П.Л. Дюлонг выдвинули водородную теорию кислот, согласно которой критерием кислоты является не наличие в ее молекуле кислорода, а наличие подвижного водорода» (Волков и др., 1984, с.637).

**479. Изобретение рудничной лампы.** Рудничная лампа, предназначенная для обеспечения безопасности шахтеров, была изобретена двумя учеными, работавшими независимо друг от друга. Это сделали Гемфри Дэви и его соотечественник, изобретатель паровоза, Джордж Стефенсон (1781-1848).

Я.П. Страдынь в книге «Теодор Гротгус» (1966) пишет: «В 1815 г. за решение проблемы взялся Дэви. В августе этого года он ознакомился с рудниками в Ньюкастле, а 9 ноября смог на заседании Королевского общества сделать доклад «О рудничном газе в угольных копях и о методах освещения рудников, позволяющих предупредить взрывы». В январе 1816 г. лампа Дэви успешно прошла испытания и вскоре стала необходимейшим предметом шахтерского снаряжения не только в Англии, но и во всем мире. Весьма интересно напомнить о том, что **одновременно с Дэви** к изобретению рудничной лампы, почти аналогичной по конструкции, пришел другой англичанин – Джордж Стефенсон, скромный мастер на шахте близ Киллингворса; впоследствии он вошел в историю как изобретатель паровоза. Сталкиваясь ежедневно с постоянной опасностью подземных взрывов, Стефенсон стремился создать безопасный источник освещения и **независимо от Дэви** пришел к тому же принципу, основанному на непрохождении пламени через узкие трубочки и отверстия. Однако Стефенсон не успел завершить работу до появления лампы Дэви, а затем уже Дэви, отстаивая свой приоритет, с небывалой яростью обрушился на Стефенсона» (Страдынь, 1966, с.118-119).

**480. Открытие химического элемента стронция.** В открытии этого элемента принимали участие многие ученые, проводившие свои исследования независимо друг от друга. Среди них немец Мартин Генрих Клапрот (уже упоминавшийся нами) и английский химик Уильям Крюикшенк (из Вулиджа), работавший совместно с Адером Кроффордом (1748-1795). В этом же списке первооткрывателей - Гемфри Дэви, шотландский врач и химик Томас Чарльз Хоуп (1766-1844) и русский ученый Говий Егорович Ловиц (1757-1804).

В книге «Свойства элементов» (1985), написанной под редакцией М.Е. Дрица, указывается: «Стронций (Sr) – металл серебристо-белого цвета. Минерал, содержащий стронций, был обнаружен в 1787 г. в Шотландии в свинцовом руднике недалеко от деревни Стронциан и назван стронцианитом. В 1790 г. шотландские минералоги Кроуфорд и Крюикшенк подробно исследовали этот минерал и обнаружили в нем новую «землю» (оксид). **Независимо от них** их соотечественник, химик Хоуп установил, что в этом минерале содержится новый элемент – стронций. К такому же выводу пришел немецкий химик Клапрот. В те же годы известный русский химик, академик Т.Е. Ловиц обнаружил следы стронция в тяжелом шпате. Результаты его исследований опубликованы в 1795 г. Однако чистый металл был выделен лишь в 1808 г. Дэви» («Свойства элементов», 1985, с.110).

**481. Открытие химического элемента церия.** Химический элемент церий открыли независимо друг от друга Мартин Генрих Клапрот и шведский химик Якоб Берцелиус (1779-1848), проводивший исследования совместно со своим соотечественником Вильгельмом Хизингером (1766-1852).

Г. Фукс, К. Хайниг, Г. Кертшер и др. в книге «Биографии великих химиков» (1981) сообщают: «В результате своих аналитических работ Берцелиус открыл несколько новых элементов. Так, в 1803 г. вместе с В. Хизингером Берцелиус открыл элемент церий, который тогда же и **независимо** от шведских ученых обнаружил Клапрот» (Г. Фукс и др., 1981).

Об этом же сообщает В. Штрубе во 2-ом томе книги «Пути развития химии» (1984): «...В 1803 г. Берцелиус и Хизингер, а также **независимо от них** Клапрот открыли цериевую «землю». Эти «земли» оказались первыми среди ставших впоследствии известными «земель» многочисленных редкоземельных элементов. Правда, прошло еще почти 50 лет, прежде чем были найдены все встречающиеся в природе редкоземельные элементы» (Штрубе, 1984, с.131).

**482. Открытие химического элемента кадмия.** Обычно первооткрывателем химического элемента кадмия считается немецкий химик Фридрих Штроемeyer (1776-1835). Однако независимо от него аналогичное открытие делали, по крайней мере, еще четверо ученых – К. Херман, И. Ролофф (Ролов), В. Мейснер и К. Карстен. Последние обнаружили кадмий в 1818 г., через год после исследовательского успеха Ф. Штроемейера.

Д.Н. Трифонов и В.Д. Трифонов в книге «Как были открыты химические элементы» (1980) пишут: «**Независимо** от Ф. Штроемейера, но несколько позже кадмий был открыт В. Майсснером и К. Керстеном в Германии (1818). Приоритет Ф. Штроемейера оспаривал также немецкий врач К. Ролов, который, вообще-то говоря, был первым, кто обратил внимание на странное поведение при нагревании продажного оксида цинка» (Трифонов, Трифонов, 1980, с.83).

Об этом же сообщают Я. Фолта и Л. Новы в книге «История естествознания в датах» (1987): «Немецкий химик Фридрих Штроемeyer при анализе оксида цинка открыл неизвестный элемент – кадмий. Годом позже немецкие химики В. Мейснер и К. Карстен **независимо** от Штроемейера открыли кадмий в силезских цинковых рудах» (Фолта, Новы, 1987, с.161).

Этот же вопрос рассматривают Д.П. Щербов и М.А. Матвеев в книге «Аналитическая химия кадмия» (1973): «Кадмий открыт в 1817 г. Фридрихом Штроемeyerом, профессором химии и фармации в Геттингенском университете [96; 199; 456, стр.5]. При инспекции аптек

Штроемeyer обратил внимание на то, что при прокаливании некоторых образцов карбоната цинка образуется не белая, а оранжево-желтая или коричневая окись, которая, однако, не содержит ни железа, ни свинца. Он предположил, что такая необычная окраска вызвана присутствием окиси какого-то постороннего элемента. Специальной обработкой Штроемeyer отделил неизвестную окись от соединений меди и цинка, а затем восстановил ее до металла [354, 773]. **Независимо от Штроемейера** и почти в то же время кадмий в соединениях цинка открыли К. Херман из Шенебека и И. Ролофф из Магдебурга (обнаружившие новый элемент в окиси цинка, раствор которой давал с сероводородом вместо белого – желтый осадок), а также В. Мейсснер из Галле и С. Карстен из Берлина [199, 773]» (Щербов, Матвеев, 1973, с.7).

Приведем еще один источник. В книге «Свойства элементов» (1985), написанной под редакцией М.Е. Дрица, сообщается: «Кадмий (Cd) – серебристо-белый металл с синеватым отливом. Открыт в 1817 г. немецким химиком Штроемeyerом при минералогическом исследовании карбоната цинка. <...> **Независимо от Штроемейера** немецкие ученые Герман, Карстен и Мейсснер в 1818 г. обнаружили кадмий в силезских цинковых рудах» («Свойства элементов», 1985, с.131).

**483. Получение металлического бериллия.** Металлический бериллий получили независимо друг от друга два исследователя – немецкий химик Фридрих Велер (1800-1882) и французский химик и фармацевт Антуан Александр Брутус Бюсси (1794-1882).

Н. Гринвуд и А. Эрншо в 1-ом томе книги «Химия элементов» (2008) повествуют: «Металлический бериллий был впервые получен Ф. Велером в 1828 г. (в этом же году он осуществил знаменитый синтез мочевины из  $\text{NH}_4\text{CNO}$ ). Он предложил его название по имени минерала (латинское *beryllus*). **Независимо от Велера** в том же году металлический бериллий был выделен А. Бюсси тем же методом - восстановлением  $\text{BeCl}_2$  металлическим калием» (Гринвуд, Эрншо, 2008, с.110).

Об этом же сообщают Б.И. Коган, К.А. Капустинская и Г.А. Топунова в книге «Бериллий» (1975): «Металлический бериллий, но с содержанием большого количества примесей, был впервые получен в 1828 г. Ф. Велером (Германия) и **независимо от него** А. Бюсси (Франция) действием металлического калия на хлористый бериллий. В 1898 г. чистый бериллий был получен П. Лебо (Франция) электролизом фторбериллата натрия [91]» (Коган и др., 1975, с.6).

Процитируем еще одну работу. В книге «Свойства элементов» (1985), написанной под редакцией М.Е. Дрица, отмечается: «Бериллий (Be) – легкий металл светло-серого цвета. Название элемента происходит от греческого «берилл». Открыт в 1798 г. французским химиком Л. Вокленом в минерале этого названия. Впервые бериллий получен в 1828 г. **независимо друг от друга** Велером и Бюсси путем восстановления хлорида бериллия калием» («Свойства элементов», 1985, с.86).

**484. Открытие закона Авогадро.** Закон назван в честь итальянского химика Амедео Авогадро (1776-1856), который выдвинул предположение о том, что в равных объемах различных газов, взятых при одинаковых температурах и давлениях, содержится одно и то же количество молекул. Независимо от Авогадро аналогичное предположение формулировал французский ученый Андре-Мари Ампер (1775-1836).

Т.Е. Гнедина в книге «Поль Ланжевэн» (1991) приводит слова Ланжевэна об Ампере: «...Им открыто, **независимо от Авогадро**, равенство числа молекул в равных объемах различных газов, - всё это оправдывает выражение, которое употребляет Максвелл, говоря об Ампере: «Ньютон электродинамики» (Гнедина, 1991, с.64).

Об этом же сообщает Д.К. Самин в книге «100 великих ученых» (2000). Автор говорит об Ампере: «К его достижениям в области химии следует отнести открытие, **независимо от Авогадро**, закона равенства молярных объемов различных газов. Его по праву следует называть законом Авогадро - Ампера» (Д.К. Самин, 2000).

Приведем еще два источника. Я.Г. Дорфман в очерке «Краткая биография А.-М. Ампера» (который содержится в книге А.М. Ампера «Электродинамика», 1954) сообщает: «В 1813 г. его избирают членом Института (т.е. Парижской академии наук) на место скончавшегося Лагранжа. Вскоре после избрания Ампер доложил в Академии свое исследование о преломлении света. К этому же времени относится его знаменитое «Письмо к г. Бертолле», в котором Ампер сформулировал открытый им **независимо от Авогадро** химический закон, именуемый ныне законом Авогадро - Ампера» (Дорфман, 1954, с.429).

Приведем еще одно свидетельство. Ярослав Фолта и Любиш Новы в книге «История естествознания в датах» (1987) пишут о событиях 1811 года: «А. Авогадро на основе работ Ж.Л. Гей-Люссака (1808 г.) пришел к выводу, что в равных объемах различных газов при одинаковых условиях содержится одинаковое количество молекул («закон Авогадро»). К такому же выводу **независимо от него** пришел в 1814 г. французский ученый Андре Мари Ампер. Этот закон дал метод определения химических формул соединений и относительных атомных масс (весов)» (Фолта, Новы, 1987, с.159).

**485. Изобретение способа получения искусственного ультрамарина (искусственной лазури).** Метод получения искусственного ультрамарина, то есть искусственной лазури, разработали независимо друг от друга немецкий химик Христиан Готлиб Гмелин (1792-1860) и французский ученый Жан-Батист Гиме (1795-1871).

В.А. Волков, Е.В. Вонский и Г.И. Кузнецова в биографическом справочнике «Выдающиеся химики мира» (1991) пишут о Христiane Гмелине: «Основные работы посвящены общей химии. **Независимо** от французского ученого Ж. Гиме и почти одновременно с ним получил (1828) искусственный ультрамарин» (Волков и др., 1991, с.126).

Этот же вопрос (вопрос независимости изобретений разных ученых) рассматривают Е.Ф. Беленький и И.В. Рискин в книге «Химия и технология пигментов» (1960): «В начале XIX в. в содовых печах были обнаружены налеты синего вещества. Анализ этого вещества показал, что состав его совпадает с составом минерала ляпис-лазури, который в то время применяли в качестве очень дорогого синего пигмента для живописи. На основании данных этого анализа Гиме и **независимо от него** Гмелин в 1828 г. разработали способ изготовления ультрамарина» (Беленький, Рискин, 1960, с.13).

Аналогичную информацию можно найти в книге И.А. Леенсона «Занимательная химия для детей и взрослых» (2010), где автор пишет: «В 1824 г. во Франции была обещана огромная премия в 6000 франков за способ получения искусственной лазури. Уже через четыре года премию получил Ж. Гиме; почти **одновременно и независимо** от него то же открытие сделал известный немецкий химик Х. Гмелин» (И.А. Леенсон, 2010).

Позволим себе процитировать еще одного автора. В.П. Петров в книге «Рассказы о драгоценных камнях» (1985) повествует: «Основываясь на прогнозе Воклена, Общество поощрения национальной промышленности в Париже в 1824 г. объявило конкурс, условия которого были разработаны Гей-Люссаком, со значительной для того времени премией в 6 тыс. франков. Соискатель должен был разработать метод получения краски со стоимостью ее не более 300 франков за килограмм. 3 февраля 1828 г. французский предприниматель Ж.Б. Гимэ из Тулузы сообщил в Парижскую академию наук о том, что он еще в 1826 г. разработал метод получения ультрамарина. Подобное же заявление подал Л. Гмелин, немец из Тюбинга, но от 22 марта 1828 г. Методика синтеза ультрамарина, предложенная последним, резко отличалась от метода Гимэ, но поскольку последний имел приоритет, то премию получил Гимэ. В 1831 г. Гимэ основал в окрестностях Лиона завод ультрамарина, который существует до сих пор» (Петров, 1985, с.96-97).

**486. Открытие светочувствительности солей серебра.** Это открытие сделали немецкий ученый Иоганн Генрих Шульце (1687-1744) и французский химик Жан Гелло (1685-1766),



работавшие независимо друг от друга. Шульце признавался в том, что натолкнулся на новое явление совершенно случайно.

Н.М. Раскин в книге «Ньепс, Дагер, Талбот» (1967) пишет: «Большой шаг вперед в изучении светочувствительности солей серебра сделал И.Г. Шульце в Галле [21, стр.21]. Через своего учителя, знаменитого врача Г.Гофмана, друга Р.Бойля, он мог знать об опытах последнего «над потемнением на воздухе» хлорида серебра. Сам Гофман также занимался изучением окраски нитрата серебра на воздухе и солнце. Он сообщал об этом в своей книге о физико-химических опытах [22, стр.21]. Шульце, как он сам писал, натолкнулся на это явление **случайно** при изучении способов изготовления светящихся камней. Работая с мелом, пропитанным раствором серебра в азотной кислоте, при открытом окне и ярком солнечном свете, он наблюдал изменение цвета этой смеси. При этом он установил, что окрашиванию подвергается лишь та часть смеси, на которую падали солнечные лучи, другая же часть, на которую солнечный свет не падал, оставалась неизменной» (Раскин, 1967, с.35).

Далее автор указывает: «Вслед за Шульце и **независимо от него** почернение нитрата серебра под действием солнца наблюдал также французский естествоиспытатель Жан Гелло. В 1737 г. Гелло даже предложил систему тайнописи с помощью нитрата серебра. Тексты, написанные раствором нитрата серебра, оставались невидимыми, пока их сохраняли в темноте, а для того, чтобы они появились, их достаточно было экспонировать лучам солнца [21, стр.24]» (там же, с.36).

Здесь [22] – Ленинградское отделение архива АН СССР, ф.285, оп.1, № 8/XI, л.206.

Об этом же сообщает Иван Александрович Головня в книге «С чего начиналась фотография» (1991). Описав эксперименты Иоганна Генриха Шульце, автор переходит к рассмотрению открытия Жана Гелло: «Некоторое время спустя и **независимо от Шульце** почернение азотнокислого серебра под действием света наблюдал француз Жан Гелло. Своему открытию он даже нашел своеобразное практическое применение – в 1737 г. стали изготавливать чернила для тайнописи. Состояли эти чернила из одной части азотнокислого серебра и четырех частей воды с незначительной примесью гуммиарабика. Написанный такими чернилами (в полутьме, разумеется) текст на белой бумаге, если хранить ее в темноте, мог неограниченное время оставаться невидимым» (И.А. Головня, 1991).

**487. Открытие основного закона фотохимии.** До определенного момента историки науки считали, что авторами основного закона фотохимии являются британский ученый Джон Гершель (сын Вильяма Гершеля, открывшего планету Уран) и американский химик Джон Уильям Дрейпер (1811-1882), которые независимо друг от друга описали упомянутый закон фотохимии в 1842-1843 гг. Однако позже стало известно, что намного раньше (в 1818 г.) это сделал немецко-русский ученый Христиан Иоганн Теодор фон Гротгус, автор первой теории электролиза. Разумеется, он установил важную фотохимическую закономерность независимо от Гершеля и Дрейпера.

В книге «Краткий справочник фотолюбителя» (1985), подготовленной под редакцией Н.Д. Панфилова и А.А. Фомина, сообщается: «На несомненную связь фотохимического превращения в веществах с поглощением света впервые указал в 1818 г. русский ученый Х.И. Гротгус (1785-1822). Он установил влияние температуры на поглощение и излучение света, причем доказал, что понижение температуры увеличивает поглощение, а повышение температуры увеличивает излучение света. В своих сообщениях Гротгус четко сформулировал мысль о том, что только те лучи могут химически действовать на вещество, которые этим веществом поглощаются. Это положение со временем, уже после открытия фотографии, стало первым, основным законом фотохимии. **Независимо от Гротгуса** ту же особенность установили в 1842 г. английский ученый Д. Гершель (1792-1871) и в 1843 г. американский профессор химии Д. Дрейпер (1811-1882). Поэтому историки науки основной закон фотохимии называют ныне законом Гротгуса – Гершеля - Дрейпера» («Краткий справочник...», 1985, с.7-8).

Об этом же пишет Л.Л. Макарова в книге «Химическая кинетика и катализ» (2019): «Гротгус в 1817 году (Россия) и Дрейпер в 1839 году (США) **независимо друг от друга** сформулировали правило, согласно которому химически активны лишь те лучи, которые поглощаются реакционной смесью. При отсутствии поглощения электромагнитных колебаний фотохимическая реакция не идет. Однако не все поглощаемые лучи вызывают фотохимическую реакцию, то есть правило Гротгуса – Дрейпера условие необходимое, но не достаточное для протекания фотохимических реакций» (Макарова, 2019, с.97).

Приведем еще один источник. Я.П. Страдынь в книге «Теодор Гротгус» (1966) пишет об основном законе фотохимии: «Это общеизвестный закон Гротгуса: только тот свет, который поглощается телом, может вызывать химическое превращение в нем. Будучи следствием закона сохранения и превращения энергии (тогда еще не сформулированного), он не имеет исключений и является основным законом фотохимии. Однако в начале XIX в. открытие Гротгуса не было оценено, и почти в сходной форме его закон **заново высказали** Дрейпер и Гершель (1843). Только в XX в. общепризнан приоритет Гротгуса и закон назван его именем» (Страдынь, 1966, с.105-106).

Отечественный ученый, специалист по физиологии растений, крупный исследователь фотосинтеза Климент Аркадьевич Тимирязев (1843-1920) отмечает, что именно он обнаружил роль Христиана Иоганна Гротгуса (или просто Теодора Гротгуса) в открытии основного фотохимического закона, который ранее носил имя Джона Гершеля. Г.Р. Иваницкий в книге «Борьба идей в биофизике» (1982) приводит слова К.А. Тимирязева: «В фотохимии существовал закон, что физическое действие зависит в цветных телах от лучей цветности, комплементарной цвету изменяющегося вещества, или, выражаясь проще, что действие зависит от лучей, поглощаемых данным телом. Открытие этого закона обыкновенно приписывали Гершелю (в 1842 г.). Я первый в 1892 году обратил внимание на оставшиеся не замеченными фотохимиками и теоретиками фотографии исследования Гротгуса (в 1818 году в Митаве), в первый раз установившие этот закон» (Иваницкий, 1982, с.47).

**488. Изобретение фотографии.** Изобретение фотографии – заслуга трех ученых, которые работали независимо друг от друга. Это француз Жозеф Нисефор Ньепс (1765-1833), его соотечественник Луи Жак Дагер (1787-1851) и англичанин Фокс Тальбот (1800-1877). Хотя Ньепс передал Дагеру некоторые сведения относительно фотографического процесса, ключевые открытия в этой области Дагер сделал методом проб и ошибок вполне самостоятельно (уже после кончины Ньепса).

Томас Дерри и Тревор Уильямс в книге «Краткая история технологий» (2021) пишут: «Настоящая фотография появилась благодаря работам французского физика Жозефа Нисефора Ньепса; его партнер – Луи Жак Манде Дагер – обнародовал дагеротипию в 1839 году. В это же время англичанин Уильям Генри Фокс Тальбот разработал **независимый** фотографический процесс, который впервые обладал тем, что в наши дни считается отличительной чертой фотографии, а именно возможностью напечатать много позитивов с одного негатива» (Т. Дерри, Т. Уильямс, 2021).

О независимости исследований Фокса Тальбота сообщают также авторы книги «Краткий справочник фотолюбителя» (1985). Они, в частности, вкратце описав результаты, полученные Ж. Ньепсом и Л. Дагером, говорят об Ф. Тальботе: «В 1835 г. Тальбот тоже зафиксировал солнечный луч. Это был снимок решетчатого окна его дома. Тальбот применил бумагу, пропитанную хлористым серебром. Выдержка длилась в течение часа. Тальбот получил первый в мире негатив. Приложив к нему светочувствительную бумагу, приготовленную тем же способом, он впервые сделал позитивный отпечаток. Свой способ съемки изобретатель назвал калотипией, что означало «красота». Так он показал возможность тиражирования снимков и связал будущее фотографии с миром прекрасного» («Краткий справочник...», 1985, с.8-9).

Аналогичные сведения представлены в книге Н.М. Раскина «Ньепс, Дагер, Талбот» (1967): «Наряду с сопротивлением, которое оказали изобретению Дагерра некоторые общественные группы, он встретился с затруднениями и другого рода. Буквально через несколько дней после доклада Араго в Парижской Академии наук он и Био получили письмо английского физика Ф. Талбота от 29 января 1839 г., где тот требовал установления своего приоритета на «фиксацию изображений в камере-обскуре и последующего сохранения этих изображений таким образом, чтобы они могли выдерживать яркий солнечный свет». Это письмо вызвало запальчивый ответ Араго...» (Раскин, 1967, с.151).

Примечательно, что мысль об использовании гипосульфита натрия для фиксации полученного изображения была подсказана Фоксу Тальботу известным астрономом Джоном Гершелем (сыном Вильяма Гершеля). Н.М. Раскин в книге «Ньепс, Дагер, Талбот» (1967) пишет: «Первые предложения Т. Веджвуда и Г. Дэви, которые нашли свое выражение в попытках получить рисунки с помощью нитрата серебра, не были осуществлены из-за неумения фиксировать полученные изображения, т.е. найти нужные химические соединения для этой цели. Только через 17 лет после их работ, в 1818 г., Д. Гершель указал на действие гипосульфита натрия на соли серебра. Однако ни он, ни Дэви (Веджвуд умер в 1805 г.) не пришли к мысли о том, чтобы применить это соединение для фиксации рисунков, полученных с нитратом серебра. Потребовалось опубликование способа Дагерра, сообщение об изобретении Талбота, чтобы Гершель понял значение открытого им действия гипосульфита натрия и сообщил Талботу о его фиксирующем действии. Этот факт помогает нам понять, что мысль даже таких опытных и передовых людей, как Гершель, была весьма далека от изобретения фотографии» (Раскин, 1967, с.41).

**489. Открытие хлороформа – эффективного средства наркоза.** Хлороформ, нашедший широкое применение в медицине в качестве средства анестезии, открыли независимо друг от друга немецкий химик Юстус Либих (1803-1873) и французский ученый Эжен Субейран (1797-1859).

Ю.С. Мусабеков в книге «Юстус Либих» (1962) пишет: «Хлороформ был получен Либихом в 1831 г. (**одновременно с Э. Субейраном**) действием хлорной извести на спирт. Кстати, первоначальные формулы, приписанные Либихом хлороформу и хлоралу, оказались неверными. Правильный состав этих веществ установил Дюма, подтвердивший на их примере свое учение о замещении. Хлороформ, - как замечательное средство наркоза – был впервые применен врачом Джемсом Симпсоном в 1847 г. Годом раньше зубной врач У. Мортон и врач-химик Ч. Джексон применили для наркоза эфир» (Мусабеков, 1962, с.77).

Об этом же сообщает В. Прозоровский в статье «Механизмы наркоза» (журнал «Наука и жизнь», 2003, № 1): «Умная мысль, как известно, никогда не приходит в единственную голову. Одновременно и **независимо друг от друга** немецкий химик Юстус Либих и французский аптекарь Эжен Суберан получили новое летучее вещество, которое назвали хлороформом. Никто из них о его наркотизирующем действии не знал. Это установил профессор акушерства Эдинбургского университета Джеймс Симпсон. Не удовлетворенный действием эфира при обезболивании родов, он стал пробовать разные летучие жидкости и, естественно, наткнулся на хлороформ» (Прозоровский, 2003, с.19).

**490. Открытие явления изомерии.** Явление изомерии обнаружили независимо друг от друга Юстус Либих (упомянутый выше) и Фридрих Велер, который в основном известен как автор лабораторного синтеза мочевины – синтеза, показавшего уязвимость виталистической концепции Я. Берцелиуса. Когда Либих определил химический состав гремучей кислоты, а Велер – циановой, выяснилось, что эти соединения, обладающие совершенно различными свойствами, имеют один и тот же состав (соединения включали водород, кислород, азот и углерод – по одному атому каждого элемента). Это открытие было случайным: ни Либих, ни Велер не предполагали возможность подобного явления, поэтому упрекали друг друга в неправильном определении состава исследованных

соединений. Проанализировав их результаты, Я. Берцелиус, во-первых, показал, что состав соединений определен правильно, а, во-вторых, ввел понятие изомерии.

А. Азимов в книге «Язык науки» (1985) повествует: «...Поскольку существует неисчислимо количество органических соединений, неудивительно, что иногда находятся два вещества, одинаковые по составу и молекулярной массе, но различающиеся по строению и, следовательно, по свойствам. [Это явление было открыто в 1823 г. **независимо друг от друга** немецкими химиками Юстусом Либихом и Фридрихом Велером]» (Азимов, 1985, с.104).

Об этом же сообщает А.М. Иванов в книге «Химия – просто: история одной науки» (2017): «Помнишь случайно открытое Либихом и Велером явление «изомерии»? Они тогда **независимо друг от друга**, почти одновременно открыли вещества одинакового состава, но имеющие разные свойства: гремучую кислоту и циановую кислоту. Оба эти вещества имеют формулу HCNO. Но вот структура у них разная: гремучая кислота –  $C\equiv N-O-H$ , циановая кислота –  $N\equiv C-O-H$ » (А.М. Иванов, 2017).

**491. Открытие метода катодного распыления.** Метод катодного распыления открыли независимо друг от друга английский физик и химик Уильям Роберт Грове (1811-1896) и немецкий ученый Юлиус Плюккер (1801-1868). Данный метод предполагал распыление атомов металла катода в вакууме и их последующее осаждение на поверхности изделий.

Б. Ротрелл и другие в книге «Нанесение металлических покрытий на пластмассы» (1968) указывает: «В то время, когда Либих разрабатывал технологию серебрения стекла, Гров [2] в 1852 г. и совершенно **независимо от него** Плюккер [3] в 1858 г. открыли еще один метод нанесения тонких слоев металла – катодное распыление. В основу метода положено использование явления разрушения катода при газовом разряде в результате бомбардировки его молекулами ионизированного газа. Атомы металла катода распыляются в вакууме и осаждаются на поверхности изделий» (Ротрелл и др., 1968, с.5).

**492. Открытие гомологических рядов органических соединений, обладающих сходными свойствами.** Гомологические ряды органических соединений, обладающих сходными свойствами, открыли независимо друг от друга французские химики Жан Батист Дюма (1880-1884), с одной стороны, и Шарль Жерар (1816-1856) и Огюст Лоран (1807-1853) – с другой. Они обратили внимание на существование однотипных органических соединений, которые можно расположить в определенные ряды. Ж.Б. Дюма (1943) установил подобный ряд для жирных кислот, Ш. Жерар выделил такие ряды для многих других классов органических соединений. Поскольку исследования Ш. Жерара охватывали большое количество различных органических соединений (подчиняющихся принципу гомологии), он пришел к выводу о том, что первенство открытия должно принадлежать ему, а не Ж.Б. Дюма. В результате между Ж. Жераром и Ж.Б. Дюма возник спор о приоритете.

М.Г. Фаерштейн в книге «История учения о молекуле в химии» (1961) пишет: «...Главным поводом к конфликту между Жераром и Дюма послужил спор о приоритете, возникший в конце 1847 г., начавшийся в завуалированной форме еще в 1846 г. В середине 1846 г. Фавр и Зильберман приписали открытие закономерности гомологии Дюма, не ссылаясь на Жерара. Это вызвало возражение последнего. Сам Дюма не высказался тогда по этому поводу. В конце 1847 г., после инцидента с Лораном, этот спор возник снова. Теперь в защиту своего приоритета выступил сам Дюма. Лоран сообщил Жерару в своем письме от 10.12.1847 г.: «Война снова объявлена. Вы помните, что он два или три года тому назад представил в Академию сообщение о ряде (гомологическом – М.Ф.) жирных тел. Теперь он всё приписал себе» (Фаерштейн, 1961, с.255).

Об этом же сообщается в книге М.Г. Фаерштейна «Шарль Жерар» (1968): «В летние каникулы 1846 г. Жерар едет в Париж, чтобы встретиться с Лораном. Но пробыл там он очень недолго, так как, несмотря на обещанный творческий отпуск, 16 августа его отозвали обратно в Монпелье и отказали в отпуске. Жерар подозревал, что это дело рук Дюма; еще

весной между ними начал назревать конфликт, поводом для которого послужил **спор о приоритете** в установлении гомологии как общей закономерности для органических соединений. Сотрудники Дюма — Фавр и Зильберман — утверждали (1846), что эту закономерность открыл Дюма. Жерар тоже вспоминает, как в беседе с ним, примерно два года назад, Дюма пытался назвать себя автором открытия гомологии, ссылаясь на свою работу о типе спирта, альдегида, кислоты и т. д. Но, пишет Жерар Лорану, «я ему указал, что во всех его рядах (series) не было ни малейшего сходства с моими [гомологическими] рядами. Тогда он уже больше ничего не сказал» [9, т. I, стр. 178]» (Фаерштейн, 1968, с.36-37).

Следует отметить, что Ш. Жерар построил концепцию гомологии для органических соединений по аналогии с биологической концепцией гомологии для анатомических структур организмов, имеющих общее происхождение (эту концепцию сформулировал французский зоолог Этьен Жоффруа Сент-Илер (1772-1844) в работе «Анатомическая философия»). Я.Г. Баркан в книге «Органическая химия» (1973) пишет: «В первой половине XIX в. в биологии утвердилось представление о гомологических рядах, которое выражало единство строения органов животных. Тогда же в органической химии обнаружилась **аналогия** в свойствах ряда веществ и были выделены группы органических кислот, спиртов, эфиров и др. В 1836 г. Лоран обратил внимание на существование однотипных органических соединений, которые возможно расположить в определенные ряды. В 1842 г. немецкий химик Я.Г. Шиль установил такой ряд для спиртов и ввел понятие гомологии в химии. В 1843 г. Ж.Б. Дюма установил подобный ряд для жирных кислот, а в этом же году Ш. Жерар выделил такие ряды для многих других классов органических соединений и **перенес** из биологии в органическую химию понятие о гомологических рядах» (Баркан, 1973, с.12).

#### **493. Открытие гомологических рядов органических соединений в трудах Я.Г. Шилия.**

Немецкий химик Я.Г. Шиль – ученый, который вполне самостоятельно (независимо) пришел к открытию гомологических рядов органических соединений. В частности, в 1842 г. он открыл, что спирты образуют гомологический ряд, отличаясь на некоторую постоянную величину. Правда, он ошибся, решив, что эта величина –  $C_2H_2$ . Спустя два года Шарль Жерар установил верную гомологическую разницу –  $CH_2$  и предсказал формулу пропилового спирта.

О заслугах Я.Г. Шилия пишет Ю.А. Жданов в книге «Гомология в органической химии» (1950). Автор начинает с известного химика Германа Коппа: «...Копп, изучая количественную сторону свойств аналогичных, как он выражается, веществ, близко подошел к установлению понятия о количественной гомологической разнице в свойствах соединений. Однако при этом он еще не обнаружил закономерности в изменении состава гомологических тел, так как исследовал производные только двух спиртов. Эту задачу решил Шиль, который, обобщив итоги предшествующих работ, в конце 1842 г. опубликовал свои «Замечания об органических радикалах». В этой статье он пишет: «Радикалы веществ, которых принято называть алкоголями, не только образуют простой закономерный ряд, но в свойствах этих веществ может быть указана соответствующая закономерность» (Жданов, 1950, с.12).

Далее автор указывает: «Заслуга Шилия состоит в том, что он построил ряд аналогичных веществ, исходя из их состава. Тем самым оказалась открытой как закономерность изменения состава в таком ряду, так и закономерность изменения свойств соединений в зависимости от изменения состава. Шиль также показал, что при построении такого ряда состав меняется на некоторую постоянную величину, и тем самым впервые установил гомологическую разницу для одного класса соединений» (Жданов, 1950, с.13). «Работа Шилия является важнейшим шагом к установлению количественной закономерности гомологических тел. Его заключительная мысль о наличии других подобных рядов была вскоре подтверждена работами Дюма над жирными кислотами» (там

же, с.13). Автор резюмирует: «Шиль установил ряд спиртов, Дюма – ряд кислот, а Жерар уже составил полтора ста серий, не смущаясь тем, что во многих из них известно лишь по одному-двум представителям» (там же, с.16-17).

**494. Разработка концепции о четырехвалентности углерода в органических соединениях.** Концепция о том, что углерод в органических соединениях демонстрирует четырехвалентность, создана двумя учеными, которые работали независимо друг от друга. Это немецкий химик Фридрих Август Кекуле (1829-1896) и шотландский исследователь Арчибальд Скотт Купер (1831-1892). Анализируя различные химико-органические реакции, они обратили внимание на то, что высшая «степень сродства» углерода в этих процессах равна четырем.

В.А. Волков, Е.В. Вонский и Г.И. Кузнецова в биографическом справочнике «Выдающиеся химики мира» (1991) пишут об А.С. Купере: «Почти **одновременно** с работами Ф.А. Кекуле по теории атомности опубликовал (1858) статью «О новой химической теории», в которой изложил методологические принципы построения теории атомности. В свете этих принципов критически рассмотрел господствовавшую до того теорию типов Ш.Ф. Жерара и выдвинул свои положения о конституции химических соединений: а) фактором, определяющим образование соединений, является химическое сродство элементов; б) сродство выступает и как качественное свойство элементов – его избирательность по отношению к другим элементам, и как количественное – степень сродства; в) высшая степень сродства углерода равна 4, поэтому он способен присоединять эквивалентные количества водорода, хлора и т.д.; г) углерод способен соединяться с самим собою и образовывать углерод-углеродные связи» (Волков и др., 1991, с.239-240).

Об этом же сообщает Михаил Левицкий в книге «Лаборатория химических историй: от электрона до молекулярных машин» (2022). Автор говорит об Арчибальде Купере: «Он **независимо от А. Кекуле** (автора структуры бензола) установил четырехвалентность углерода, а главное – ввел графическое обозначение химической связи – валентную черту, используемую в наше время повсеместно. Стройной теории он не создал, но некоторые достижения всё же были. К сожалению, общий тон статьи Купера был вызывающим и самоуверенным, и коллеги считали, что ученый слишком заносчив, если отрицает взгляды предшественников» (М. Левицкий, 2022).

Аналогичные сведения содержатся в книге Рейнольда Фьюзона «Реакции органических соединений» (1966), где автор пишет: «Более столетия прошло с тех пор, как впервые была сформулирована концепция о четырехвалентности углерода. Разработка основных положений этой теории, возможно, является наиболее важным достижением химиков-органиков. В этой связи обычно упоминают имена Кекуле и Купера, **одновременно и независимо** выдвинувших гипотезу о четырехвалентности углерода в его соединениях. Большой вклад в эту теорию внес Бутлеров...» (Фьюзон, 1966, с.9).

Процитируем еще одну работу. В.М. Толстопятов в статье «Александр Михайлович Бутлеров – творец теории химического строения органических соединений» («Вестник Ленинградского университета», 1947, № 10) констатирует: «В 1858 г. в истории органической химии произошло событие большой важности. Два ученых, шотландец Купер и немецкий ученый Кекуле, одновременно и **независимо друг от друга** опубликовали статьи, в которых были сформулированы два основных положения, на почве которых должна была в дальнейшем развиваться теория строения» (Толстопятов, 1947, с.4).

Открытие, сделанное А. Кекуле и А. Купером независимо друг от друга, можно описать словами О.Ю. Охлобыстина, который в книге «Жизнь и смерть химических идей» (1989) отмечает: «...В ходе накопления новых фактов настает такой момент, когда из их совокупности путем строгого **логического** рассуждения может быть выведено новое положение, носящее характер закона. Это качественный скачок в познании мира, открывающий новую главу в истории той или иной науки. Неизбежность такого открытия вполне очевидна; на долю случая остаются только детали. Неудивительно, что открытия

такого рода зачастую делаются **независимо и практически одновременно** двумя учеными или группами исследователей. Их делают в результате тщательного и строгого анализа накопленных сведений...» (Охлобыстин, 1989, с.15).

**495. Открытие периодической системы химических элементов.** Создателем периодической системы химических элементов и первооткрывателем периодического закона является русский химик Дмитрий Иванович Менделеев (1834-1907). Но поскольку каждое крупное научное открытие рождается в условиях, когда идеи начинают «витать в воздухе», то к открытию системы химических элементов независимо приходили и другие ученые. Среди них английский химик Джон Ньюлендс (1837-1898) и немецкий исследователь Юлиус Лотар Мейер (1830-1895).

М.П. Бронштейн в книге «Атомы и электроны» (1980) пишет о событиях, последовавших после неудачной попытки Джона Ньюлендса (1863) предложить классификацию химических элементов: «Через несколько лет после этой попытки Ньюлендса она была повторена двумя другими учеными, работавшими над вопросами естественной классификации элементов совершенно **независимо друг от друга**. Одним из них был Юлиус Лотар Мейер, профессор университета в Бреслау (ныне Вроцлав в ПНР), другим – Дмитрий Иванович Менделеев, профессор университета в Санкт-Петербурге. И Мейер, и Менделеев сообразили, что могут существовать и элементы, еще не открытые химиками, а поэтому, если этого требует классификация, можно оставлять в таблице пропуски, соответствующие еще не открытым элементам» (Бронштейн, 1980, с.52-53).

Об этом же сообщают Е.А. Баум и В.В. Лунин в статье «Российский вклад в Периодическую систему» («Вестник РФФИ», 2019, № 1 (101)). Авторы говорят о Лотаре Мейере: «...Создал к 1868 г. новую таблицу элементов, в какой-то мере предвосхитившую таблицу Д.И. Менделеева. В ней Л. Мейер предложил расширенную классификацию пятидесяти двух элементов в пятнадцати вертикальных рядах, шестнадцатый ряд был оставлен пустым. Однако таблица не была опубликована в то время, поскольку Л. Мейер доверил проект своему преемнику, геологу Адольфу Ремеле (1839-1915). В результате и Л. Мейер, и Д.И. Менделеев разработали свои периодические системы в виде двухмерных таблиц **независимо друг от друга** при написании своих учебных пособий в поиске нового дидактического введения в химию элементов» (Баум, Лунин, 2019, с.56-57).

Далее авторы пишут об Л. Мейере: «Но в конечном итоге он признал, что Д.И. Менделеев первым упомянул о периодическом изменении свойств, связанном с атомными весами, и о возможности предсказания существования еще неизвестных науке элементов. Именно последнее обстоятельство обусловило триумф закона Д.И. Менделеева и со временем привело к забвению вклада немецкого исследователя, как считают современные историки науки» (там же, с.58).

Исследования Джона Ньюлендса упоминаются в книге О. Писаржевского «Дмитрий Иванович Менделеев» (1949): «...Англичанин Ньюлендс пытался уловить соотношения между отдельными элементами, которые напоминали бы те, которые существуют между каким-либо музыкальным тоном и его октавой. Как известно, каждый отдельный тон созвучен тому же тону октавой выше или ниже, вследствие связи между числом колебаний струн, порождающих эти тона. Подобие этого явления Ньюлендс находил в совпадении признаков элементов, занимавших одинаковое положение в построенных им «октавах». Ньюлендс вписывал элементы в свои «октавы», размещая их в строчках по семь элементов в каждой. В первых строчках его «октав» сходство между элементами, занимавшими вторые, третьи, четвертые и т.д. места в разных «октавах», проявлялось довольно отчетливо» (Писаржевский, 1949, с.217).

**496. Открытие реакции взаимодействия брома с ацетатом серебра.** Реакцию взаимодействия брома с ацетатом серебра открыли независимо друг от друга русский химик Александр Порфирьевич Бородин (1833-1887) и немецкая женщина-ученый Клэр

Хундикер (1903-1995). Примечательно, что А.П. Бородин описал указанную реакцию в 1860-1861 гг., а К. Хундикер – в 1942 г. Другими словами, она заново открыла то, что обнаружил когда-то А.П. Бородин.

Александр Рулев в статье «Женские даты имен» (журнал «Химия и жизнь», 2019, № 3) пишет о реакции взаимодействия брома с ацетатом серебра: «В первый раз эта реакция была открыта в середине XIX века. Осень 1860 и зиму 1861 года А.П. Бородин провел в Париже, где общался с коллегами, в том числе с Луи Пастером, слушал лекции известных ученых, много работал. Именно там он впервые описал действие брома на ацетат серебра. Он наблюдал, как при нагревании происходит декарбоксилирование соли и образуется бромистый метил. **Второй раз** эта же реакция была открыта восемь десятилетий спустя, в 1942 году. На сей раз удача улыбнулась супругам Хундикер, которые не были знакомы с публикацией русского химика. Они не только детально изучили реакцию, но и предложили ее механизм. К сожалению, разыскать какую-либо информацию о Клэр Хундикер оказалось непросто. Известно лишь, что в 1928 году двадцатипятилетней барышней она защитила диссертацию в Кельнском университете под руководством профессора Роберта Винтгена. Три года спустя Клэр вышла замуж за Хайнца Хундикера, работая бок о бок с которым и открыла декарбоксилирование солей серебра при действии галогеном - во второй раз» (Рулев, 2019, с.15).

**497. Открытие альдольной конденсации.** Реакцию конденсации альдегидов открыли независимо друг от друга Александр Порфирьевич Бородин и французский химик Шарль Адольф Вюрц (1817-1884). Поскольку А.П. Бородин совмещал свои химические исследования с музыкальным творчеством, он не стал развивать свое открытие, предоставив эту возможность своему французскому коллеге.

П. Ласло во 2-ом томе книги «Логика органического синтеза» (1998) пишет: «Одним из тех, кто открыл реакцию альдольной конденсации, был Александр Бородин (1833-1887), другим автором этой реакции был француз Вюрц. Мало кому известно, что этот русский композитор был выдающимся химиком. <...> Зинин призывал Бородина сделать выбор между химией и музыкой, поскольку музыка мешала его научной деятельности. Точно так же, в музыковедческих работах высказываются сожаления по поводу малочисленности его музыкальных сочинений из-за того, что ему мешала профессиональная деятельность ученого-химика!» (Ласло, 1998, с.35).

Об этом же сообщает Н.А. Фигуровский в книге «История химии» (1979): «Ученик Н.Н. Зинина, профессор Медико-хирургической академии в Петербурге А.П. Бородин один из первых исследовал реакцию конденсации альдегидов, получил альдол **независимо** от А. Вюрца. Большое значение имел метод Бородина по получению фторорганических (ароматических) соединений» (Фигуровский, 1979, с.199).

Этот же вопрос обсуждает А.П. Дианин в статье «Александр Порфирьевич Бородин» (сборник «А.П. Бородин в воспоминаниях современников», 1985): «...Независимо от Вюрца, но **одновременно с ним**, Александр Порфирьевич получил альдол и указал, что в продуктах его распада получается уксусный альдегид, что впоследствии подтверждено и Вюрцем. Но так как сообщение Вюрца было напечатано раньше, то Александр Порфирьевич ограничился короткой протокольной заметкой и уступил знаменитому французскому химику дальнейшее исследование альдола, несмотря на тот громадный интерес, который представляло это вещество своеобразностью своей природы» (Дианин, 1985, с.171-172).

Приведем еще один источник. Леонид Васильевич Дашко в кандидатской диссертации «Разработка каталитических систем для осуществления альдольной конденсации низших альдегидов» (2014) указывает: «Впервые альдольную конденсацию осуществили одновременно и **независимо друг от друга** А.П. Бородин и Ш.А. Вюрц [23] в 1872 г. Применение оснований, способствующих более легкому протеканию альдольной



конденсации и основанных на ней других превращений, было предложено Шмидтом [24] и в дальнейшем исследовано Кляйзенем [25]» (Л.В. Дашко, 2014).

**498. Получение жидкого кислорода.** Найти физические условия, при которых газообразный кислород переходит в жидкое состояние, удалось двум ученым, опубликовавшим свои результаты в 1877 г. Это открытие сделали независимо друг от друга швейцарский физик Рауль Пьер Пикте (1846-1929) и французский инженер Луи-Поль Кайете (1832-1913).

О. Писаржевский в книге «Дмитрий Иванович Менделеев» (1949) пишет: «В декабре 1877 года француз Кайете и швейцарский физик Пикте, охладив воздух до температуры – 184°С, наблюдали первые капли жидкого воздуха, осевшие на стенках сосуда, в котором происходило охлаждение. Они работали **независимо друг от друга**, но они оба зависели от открытия Менделеева, впервые указавшего науке тот путь, следуя которым они достигли своего замечательного успеха» (Писаржевский, 1949, с.107).

Об этом же сообщает Т.Н. Адамецкая в книге «История дизайна, науки и техники» (2014): «Швейцарский физик Р. Пикте разработал метод сжижения кислорода путем сжатия и охлаждения. То же **независимо сделал** французский физик Л. Кайете, который в дальнейшем получил жидкий воздух, жидкий водород и жидкий азот» (Адамецкая, 2014, с.21).

Аналогичные сведения можно найти в книге Антонио Рохо «Физика низких температур. Ландау. Сверхтекучесть» (2015). Автор сообщает о том, как ученым удалось воспользоваться эффектом Джоуля – Томсона, состоящим в том, что быстрое расширение газа приводит к его сильному охлаждению: «Первым газом, сжиженным таким способом, стал кислород. Это удалось сделать в 1877 году французам Луи Кайете и швейцарцу Раулю Пикте – **независимо друг от друга**. Они представили свои результаты на одном и том же заседании Французской академии наук, что вызвало споры о приоритете. Хотя детали этих процессов отличались друг от друга, принцип в обоих случаях оставался тем же: сильно сжатый кислород охлаждался и быстро расширялся. Так получался плотный конденсат – «пар, очень близкий к точке перехода в жидкость», как говорил сам Кайете. Таким же образом несколько месяцев спустя Кайете получил жидкий азот» (Рохо, 2015, с.61).

**499. Открытие способа получения чистого алюминия.** Метод получения чистого алюминия разработали независимо друг от друга два исследователя – американский химик Чарльз Мартин Холл (1863-1914) и французский инженер Поль Луи Эру (1863-1914). В основе их метода лежал электролиз расплавленных солей.

О.С. Сироткин и П.Б. Шибаев в книге «История материаловедения» (2014) пишут: «В 1808 г. английским ученым Дэви впервые было высказано предположение о существовании алюминия. Именно он дал это название новому металлу. Однако лишь в 1825 г. датскому ученому Эрстеду и в 1827 г. немецкому химику Велеру удалось выделить первые крупинки алюминия в чистом виде. Авторы современного способа получения чистого алюминия – американец Чарльз Холл и француз Поль Эру. Разработав **независимо один от другого** способ получения алюминия электролизом расплавленных солей – расплав криолита с растворенным в нем оксидом алюминия  $Al_2O_3$ , они **одновременно** в 1886 г. получили патент» (Сироткин, Шибаев, 2014, с.139).

Об этом же сообщает А. Азимов в книге «Краткая история химии» (1983): «В 1886 г. молодой американский студент-химик Чарльз Мартин Холл (1863-1914), услышав от своего учителя, что тот, кто откроет дешевый способ получения алюминия, несомненно, разбогатеет и прославится, решил заняться этой проблемой. Работая в домашней лаборатории, он открыл, что оксид алюминия (глинозем) можно растворить в расплавленном минерале криолите. А, получив раствор оксида, можно путем электролиза выделить и сам алюминий. В том же году французский металлург Поль Луи Туссен Эру (1863-1914) разработал, по сути, **тот же метод** получения алюминия. Метод Холла – Эру

сделал алюминий настолько дешевым, что из него стали изготавливать даже кухонную посуду» (Азимов, 1983, с.140).

Этот же вопрос рассматривает А.А. Ларин в книге «История науки и техники» (2018): «Длительное время ученые искали способы получения алюминия, но металл выходил очень дорогим. И только в 1886 году двое молодых людей – американский студент Чарльз Мартин Холл и французский инженер Поль Луи Гуссен Эру, **независимо друг от друга** открыли способ получения алюминия с помощью разложения электрическим током окисла алюминия, предварительно расплавленного в криолите. Правда, электролитический способ требовал большого количества энергии, но к тому времени уже были достаточно мощные электростанции» (Ларин, 2018, с.166).

Приведем еще одно свидетельство. Перед нами сборник статей под названием «Эта книга сделает вас умнее. Новые научные концепции эффективности мышления» (2016). В данном сборнике имеется статья Клиффорда ПикOVERA «Калейдоскоп открытий», в которой автор отмечает: «Британские натуралисты Чарльз Дарвин и Альфред Рассел Уоллес одновременно и независимо разработали теорию эволюции и естественного отбора. А венгерский математик Янош Бойяи и русский математик Николай Лобачевский, похоже, одновременно и независимо друг от друга разработали гиперболическую геометрию. История технологий переполнена такого рода одновременными открытиями. Например, в 1886 году американец Чарльз Мартин Холл и француз Поль Эру одновременно и **независимо друг от друга** открыли способ получения алюминия путем электролиза. Этот недорогой способ оказал огромный эффект на развитие промышленности» (ПикOVERA, 2016, с.171-172).

**500. Открытие пентакарбонила железа.** Пентакарбонил железа получили независимо друг от друга английский химик Людвиг Монд (1839-1909) и французский ученый Марселен Бертло (1827-1907). Это вещество, представляющее собой соединение угарного газа (СО) с железом, в свое время применялось в качестве антидетонатора. Справедливости ради укажем, что аналогичное открытие сделал немецкий химик по фамилии Варта.

О.Ю. Охлобыстин в книге «Третья» химия: элементoорганические соединения» (1965) пишет о тетракарбониле никеля: «Он был открыт еще в 1890 г. Мондом, внимательно изучавшим процессы коррозии никелевой аппаратуры в заводских условиях. Год спустя – в один и тот же день, 15 июня 1891 г. – Монд в Лондоне и Бертло в Париже **независимо друг от друга** представили сообщения об открытии ими еще одного карбонила – пентакарбонила железа  $Fe(CO)_5$ » (Охлобыстин, 1965, с.177-178).

Об этом же сообщает В.Г. Сыркин в книге «Химия и технология карбонильных материалов» (1972): «Впервые пентакарбонил железа  $Fe(CO)_5$  был получен в 1891 г. **одновременно** Мондом [85] в Англии, Бертло [86] во Франции и Варта [87] в Германии. Монд и Бертло получили  $Fe(CO)_5$  взаимодействием окиси углерода с тонко распределенным железом при температуре соответственно 80 и 45°C и атмосферном давлении. Варта получил пентакарбонил железа в смеси с тетракарбонилем никеля обработкой окисью углерода железо-никелевого сплава при повышенной температуре и атмосферном давлении. Однако выход карбонила железа в этих работах был менее 1%» (Сыркин, 1972, с.40).

Аналогичная информация представлена в следующем источнике. Л.Г. Власов и Д.Н. Трифонов в книге «Занимательно о химии» (1968) пишут о карбониле железа: «Оказалось, что жидкость эта – известное, но очень редкое химическое соединение атома железа с пятью молекулами угарного газа. Пентакарбонил железа  $Fe(CO)_5$  - так именовалось оно в химических справочниках. (Кстати, о судьбах научных открытий. Пентакарбонил железа в один и тот же день – 15 июня 1891 года – получили двое ученых: Бертло во Франции и Монд в Англии. Право, такие совпадения встречаются не столь уж часто)» (Власов, Трифонов, 1968, с.158).

**501. Осуществление магнийорганического синтеза (открытие реакции Гриньяра).** Первооткрывателем магнийорганического синтеза традиционно считается французский химик Виктор Гриньяр (1871-1935). К мысли о получении различных металлоорганических соединений с использованием магния он пришел по аналогии с методом синтеза металлоорганических соединений с использованием цинка. В 1912 г. магнийорганический синтез (названный «реакцией Гриньяра») принес французскому ученому Нобелевскую премию по химии. Однако следует отметить, что независимо от В. Гриньяра аналогичное открытие Нобелевского уровня сделал российский химик, ученик А.М. Зайцева, Александр Ерминингельдович Арбузов (1877-1968).

И.С. Антипин, М.А. Казымова и др. в очерке «Органическая химия. История и взаимная связь университетов России» («Журнал органической химии», 2017, том 53, № 9) пишут: «В лаборатории профессора Зайцева Александр Арбузов выполнил первую самостоятельную работу, опубликованную в журнале Русского физико-химического общества, которая называлась «Из химической лаборатории Казанского университета. Об аллилметилфенилкарбиноле Александра Арбузова». Александр Арбузов первым из российских химиков и **независимо от Гриньяра** осуществил реакцию, известную сегодня как магнийорганический синтез – реакция Гриньяра» (Антипин и др., 2017, с.1272).

Об этом же сообщает Яна Хлюстова в статье «Кто из России мог получить «Нобеля» по химии» (интернет-издание «Газета.ru», 27.10.2015 г.): «Свои первые научные работы Арбузов начал проводить еще в Казани – из первой опубликованной статьи ученого вытекало, что он, **независимо от Виктора Гриньяра** (французского исследователя, лауреата Нобелевской премии по химии 1912 года), осуществил магнийорганический синтез – реакцию, названную по имени Гриньяра. Арбузов стал первым из русских химиков, кто применил магнийорганические соединения в практике органического синтеза» (Я. Хлюстова, 2015).

Приведем еще один источник. Б.А. Арбузов в статье «Наш путь в науке» (ежегодник «Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова - 2003», 2004) пишет о своем отце А.Е. Арбузове: «В университете А.Е. Арбузов увлекся химией и работал у А.М. Зайцева, который в то время руководил кафедрой органической химии, и сделал первую свою работу «Об аллилметилфенилкарбиноле». В этой работе он вместо принятых со времен Бутлерова цинкорганических соединений впервые применил вместо цинка магний в среде эфира (опубликована в 1901 году, получена редакцией 20.10.1900) и, таким образом, **независимо от Гриньяра** (1900 год) осуществил реакцию магнийорганических соединений [1, 2]» (Арбузов, 2004, с.69).

Здесь [1] – Арбузов А.Е. // ЖРФХО. – 1900. – Том 32. – С.753; Арбузов А.Е. // ЖРФХО. – 1901. – Том 33. – С.38.

**502. Разработка стереохимической концепции, объяснившей оптическую активность органических соединений.** Стереохимическую концепцию, позволившую объяснить оптическую активность органических соединений, разработали независимо друг от друга два исследователя – голландский химик Якоб Вант-Гофф (1852-1911) и французский ученый Жозеф Ашиль Ле-Бель (1847-1930). В 1901 г. Я. Вант-Гофф удостоен Нобелевской премии по химии.

В 1-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) сообщается: «Вант-Гофф предположил, что оптическая активность органических соединений связана с асимметрической молекулярной структурой, причем атом углерода находится в центре тетраэдра, а в четырех его углах располагаются атомы или группы атомов, отличающиеся друг от друга. Таким образом, взаимнообмен расположенных в углах тетраэдра атомов или групп атомов может приводить к появлению молекул, идентичных по химическому составу, но являющихся зеркальным отображением друг друга по структуре. Этим и объясняются различия в оптических свойствах. Двумя месяцами позже во Франции к подобным же выводам пришел работавший над этой проблемой **независимо от Вант-**

**Гоффа** его товарищ по Парижскому университету Жозеф Ашиль Ле Бель» («Лауреаты...», 1992, с.239).

Об этом же сообщает Мартин Гарднер в книге «Этот правый, левый мир» (1967): «Истинная природа молекулярной асимметрии была выяснена лишь в 1874 году (Био к тому времени уже не было в живых, а Пастеру исполнилось 52 года). Как часто случается в науке, правильное объяснение было выдвинуто **одновременно и независимо** двумя людьми: французом Жозефом Ле Белем и голландцем Якобом Гендриком Вант-Гоффом. Оба молодых ученых предположили, что атом углерода в различных соединениях углерода помещается в центре тетраэдральной структуры и соединяется химическими связями с четырьмя другими атомами, помещенными по вершинам тетраэдра. Атом углерода имеет всего четыре электрона во внешней оболочке, хотя там достаточно места для восьми. Поэтому у него есть, так сказать, четыре пустых места, которые могут быть заполнены электронами с внешних оболочек четырех других атомов. Если все четыре внешних атома разные, рассуждали Ле Бель и Вант-Гофф, то такая тетраэдральная структура будет асимметрична и несовместима со своим зеркальным изображением» (Гарднер, 1967, с.107). Автор продолжает: «Когда Вант-Гофф и Ле Бель **независимо друг от друга** высказали предположение, что асимметричное тетраэдральное строение молекулы – причина ее оптической активности, это вызвало насмешки со стороны многих ученых. Один из коллег Вант-Гоффа даже назвал его взгляды «жалкой спекулятивной философией» (там же, с.113).

Приведем еще одно свидетельство. Р.Б. Добротин и Ю.И. Соловьев в книге «Вант-Гофф» (1977) пишут: «Необходимо подчеркнуть, что Вант-Гофф и Ле Бель пришли к своим взглядам **совершенно независимо**. Хотя они и были знакомы друг с другом и, как мы знаем, даже работали некоторое время в одной лаборатории, тем не менее, никаких разговоров и дискуссий по поводу стереохимии между ними не было. Об этом со всей определенностью свидетельствуют исторические документы и собственные слова ученых. Очень важно отметить, что неизбежные при всяком одновременном открытии трения и недоразумения приоритетного характера практически свелись здесь к минимуму. История утверждения стереохимии представляет образец научных взаимоотношений, проникнутых чувством обоюдного уважения и чуждых духу мелочного соперничества» (Добротин, Соловьев, 1977, с.52).

**503. Открытие реакции каталитического алкилирования низших олефинов галогенпроизводными, то есть реакции синтеза углеводов.** Указанную реакцию каталитического алкилирования низших олефинов открыли независимо друг от друга два русских химика - Александр Павлович Эльтеков (1846-1894) и Юлия Всеволодовна Лермонтова (1846-1919). Эта реакция стала основой промышленного производства некоторых видов моторного топлива.

В.А. Волков, Е.В. Вонский и Г.И. Кузнецова в биографическом справочнике «Выдающиеся химики мира» (1991) пишут о Юлии Лермонтовой: «Первая русская женщина-химик, получившая степень доктора химии. Родилась в Петербурге. Так как в дореволюционной России доступ женщинам к высшему образованию был затруднен, уехала за границу. Посещала на правах вольнослушателя лекции Р.В. Бунзена в Гейдельбергском университете и А.В. Гофмана в Берлинском университете. Диплом доктора химии получила в Геттингенском университете экстерном (1874). Позже работала в лаборатории А.М. Бутлерова в Петербургском университете и в лаборатории В.В. Марковникова в Московском университете» (Волков и др., 1991, с.262). Далее авторы излагают основное достижение Юлии Лермонтовой: «Каталитическим алкилированием низших олефинов галогенпроизводными получила (1878) новые углеводороды изостроения. Эту реакцию часто называют реакцией Бутлерова – Лермонтовой – Эльтекова (**независимо** от Бутлерова и Лермонтовой ее открыл и А.П. Эльтеков)» (там же, с.262).

Об этом же сообщает Александр Рулев в статье «Женские даты имен» (журнал «Химия и жизнь», 2019, № 3): «В январе 1878 года на заседании Русского химического

общества молодой ученый А. П. Эльтеков представил предварительные результаты, которые он получил при разработке нового метода синтеза углеводородов общей формулы  $C_nH_{2n}$ . Присутствовавший при этом А. М. Бутлеров заметил, что по его предложению серию **аналогичных опытов** годом ранее провела госпожа Лермонтова» (Рулев, 2019, с.13). Далее автор замечает: «Несмотря на весомый задел, женщина-химик поступила поджентельменски, оставив интересную область исследований своему ровеснику из Харьковского епархиального женского училища. Тем не менее, реакцию назвали реакцией Бутлерова - Эльтекова - Лермонтовой. Ценность полученных ею результатов стала понятна позже, когда эта реакция стала основой промышленного производства некоторых видов современного моторного топлива. К сожалению, имя первой русской женщины-химика не всегда упоминается даже в России» (там же, с.13).

**504. Формулировка идеи о самопроизвольной диссоциации молекул в растворах на ионы.** Важным этапом в развитии химической науки стало создание теории электролитической диссоциации, сформулированной шведским химиком Сванте Аррениусом (1859-1927). Эта теория принесла ему в 1903 г. Нобелевскую премию по химии. Ключевым аспектом электролитической концепции является идея о том, что в растворах молекулы вещества диссоциируют (распадаются) на ионы самопроизвольно, без воздействия электрического тока. Высказывал ли кто-нибудь из ученых эту идею независимо от С. Аррениуса (или до него)? Да, ее высказывали, по меньшей мере, двое ученых – немецкий физик, первооткрыватель второго начала термодинамики, Рудольф Клаузиус (1822-1888) и английский химик-органик, член Лондонского королевского общества Александр Вильям Вильямсон (1924-1904).

Я.П. Страдынь в книге «Теодор Гротгус» (1966) пишет: «...Кольрауш нашел количественную связь между подвижностью ионов и электропроводностью раствора и открыл закон независимости перемещения разноименных ионов (1873). Примерно в это же время Клаузиус указал, что молекулы разлагаются на ионы не внешним напряжением [22]. Если было бы так, то каждое химическое соединение характеризовалось бы определенной специфической ЭДС, необходимой для преодоления химического сродства; на деле же уже самая незначительная электродвижущая сила вызывает электролиз во всяком электролите. Поэтому Клаузиус предположил, что в любом растворе электролита часть молекул диссоциирована на ионы. Диссоциация молекул происходит непрерывно, без всякого участия внешнего напряжения, но в то же время при случайных встречах ионы непрерывно воссоединяются, в результате чего устанавливается некоторое состояние подвижного равновесия. Электрический ток не создает ионов, а действует на уже существующие ионы, направляя их к противоположным полюсам. Впрочем, почти **подобные взгляды** о самопроизвольной диссоциации молекул в растворах высказал еще за шесть лет до Клаузиуса Виллиамсон [23]. Таким образом, идея о самопроизвольной и полной диссоциации молекул электролитов в растворах возникла в трудах Клаузиуса и Виллиамсона несколько десятилетий спустя после смерти Гротгуса» (Страдынь, 1966, с.65-66).

Здесь [22] – работа Р. Клаузиуса (1857); [23] – работа А. Вильямсона (1851).

Исследования А. Вильямсона упоминаются также в книге Ю.И. Соловьева «История химии. Развитие химии с древнейших времен до конца XIX в.» (1976): «Утверждение в химии атомно-молекулярного учения, а в физике – кинетической теории газов сыграло решающую роль в развитии учения о химическом превращении как процессе взаимодействия атомов и молекул, находящихся в движении. В 1850-1852 гг. А. Вильямсон впервые использовал положения молекулярно-кинетической теории для объяснения динамического состояния химического равновесия. На примере изучения реакции этерификации спирта серной кислотой он показал, что сначала образуется этил-серная кислота, которая затем отдает свою этильную группу другой молекуле спирта... Таким образом, данный процесс является двухступенчатым: он идет с образованием

промежуточного продукта, взаимодействие которого со спиртом дает эфир; при этом регенерируется серная кислота» (Соловьев, 1976, с.338).

### **505. Открытие аномальной электропроводности в неводных растворах.**

Первооткрывателем аномальной электропроводности в неводных растворах является русский химик Иван Алексеевич Каблуков (1857-1942). Исследуя электропроводность хлористого водорода в различных растворителях, он обнаружил, что она уменьшается с разведением. Этот результат противоречил теории растворов, сформулированной немецким химиком Вильгельмом Оствальдом (лауреатом Нобелевской премии по химии за 1909 г.). Открытие И.А. Каблукова заставило В. Оствальда пересмотреть свою прежнюю концепцию растворения. Примечательно, что независимо от И.А. Каблукова аналогичное открытие сделал американский химик А. Вакеман (A. Wakeman), трудившийся в лаборатории Оствальда. Поскольку экспериментальные данные, полученные А. Вакеманом, демонстрировали ограниченную справедливость теоретических взглядов Оствальда, публикация этих данных задержалась. И.А. Каблуков узнал об исследованиях А. Вакемана из переписки с химиком А.В. Сперанским, который просил своего соотечественника быстрее опубликовать полученные результаты.

Н.И. Родный и Ю.И. Соловьев в книге «Вильгельм Оствальд» (1969) пишут об исследованиях, проведенных И.А. Каблуковым в 1889-1891 годах и посвященных измерению электропроводности в органических растворителях: «Заинтересовавшись решением вопроса о том, как влияет природа растворителя на химические свойства кислот, Каблуков исследовал электропроводность хлористого водорода в различных растворителях (бензол, ксилол, гексан, эфир и метиловый, изобутиловый, амиловый спирты). Им было найдено, что электропроводность HCl в эфире приблизительно в пять раз больше электропроводности HCl в ксилоле. В бензоле же она еще меньше, чем в ксилоле. Определяя электропроводность растворов HCl в эфире, Каблуков нашел, что она очень незначительна и уменьшается с разведением» (Родный, Соловьев, 1969, с.96). «Эти экспериментальные данные противоречили положению, принятому Оствальдом, о том, что электропроводность увеличивается с разведением раствора. И.А. Каблуков, таким образом, впервые обнаружил явление аномальной электропроводности в неводных растворах» (там же, с.96).

Далее авторы анализируют переписку Каблукова со Сперанским: «В архиве АН СССР хранятся интересные письма Сперанского к Каблукову из Лейпцига. В первом письме, написанном, по-видимому, в ноябре - декабре 1890 г., Сперанский писал: «Когда я уезжал из Москвы, Вы говорили, что собираетесь исследовать электропроводность кислот в спиртовых растворах; с этим вопросом здесь работал один американец и пришел к результатам, противоречащим диссоциационной теории (теории электролитической диссоциации Сванте Аррениуса – Н.Н.Б.). Если у Вас есть результаты, то печатайте их скорее, хотя Оствальд пока не собирается печатать полученных американцем данных. Я долго колебался, писать Вам об этом или нет, потому что это все-таки разглашение лабораторных тайн, а с другой стороны, мне стало досадно, что пропадут результаты работы, которую Вы начали ранее. Поэтому в надежде, что моя измена останется в тайне, я решил написать Вам» [35]» (Родный, Соловьев, 1969, с.97).

Авторы продолжают: «В другом письме, от 1 декабря 1890 г., Сперанский писал Каблукову: «Отвечаю Вам на Ваши вопросы. Американец называется Вакеман, работает у Оствальда второй семестр. Работал он над растворами уксусной и монобромуксусной кислот (кажется, только над этими). Нашел он, что молекулярная электропроводность с разведением не увеличивается, а уменьшается. Работу свою он пишет, вряд ли скоро напечатается, по крайней мере, в Zeitschrift, так как Оствальд очень огорчен этим открытием». (Работа Вакемана была опубликована в 1893 г. - Авторы). [36]» (Родный, Соловьев, 1969, с.97).

Здесь [36] – Wakeman A. // Zeitschrift Phys. Chem. – 1893. – Bd. 11. – S.69.

**506. Формулировка идеи об образовании комплексов в неводных растворах.** Гипотезу об образовании комплексов в неводных растворах выдвинули независимо друг от друга латвийский химик Пауль Вальден (1863-1957) и русский ученый Владимир Александрович Плотников (1873-1947). Ю.И. Соловьев в книге «Сванте Аррениус» (1990) пишет: «В истории науки мы знаем немало примеров, когда изучение определенного объекта исследования приводит различных ученых к близким по своим основам теоретическим представлениям. Так было и в случае изучения неводных растворов. П.И. Вальден и В.А. Плотников одновременно и **независимо друг от друга** высказали идею об образовании комплексов в неводных растворах» (Соловьев, 1990, с.180).

**507. Открытие трех основных принципов термохимии.** Французский химик Марселен Бертло (1827-1907) считается автором трех принципов термохимии, открытых им при обобщении результатов исследования тепловых эффектов химических реакций. Однако независимо от Бертло (и раньше) эти же принципы открыл датский химик Юлиус Томсен (1826-1909).

Ю.С. Мусабеков в книге «Марселен Бертло» (1965) пишет: «Первый принцип термохимии Бертло называл принципом молекулярных работ и формулировал его так: тепловой эффект реакции есть мера физической и химической работы, соответствующей этой реакции. Нетрудно видеть, что это положение перекликается с взглядами Гесса, а вообще говоря, является частным следствием эквивалентности и взаимной превращаемости различных форм энергии. К тому же еще Томсен **за двадцать лет до Бертло** писал, что количество тепла, выделившееся при химической реакции, может служить мерой химической силы. Под силой Томсен понимал то, что позднее стали называть энергией. Таким образом, первый принцип термохимии **давно назрел** и был высказан до Бертло» (Мусабеков, 1965, с.115).

Далее Ю.С. Мусабеков переходит к обсуждению третьего принципа термохимии: «Наконец, третьим принципом термохимии Бертло считал принцип максимальной работы: каждое химическое превращение, проходящее без вмешательства посторонней энергии, стремится к образованию такого тела (или системы тел), которое возникает с выделением наибольшего количества тепла. Это положение известно в физической химии как принцип максимальной работы Бертло – Томсена. Фамилию датского ученого иногда ставят первой, поскольку он еще в 1854 г. в «Анналах Поггендорфа» писал, что всякий простой или сложный чисто химический процесс сопровождается выделением тепла; поэтому, если мы имеем систему тел, то в ней должны получаться исключительно те вещества, при образовании которых выделяется наибольшее количество тепла. В химии, добавлял датский ученый, господствует право сильного. Между Томсеном и Бертло в семидесятые годы XIX в. проходила **полемика о приоритете** [85, стр.428]. Бертло настаивал на наибольшей оригинальности третьего принципа термохимии. Объективную оценку этому спору о приоритете дал Каблуков, использовавший аналогичные мысли Менделеева в вопросе о заслуге ученых в том или ином открытии. «Здесь мы встречаемся с явлением, - писал Каблуков, - не раз повторявшимся в истории науки: одинаковые и близкие идеи зарождаются почти **одновременно и независимо** в умах лиц, изучающих одни и те же явления, но признательные современники, а также и последующие поколения ученых, приписывают заслугу тому, кто, с одной стороны, наиболее рельефно выразил известное положение, с другой стороны, вывел из него ряд выводов, которые так или иначе подвергаются опытной проверке» (Мусабеков, 1965, с.116).

**508. Введение понятия скорости химической реакции (разработка химической кинетики).** Понятие скорости химической реакции – одно из главных понятий химической кинетики – ввели независимо друг от друга Марселен Бертло и немецкий химик Людвиг Фердинанд Вильгельми (1812-1864).

К. Манолов, Д. Лазаров и И. Лилов в книге «У химии свои законы» (1975) пишут о событиях 1850 г.: «Людвиг Фердинанд Вильгельми (1812-1864) изучает взаимодействие обыкновенного сахара и воды в присутствии кислоты, когда сахар распадается на глюкозу и сахарозу. Эта реакция, известная как инверсия сахара, стала классической при изучении скорости химического процесса (о ней до 1906 г. было написано около 140 научных статей). Вильгельми изучил скорость инверсии сахара и дал впервые математическое выражение зависимости скорости процесса от концентрации сахара и температуры. Таким образом, он первым заговорил о скорости химической реакции, т.е. о химической кинетике» (Манолов и др., 1975, с.368).

О том, что М. Бергло независимо от Л.Ф. Вильгельми ввел понятие скорости химической реакции, сообщает Ю.С. Мусабеков в книге «Марселен Бергло» (1965): «Бергло и Сент-Жиль ввели в науку понятия об ограниченных и обратимых реакциях, **независимо от Вильгельми** они разработали вопрос о скорости химической реакции» (Мусабеков, 1965, с.125).

**509. Открытие и исследование явления детонации в газах.** Эффект возникновения и распространения в газах волны детонации, движущейся со сверхзвуковой скоростью, экспериментально открыли и детально исследовали независимо друг от друга Марселен Бергло, Анри Луи Ле-Шателье (1850-1936) и другие ученые. Работы этих исследователей, относящиеся к 1880-м годам, рассматриваются как начало развития теории детонации.

Ю.В. Семенов и П.С. Уткин в книге «Численное моделирование детонационных процессов в газах» (2011) пишут: «Катастрофические взрывы в угольных шахтах в конце 19-го столетия побудили ученых ряда стран заняться детальным исследованием распространения пламени в трубах. Одним из наиболее важных результатов этих работ было открытие в 1881 г. четырьмя французскими учеными (Е. Малляром и Г. Ле-Шателье и, **независимо от них**, М. Бергло и П. Вьелем) явления детонации в газах – распространения горения с равномерной, вполне определенной для каждого горючего состава, сверхзвуковой скоростью порядка 2-3 км/сек. Этот быстрый процесс горения был назван «фальшивым горением», или детонацией (от французского *detonner*: фальшивить, звучать не в тон)» (Семенов, Уткин, 2011, с.7).

Об этом же сообщает К.И. Щелкин в статье «Детонационные процессы» (К.И. Щелкин, «Избранные труды», 2011): «В конце прошлого столетия катастрофические взрывы в угольных шахтах побудили ученых ряда стран заняться детальным исследованием распространения пламени в газах. Важнейшим научным результатом этих работ было открытие в 1881 г. четырьмя французскими химиками (Малляром и Ле Шателье и, **независимо от них**, Бергло и Вьейем) детонации газов – распространения горения с равномерной, вполне определенной для каждого горючего состава, сверхзвуковой скоростью порядка 2-3 км в секунду. С тех пор это интересное и сложное явление, неизвестное в естественных природных условиях и порожденное развитием техники, успешно изучается учеными разных стран» (Щелкин, 2011, с.221).

Приведем еще один источник. Ф.А. Баум, К.П. Станюкович и Б.И. Шехтер в книге «Физика взрыва» (1959) повествуют: «Явление детонации в газах было открыто в 1881 г. **независимо** Бергло и Вьелем, а также Малляром и Ле-Шателье в ходе работ по исследованию распространения пламени в трубах. Уже первые опыты показали, что после установления стационарного режима детонация распространяется с постоянной скоростью, достигающей для некоторых газовых смесей весьма больших значений 3500-4000 м/сек, что в несколько раз больше скорости звука в тех же газах при обычных температурах и давлениях» (Баум и др., 1959, с.226).

**510. Создание классической теории детонации.** Классическую (гидродинамическую) теорию детонации построили независимо друг от друга русский физик Владимир Александрович Михельсон (1860-1927) и английский исследователь Сидни Чепмен (1888-



1970). С. Чепмен разработал указанную теорию через девять лет после В.А. Михельсона (1890), не зная о его результатах.

К.И. Щелкин в статье «Детонационные процессы» (К.И. Щелкин, «Избранные труды», 2011) отмечает: «Классическая теория детонации, основанная на теории ударных волн, принадлежит русскому физику В.А. Михельсону, опубликовавшему ее в 1890 г. Однако о работе Михельсона за границей не знали, и через 9 лет теорию детонации **самостоятельно создал** английский ученый Чепмен. Основные положения этой теории следующие. В детонационной волне, как и в ударной, газ сжимается резко. Между прочим, ударное сжатие, благодаря резкости, нагревает газ сильнее адиабатического. При неограниченном увеличении давления в ударной волне отношение плотности сжатого газа к начальной (сжатие) стремится к конечному значению, для идеального газа пропорциональному теплоемкости» (Щелкин, 2011, с.221).

Об этом же сообщают П.В. Меньшиков, В.А. Кутуев и С.Н. Жариков в статье «Анализ результатов исследований методик расчета скорости детонационных взрывчатых веществ» (журнал «Проблемы недропользования», 2022, № 3): «Гидродинамическая теория детонации была впервые создана русским ученым Михельсоном в его диссертации 1891 г., одновременно с цитируемой работой Вьеля. Первым гидродинамическую теорию опубликовал в 1899 г. **независимо** разработавший ее Чепмен. Вьелю была известна лишь теория ударной волны, созданная Гюгонио в 1887 г. [16]» (Меньшиков и др., 2022, с.97).

**511. Создание промышленного метода получения хлора и щелочи с использованием электролиза.** Промышленный метод получения хлора и щелочи с использованием электролиза изобрели независимо друг от друга американский химик Гамильтон Янг Кастнер (1858-1899) и австрийский ученый Карл Кельнер (1851-1905).

Н. Гринвуд и А. Эрншо во 2-ом томе книги «Химия элементов» (2008) пишут о событиях 1892-1895 годов: «Г. Кастнер (США, Великобритания) и К. Кельнер (Вена) **независимо друг от друга** разработали промышленный способ получения хлора и щелочи электролизом с применением ртутного катода» (Гринвуд, Эрншо, 2008, с.142).

**512. Открытие бесклеточного брожения.** Автором открытия бесклеточного брожения традиционно признается немецкий биохимик Эдуард Бухнер (1860-1917), который в 1907 г. получил за это открытие Нобелевскую премию по химии. Однако, как это ни удивительно, независимо от него (и гораздо раньше) феномен бесклеточного брожения обнаружила российская женщина-ученый Мария Михайловна Манасеина (1841-1903), наиболее известная своими экспериментами по изучению природы сна.

В.М. Ковальзон в статье «Забытый основатель биохимии и сомнологии» (журнал «Природа», 2012, № 5) пишет: «С октября 1870 г. по апрель 1871-го Манасеина проходила стажировку в Политехническом институте в Вене у Юлиуса Визнера, где изучала процесс спиртового брожения. Тогда она и сделала крупнейшее открытие – показала, что брожение происходит под воздействием особых веществ (так называемых «неорганизованных ферментов», если пользоваться терминологией того времени), которые можно выделить из дрожжевых клеток, однако сами живые дрожжи здесь ни при чем. Эти результаты опровергали «физиологическую» теорию брожения Луи Пастера и свидетельствовали в пользу «химической» точки зрения, которой придерживались такие выдающиеся ученые, как Клод Бернар, Юстус Либих и Марсель Бертло [1]. Прошло более четверти века, прежде чем эти результаты полностью подтвердил немецкий химик Э. Бухнер. Однако, зная о работе Манасеиной, он сознательно не сослался на нее. Попытка Манасеиной вступить за свой приоритет (она опубликовала два письма на немецком языке в научных журналах) ни к чему не привела. В конце концов, несправедливость (увы!) восторжествовала: фамилию Манасеиной как первооткрывателя химической природы брожения забыли, не упоминают в современных, даже отечественных, учебниках биохимии. Нобелевскую премию за открытие внеклеточной (химической) природы брожения получил Бухнер в 1907

г., то есть через четыре года после кончины первооткрывателя [5]» (Ковальзон, 2012, с.85-86).

Здесь [5] – Винокуров С.И., Чаговец Р.В. Марья Манассеина и ее роль в открытии бесклеточного брожения // Биохимия. – 1950. – Том 15. - № 6. – С.558-562.

**513. Выяснение природы связи между аминокислотами в составе белка.** Тот факт, что аминокислоты в составе белка связаны друг с другом пептидной связью (по типу кислотных амидов (-CONH<sub>2</sub>)), установили независимо друг от друга немецкий химик, лауреат Нобелевской премии, Эмиль Фишер (1852-1919) и чешский ученый Франц Гофмейстер (1850-1922). Сначала они предложили гипотезу (в которой постулировалась указанная пептидная связь), а затем Э. Фишер доказал ее экспериментально.

Дж. Фрутон в статье «Белки» (сборник «Физика и химия жизни», 1960) пишет: «Следующий вопрос – это вопрос о природе связей между отдельными аминокислотами. Самой распространенной гипотезой является гипотеза, которую предложили в 1902 г. **независимо друг от друга** Э. Фишер и Ф. Гофмейстер. Они предположили, что аминогруппа альфа-углерода одной аминокислоты соединяется с карбоксильной группой альфа-углерода другой. Это сопровождается отщеплением атомов, составляющих молекулу воды, от двух соединяющихся молекул аминокислот. Именно эта связь и разрушается, когда элементы молекулы воды вводятся обратно при кислотном гидролизе. Такая связь называется пептидной, и гипотеза Фишера – Гофмейстера известна под названием пептидной теории. В пользу этой гипотезы говорит такое большое число экспериментальных данных, что ее справедливость в основных чертах представляется весьма вероятной. Подтверждается она, прежде всего, синтезом искусственных пептидов, т.е. групп аминокислот, соединенных между собой пептидными связями. Такой синтез впервые удалось осуществить Фишеру» (Фрутон, 1960, с.70).

Об этом же сообщают Б.И. Збарский, И.И. Иванов и С.Р. Мардашев в книге «Биологическая химия» (1965): «Э. Фишер и Ф. Гофмейстер в 1902 г. **независимо друг от друга** выдвинули гипотезу о связи аминокислот в белках по типу кислотных амидов (-CONH<sub>2</sub>). Впоследствии Э. Фишер в большом количестве работ доказал, что аминокислоты связаны в молекуле белка друг с другом посредством связи -CO-NH-, названной им пептидной связью, и превратил гипотезу в экспериментально обоснованную теорию» (Збарский и др., 1965, с.38).

Приведем еще один источник. А.Н. Шамин в книге «Развитие химии белка» (1966) анализирует аргументы Ф. Гофмейстера, индуктивно убедившие его в справедливости гипотезы пептидной связи: «Гофмейстер рассмотрел три возможных типа связи: -CH<sub>2</sub>-NH-CH<sub>2</sub>-; -CH<sub>2</sub>-NH-C(NH)- и CH<sub>2</sub>-NH-CO-. Два первых типа связи отличались довольно значительной устойчивостью к воздействию кислот, кроме того, в этом случае трудно было объяснить малую кислотность нативных белков. Гофмейстер высказался в пользу связи третьего типа, как основной в белковой молекуле, базируясь на следующем: 1) нативные белки содержат мало аминогрупп, тогда как продукты распада белков содержат их в большом количестве. Предложенный тип связи хорошо объясняет это; 2) многие соединения, включающие эту группу, дают так же, как и белки, положительную биуретовую реакцию; 3) связь такого рода уже известна; например, в гиппуровой кислоте; 4) можно легко представить себе большое число продуктов конденсации аминокислот с образованием такого типа связи [258]. Эта статья, опубликованная **одновременно с работой** Э. Фишера и Э. Фурно о синтезе первого пептида в 1902 г. [188], служит основанием того, что Гофмейстера, наравне с Фишером, считают творцом гипотезы о пептидной связи» (Шамин, 1966, с.66-67).

**514. Выяснение природы связи между аминокислотами (в составе белка) в трудах А.Я. Данилевского.** Русский биохимик Александр Яковлевич Данилевский (1838-1923), брат Василия Яковлевича Данилевского (открывшего биотоки мозга), - еще один ученый,

самостоятельно выдвинувший гипотезу о том, что аминокислоты связаны в молекуле белка друг с другом посредством пептидной связи, то есть связи типа -СО-NH-.

А.П. Писаренко и З.Я. Хавин в книге «Курс органической химии» (1968) пишут: «Еще в 1888 г. А.Я. Данилевский высказал гипотезу о том, что различные  $\alpha$ -аминокислоты, образуя белки, соединяются за счет аминогрупп и карбоксильных групп при помощи группировки -СО-NH-, впоследствии названной пептидной связью. Наличие пептидных связей в белках доказано многими фактами. В первую очередь оно подтверждается присутствием в продуктах гидролиза белков полипептидов – веществ, содержащих пептидные связи» (Писаренко, Хавин, 1968, с.290).

Об этом же сообщает Г.П. Хомченко в книге «Химия для поступающих в вузы» (1985): «Русский ученый-биохимик А.Я. Данилевский на основании своих опытов в 1888 г. впервые высказал гипотезу о пептидной связи между остатками аминокислот в белковой молекуле. Позже в начале XX в. немецкий ученый Э. Фишер экспериментально подтвердил существование пептидной связи. Ему удалось синтезировать полипептид, состоящий из 19 остатков аминокислот» (Хомченко, 1985, с.350-351).

Сошлемся на еще одну работу. Т.Т. Березов и Б.Ф. Коровкин в монографии «Биологическая химия» (1998) отмечают: «Впервые А.Я. Данилевский (1888), изучая биуретовую реакцию, высказал предположение о существовании во всех белковых веществах одинаковых групп атомов и связей, аналогичных биурету  $\text{NH}_2 - \text{CO} - \text{NH} - \text{CO} - \text{NH}_2$ . Тем самым А.Я. Данилевский первый указал на связь  $\text{NH} - \text{CO}$  – (позднее получившую название пептидной связи) как на наиболее вероятный способ соединения аминокислот в белковой молекуле. Однако только Э. Фишер (1902) сформулировал полипептидную теорию строения. Согласно этой теории, белки представляют собой сложные полипептиды, в которых отдельные аминокислоты связаны друг с другом пептидными связями, возникающими при взаимодействии  $\alpha$ -карбоксильных  $\text{COOH}$ - и  $\text{NH}_2$  – групп аминокислот» (Березов, Коровкин, 1998, с.49-50).

**515. Формулировка идеи о том, что фермент образует с превращаемым веществом относительно стойкий фермент-субстратный комплекс.** Авторами идеи о том, что фермент образует с превращаемым веществом относительно стойкий фермент-субстратный комплекс, являются два исследователя – британский химик Адриан Джон Браун (1852-1919) и русский физиолог и химик Виктор Алексеевич Анри (1872-1940). К этой идее они пришли независимо друг от друга.

Сергей Багоцкий в статье «Они создавали молекулярную биологию» (журнал «Химия и жизнь», 2020, № 4) повествует: «В 1890 году классик биохимии Эмиль Фишер (1852–1919) сформулировал гипотезу: специфичность ферментативного катализа связана с тем, что превращаемое вещество встраивается в какую-то щель в ферменте, форма которой точно соответствует форме субстрата. Эта идея получила название «модель ключ - замок». Несколько позже, в 1902 году, химик А. Браун и физик Виктор Алексеевич Анри (1872–1940) **независимо друг от друга** предположили, что фермент образует с превращаемым веществом относительно стойкий фермент-субстратный комплекс, который сохраняется до завершения химического превращения молекулы субстрата. (В большинстве источников В.А. Анри называют французом, что неверно. Он - наш соотечественник, принадлежал к роду Ляпуновых. Этот род внес выдающийся вклад в отечественную историю и культуру. Сводным братом В.А. Анри был знаменитый русский кораблестроитель Алексей Николаевич Крылов (1863–1945). После революции 1917 года В.А. Анри работал в России и СССР, но в 1926 году уехал во Францию, где и умер)» (С. Багоцкий, 2020).

**516. Открытие химического элемента гелия на Земле.** Выше мы отмечали, что гелий на Солнце был открыт французом Пьером Жансеном и англичанином Норманом Локьером при изучении спектра солнечной короны. Что же касается гелия на Земле, то его обнаружили независимо друг от друга шотландский химик и физик Вильям Рамзай (1852-

1916) и шведский ученый Нильс Абрахам Ланглет (1868-1936). В 1904 г. В. Рамзай (открывший, помимо гелия, ряд других инертных газов – неон, аргон, криптон, ксенон) удостоен Нобелевской премии по химии.

Ю.С. Мусабеков в статье «Элементы нулевой группы. Пятьдесят лет со дня смерти Уильяма Рамзая» (журнал «Природа», 1966, № 7) повествует: «...Геолог Хильдебранд обнаружил, что урановый минерал клеветит при кипячении с серной кислотой выделяет легкий газ, похожий на азот. Десять лет спустя лондонский химик Генри Мейерс обратил внимание Уильяма Рамзая на статью Хильдебранда. Рамзай решает изучить газ из клеветита. С большим трудом он находит и покупает в Лондоне всего один грамм минерала, выделяет из него несколько кубических сантиметров газа, очищает его от примесей и исследует спектрально. Результат поразил Рамзая: газ из клеветита оказался гелием! Чтобы быть уверенным в своем открытии, Рамзай обратился к прославленному спектроскописту Лондона Уильяму Круксу (1832-1919) с просьбой исследовать газ из клеветита. Крукс подтвердил данные Рамзая. Так через 27 лет (после работ Жансена и Локьера – Н.Н.Б.) на Земле был впервые обнаружен новый элемент, ранее открытый на Солнце. В тот же день 28 марта 1895 г. Рамзай сообщил о своем открытии Лондонскому королевскому обществу и письмом к Марселену Бертло Парижской академии наук. Через 15 дней швед Ланглэ **независимо выделил** газ из клеветита, доказал его гелиевую природу и также сообщил об этом собранию Парижской академии письмом к Бертло» (Мусабеков, 1966, с.108).

**517. Изобретение первого синтетического полимера – бакелита.** Изобретателем первого синтетического полимера – бакелита – считается американский химик Лео Бакеланд (1863-1944). Однако независимо от него этот же полимер получил британский инженер Джеймс Суинберн (1858-1958).

Роберт Кан в монографии «Становление материаловедения» (2011) повествует: «Вероятно, первым настоящим синтетическим полимером, выполненным в начале XX века из лабораторных веществ (фенола и формальдегида), был бакелит. Его создали **независимо друг от друга** Лео Бекеланд (1863-1944) и Джеймс Суинберн (1858-1958). Впоследствии, и особенно после создания в 1939 году компанией ICI первого катализатора для полимеризации этилена под высоким давлением, ученые стали применять и постепенно совершенствовать классические методы органической химии» (Кан, 2011, с.319).

**518. Открытие полос диффузии в стареющих сплавах – «зон Гинье - Престона».** Полосы диффузии в стареющих сплавах – это скопления меди в решетке сплава алюминия с медью, когда указанный сплав после закалки и резкого охлаждения становится тверже и прочнее, то есть демонстрирует явление, названное старением. Эти полосы (зоны) открыли независимо друг от друга два исследователя – французский физик Андре Гинье (1911-2000) и британский ученый Джордж Доусон Престон (1896-1972).

Академик И. Фридляндер в статье «Старение – не всегда плохо» (журнал «Наука и жизнь», 2007, № 6) повествует: «В 1909-1911 годах немецкий материаловед А. Вильм, изучая свойства алюминия, открыл явление, которое получило название «естественное старение». Оказалось, что сплав алюминия с добавками 4% меди, 0,5% магния и 0,5% марганца после закалки и резкого охлаждения с температуры 500°C, находясь при комнатной температуре в течение 4-5 суток, постепенно становится тверже и прочнее, не теряя пластичности. Этот процесс удачнее было бы назвать возмужанием, но привился термин «старение» (Фридляндер, 2007, с.50).

Далее автор указывает: «Изучению механизма старения помогли рентгеноструктурный анализ и мощные электронные микроскопы, позволяющие просматривать тонкие металлические пленки на просвет. Всё оказалось значительно сложнее, чем думали. Медь не выделяется из твердого раствора и не остается внутри него. В процессе старения она собирается в дискообразных участках толщиной один-три атомных слоя и диаметром 90А, образуя так называемые зоны Гинье – Престона (зоны ГП).

Это название зон обязано своим происхождением двум исследователям – А. Гинье и Дж. Д. Престону, **независимо друг от друга** открывшим скопления меди в решетке состаренного сплава алюминия с медью» (там же, с.50-51).

Об этом же сообщает С.М. Комаров в статье «Календарь материаловеда» (журнал «Химия и жизнь», 2006, № 11). Описывая события 1937 года, автор констатирует: «Андре Гинье и Г.Д. Престон **независимо обнаружили** полосы диффузии в стареющих сплавах системы алюминий – медь. [Это] привело к лучшему пониманию механизма упрочнения сплавов за счет выделяющихся в них мелких частиц» (Комаров, 2006, с.20).

Сошлемся на еще один источник. Л.С. Палатник и И.И. Папилов в монографии «Ориентированная кристаллизация» (1964) констатируют: «Наиболее изученным стареющим сплавом является твердый раствор меди в алюминии. Еще в 1938 г. Гинье [96] и Престон [97] **независимо друг от друга** заметили на рентгенограммах от монокристаллов дюралюминия после естественного старения дополнительные рефлексы, приписанные авторами двумерной рентгеновской дифракции от образований, имеющих форму тончайших (в несколько атомных слоев) пластинок. Эти образования были объяснены скоплением атомов меди вдоль кристаллографических плоскостей решетки алюминия. В дальнейшем они получили название зон Гинье – Престона или ГП [1]» (Палатник, Папилов, 1964, с.350).

### **519. Разработка теории окисления органических соединений как их дегидрирования.**

Теорию окисления органических соединений, в которой процесс окисления трактуется как дегидрирование, то есть удаление водорода из вещества, создали независимо друг от друга немецкий химик, лауреат Нобелевской премии за 1927 год, Генрих Отто Виланд (1877-1957) и российский биохимик Владимир Иванович Палладин (1859-1922).

В.А. Волков, Е.В. Вонский и Г.И. Кузнецова в биографическом справочнике «Выдающиеся химики мира» (1991) пишут о Генрихе Виланде: «Сформулировал (1912) основные положения теории окисления органических соединений как их дегидрирования. Выяснил (1910-1920) механизм участия в реакциях окисления железосодержащих катализаторов как агентов дегидрирования, что оказало влияние на развитие представлений о биологическом окислении и, в частности, о действии ферментов-дегидрогеназ (сходные взгляды **независимо от Виланда** развивал В.И. Палладин)» (Волков и др., 1991, с.94).

Об этом же сообщается в книге «История биологии с начала XX века до наших дней» (1975), подготовленной под редакцией Л.Я. Бляхера: «...Уже в 1912 г. В.И. Палладин (Ленинская премия, 1929) и немецкий химик Г. Виланд **независимо друг от друга** разработали новую теорию биологического окисления, в основе которой лежало представление о дегидрировании (отнятии водорода). Включение кислорода, по Палладину – Виланду, происходило лишь на последнем этапе и приводило к окислению до воды отнятого от субстрата водорода» («История биологии...», 1975, с.165).

**520. Создание теории двойного электрического слоя.** Теорию двойного электрического слоя построили независимо друг от друга французский физик Луи Жорж Гуи (1854-1926) и его английский коллега Сидни Чепмен (1888-1970). При этом названные специалисты использовали идеи статистической термодинамики.

Б.А. Кухтин и О.Б. Чернова в книге «Поверхностные явления и дисперсные системы» (2021) пишут: «Теория, учитывающая влияние ионной силы растворов, была создана Л. Гуи и **независимо от него** Д. Чепменом. При создании ее авторы использовали представления статистической термодинамики. По их теории, двойной электрический слой устроен следующим образом. Часть ионов находится на поверхности в виде плоского слоя. Эти ионы называются потенциалопределяющими. Вторая часть слоя состоит из ионов противоположного знака, находящихся в жидкости. Они называются противоионами. Особенность теории Гуи – Чепмена по сравнению с теорией Гельмгольца заключается в том, что слой противоионов предполагается не плоским, а размытым, причем концентрация

зарядов в нем плавно падает с увеличением расстояния от поверхности. Слой противоионов в теории Гуи – Чепмена называется диффузным слоем. Его формирование определяется двумя противоположными процессами: притяжением ионов к поверхности за счет электростатического взаимодействия, в связи с чем концентрация их у поверхности должна возрастать, и оттоком ионов из области высоких концентраций, т.е. вблизи поверхности, в объеме в результате диффузии» (Кухтин, Чернова, 2021, с.100).

Об этом же сообщает Д.А. Фридрихсберг в книге «Курс коллоидной химии» (1995): «Модель ионного двойного слоя, предложенная **независимо** Гуи (1910 г.) и Чепменом (1913 г.), основана на идее подвижности ионов внешней обкладки (противоионов). Электростатическое (кулоновское) притяжение их к поверхности (к внутренней обкладке) и отталкивание ко-ионов – ионов, заряженных одноименно с поверхностью, - уравнивается тепловым движением ионов (диффузией), размывающим поверхностные избытки. Устанавливаемое равновесное распределение (порядок - беспорядок) образует вблизи поверхности раствора «облако» электрических зарядов с убывающей плотностью, аналогичное распределению плотности газов в атмосфере или седиментационному равновесию» (Фридрихсберг, 1995, с.200).

Независимость исследований Жоржа Гуи и Сидни Чепмена отмечает также Ю.Г. Фролов в учебном пособии «Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы» (1989): «...Распределение зарядов на границе раздела фаз в первом приближении определяется соотношением сил электростатического притяжения ионов, зависящего от электрического потенциала  $\phi_0$  и теплового движения ионов, стремящихся равномерно распределиться во всем объеме жидкой или газообразной фазы. К такому выводу **независимо друг от друга** пришли Гуи и Чепмен. Они предположили, что двойной электрический слой имеет диффузное (размытое) строение, и все противоионы находятся в диффузной его части – в диффузном слое. Поскольку протяженность диффузного слоя определяется кинетической энергией ионов, то в области температур, близких к абсолютному нулю, все противоионы будут находиться в непосредственной близости к потенциалопределяющим ионам» (Фролов, 1988, с.67).

**521. Изобретение масс-спектрометра.** Масс-спектрометр – прибор для определения изотопного или молекулярного состава вещества – создали независимо друг от друга англичанин Френсис Астон (1877-1945) и канадец Артур Демпстер (1886-1950). Именно за изобретение этого прибора Ф. Астон удостоен в 1922 г. Нобелевской премии по химии (А. Демпстер этой премии не получил).

Г.М. Скорынин в книге «100 лет с изотопами» (2014) пишет об Ф. Астоне: «В начале 1919 года он сконструировал масс-спектрограф, возможности которого на порядок превышали метод порабол Томсона и позволили окончательно решить вопрос о составе неона. В журнале «Nature» 27 ноября появилась его короткая заметка, озаглавленная столь же коротко: «Неон». В ней Астон заявил: «С использованием нового и более совершенного анализа положительных лучей мне удалось измерить массу и получить другие несомненные доказательства того, что атмосферный неон является смесью двух изотопов атомных весов 20,00 и 22,00 с точностью до 0,1 %». Вскоре на том же приборе Астон, развивая успех, разгадал загадку хлора, у которого атомный вес (35,5) сильно отличался от целого числа. Астон доказал существование его изотопов с атомными весами 35 и 37» (Скорынин, 2014, с.64).

Далее автор говорит об ученом, который независимо от Ф. Астона изобрел масс-спектрометр: «Артур Демпстер (1886-1950) – канадский физик и химик. Окончил университет в Торонто (1909). В 1911-1914 гг. совершенствовал знания в Геттингене, Мюнхене, Вюрцбурге. С 1914 года жил в США. С 1919 года работал в Чикагском университете (с 1927-го - профессор). **Независимо от Астона** сконструировал первый масс-спектрометр (1918) и открыл около 40 изотопов ряда элементов, в том числе в 1935 году – изотоп уран-235» (там же, с.65).

Об этом же сообщает Сергей Петухов в статье «Сделано в Чикаго» (журнал «Коммерсант», 14.08.2017 г.). Автор пишет о масс-спектрометре и опытах по определению массы различных элементов, проведенных Ф. Астоном под руководством Дж. Дж. Томсона: «За него (масс-спектрометр – Н.Н.Б.) ассистент Томсона в этих опытах Фрэнсис Астон в 1922 году получил Нобелевскую премию, хотя он собрал первый рабочий масс-спектрометр в 1919 году, на год позже Демпстера. Но Демпстер никогда не поднимал вопроса о приоритете, все физики того времени понимали, что принцип работы прибора и, соответственно, приоритет принадлежал Томсону. К тому же канадец Демпстер в 1918 году после короткой службы в американской армии уже получил свою награду, к которой стремился, - гражданство США и должность профессора в Чикагском университете. Здесь он проработал всю оставшуюся жизнь, заочно соревнуясь с Астоном, кто больше откроет изотопов химических элементов с помощью масс-спектрометра» (С. Петухов, 2017).

**522. Создание теории кислот и оснований Бренстеда – Лаури.** Новую теорию кислот и оснований, в которой эти химические соединения различаются по способности отдавать (принимать) протон, разработали два химика. Это датский ученый Йоханнес Николаус Бренстед (1879-1947) и его британский коллега Томас Мартин Лаури (1874-1936).

Э.Н. Рэмсен в монографии «Начала современной химии» (1989) повествует: «То, что протон не существует в растворе, сделало необходимым пересмотр понятия кислота. Наилучшее определение кислот и оснований **предложено независимо** Лаури и Бренстедом в 1923 г. Согласно последним: кислота – это соединение, которое может передать протон другому соединению, а основание – принять протон от другого соединения» (Рэмсен, 1989, с.277).

Об этом же сообщают М.Х. Карапетьянц и С.И. Дракин в книге «Общая и неорганическая химия» (2000): «В настоящее время используются и разрабатываются несколько обобщенных теорий кислот и оснований. Наиболее широко применяются три теории – теория сольвосистем, начало которой положили работы американских химиков Кэди и Франклина, опубликованные в 1896-1905 гг., протонная теория кислот и оснований, выдвинутая в 1923 г. **независимо** датским ученым Бренстедом и английским ученым Лоури, и электронная теория, предложенная в 1923 г. американским физико-химиком Льюисом. Хотя эти теории исходят из разных предпосылок, они не противоречат друг другу...» (Карапетьянц, Дракин, 2000, с.288).

Аналогичные сведения можно найти в учебном пособии О.Я. Нейланда «Органическая химия» (1990): «В 1923 г. Бренстед и Лоури **независимо друг от друга** предложили протолитическую теорию кислот и оснований. Кислотами называют соединения, способные отщеплять протон, а основаниями – соединения, способные присоединять протон...» (Нейланд, 1990, с.69).

**523. Открытие химического элемента лютеция.** Химический элемент лютеций с атомным номером 71 открыли независимо друг от друга три исследователя - французский химик Жорж Урбэн (1872-1938), австрийский минералог Карл Ауэр фон Вельсбах (1858-1929) и американский химик Чарльз Джеймс (1880-1928).

И.А. Леенсон в книге «Химические элементы. Популярный иллюстрированный гид» (2021) пишет: «Лютеций – последний (по расположению и по году открытия) и самый редкий лантаноид. Его открыл в виде оксида французский химик Ж. Урбен в 1907 г. Название он произвел от старого латинского названия Парижа – Lutetia Parisorum (Лютеция была главным городом галльского племени паризиев). В том же году лютеций **независимо открыли** Ауэр фон Вельсбах и американский химик Чарльз Джеймс (1880-1928). Соединения лютеция используются в инфракрасных лазерах» (Леенсон, 2021, с.59).

Об этом же сообщает А.В. Новикова в кандидатской диссертации «Получение лазерной керамики на основе оксида лютеция вакуумным спеканием СВС-порошков» (2022): «Оксид лютеция в 1907 г. **независимо друг от друга** открыли французский химик

Жорж Урбэн, австрийский минералог Карл Ауэр фон Вельсбах и американский химик Чарльз Джеймс в виде примеси к оксиду иттербия [1]» (Новикова, 2022, с.11).

Прочитируем еще одну работу. Д.Н. Трифонов в книге «Цена истины. Рассказ о редкоземельных элементах» (1977) повествует: «...В 1907 г. Урбэну удалось разделить иттербий на два компонента, за одним из которых он оставил прежнее название – иттербий, а другому дал имя «лютеций». Но **одновременно** с Урбэном к тому же самому выводу пришел и Ауэр фон Вельсбах. «Новорожденным» редким землям он присвоил звучные названия – «альдебараний» и «кассиопей» (в честь хорошо известных астрономам созвездий). Правда, название «альдебараний» скоро уступило место иттербию, а кассиопей Вельсбах использовал для борьбы за приоритет открытия нового редкоземельного элемента. Случилось так, что австрийский ученый лишь ненадолго опоздал, по сравнению с французским коллегой, с опубликованием своего открытия» (Трифонов, 1977, с.36).

**524. Открытие химического элемента рения.** Химический элемент рений открыл немецкий химик Вальтер Ноддак (1893-1960) и его супруга Ида Ноддак (до замужества И. Такке) и их коллега О. Берг. Независимо от них указанный элемент под номером 75 обнаружили английские химики Ф. Лоринг и Дж. Дрюс, а также чешские исследователи Ярослав Гейровский (1890-1967) и В. Долейжек. Ида Ноддак наиболее известна тем, что смогла теоретически предсказать деление атома урана при облучении его нейтронами, то есть описать процесс деления до экспериментов О. Гана и Ф. Штрассмана. Ярослав Гейровский сконструировал первый полярограф: в 1959 г. он удостоен Нобелевской премии по химии «за открытие и развитие полярографических методов анализа».

Н. Гринвуд и А. Эрншо во 2-ом томе книги «Химия элементов» (2008) пишут: «...В 1925 г. В. Ноддак, И. Такке (позднее госпожа Ноддак) и О. Берг открыли элемент 75 в гадолините (основной силикат бериллия, железа и лантанидов) и назвали его рением в честь реки Рейн. Элемент был также **независимо открыт** Ф. Лорингом и Дж. Дрюсом в соединениях марганца. Сейчас его чаще всего получают из пыли, которая оседает на фильтрах очистки газов, выделяющихся при прокаливании медно-молибденовых руд» (Гринвуд, Эрншо, 2008, с.372).

Об этом же сообщают П.С. Киндяков, Б.Г. Коршунов, П.И. Федоров и др. в части III книги «Химия и технология редких и рассеянных элементов» (1976): «Усиленные поиски элементов с порядковыми номерами 43 и 75 начались лишь в 20-х годах. В 1925 г. появилось сообщение немецких химиков В. Ноддака и И. Таке об их открытии рентгено-спектральным методом в уральской платиновой руде и колумбите. **Почти одновременно**, в том же 1925 г., появились сообщения И. Друце и Ф. Лоринга в Англии, Я. Гейровского и В. Долейжека в Чехословакии об открытии элемента 75 в марганцовых рудах [2]» (Киндяков и др., 1976, с.277).

**525. Определение радиусов ионов.** Заслуга определения радиусов ионов принадлежит Виктору Морицу Гольдшмидту (1888-1947) и Лайнусу Полингу (1901-1994), двукратному обладателю Нобелевской премии. Они пришли к данному результату независимо друг от друга.

В.С. Урусов в книге «Теоретическая кристаллохимия» (1987) пишет: «Успехи теоретической мысли привели к дальнейшей разработке ионной модели кристаллохимиками. Сначала норвежский геохимик и кристаллохимик Виктор Мориц Гольдшмидт (1888-1947) определил, наряду с атомными, радиусы большинства ионов эмпирическим путем (1926), а через год **независимо от него** американский химик и кристаллохимик Лайнус Полинг (род. 1901) вывел систему радиусов ионов теоретически на основе квантовой механики атома и рентгеноструктурных данных. Обе системы хорошо совпали между собой и с более ранними определениями ионных радиусов Ланде. Это согласование независимых подходов было сильным аргументом в пользу объективного



характера эффективных ионных радиусов, которые надолго вошли в качестве основного элемента в аппарат теоретической кристаллохимии» (Урусов, 1987, с.18).

В другом месте книги автор повторяет свою мысль: «Замечательным оказалось близкое совпадение всех основных систем ионных радиусов, основанных на **независимых критериях** Гольдшмидта, Полинга и Ланде. Это совпадение не могло не произвести большого впечатления на современников и последующие поколения ученых, в результате чего со временем возникло представление, что понятие «радиус иона» отражает некую объективную реальность» (там же, с.101).

**526. Открытие интегральной теоремы Гельмана – Фейнмана.** Интегральную теорему Гельмана – Фейнмана, позволяющую рассчитывать равновесную геометрию молекулы как задачу классической электростатики, открыли независимо друг от друга немецкий физик-теоретик, пионер квантовой химии, Ганс Гельман (1903-1938) и американский физик, лауреат Нобелевской премии за 1965 год, Ричард Фейнман.

М.А. Ковнер в книге «Ганс Густавович Гельман» (2002) пишет о первом авторе указанной теоремы: «В 1937 г. в Союзе была издана его монография «Квантовая химия», одна из первых в мире фундаментальных работ этой области, одновременно она была издана и на немецком языке, в Австрии, которая тогда еще была сравнительно независимой от третьего рейха. В этой книге приводилась и выведенная им закономерность, известная специалистам как «интегральная теорема Гельмана - Фейнмана»; американский физик Фейнман пришел к ней, **независимо** от Гельмана, примерно на год позже» (Ковнер, 2002, с.131-132).

О независимости исследований Ганса Гельмана и Ричарда Фейнмана, открывших одну и ту же теорему, сообщает также Н.М. Сергеев в статье «Советский физикохимик Ганс Густавович Гельман» (сборник «Репрессированная наука», 1991): «И кто же все-таки назвал теорему Гельмана-Фейнмана теоремой Гельмана-Фейнмана? Конечно, ни Гельман, ни Фейнман к этому не имеют никакого отношения, поскольку Гельман уже в 1938 г. был репрессирован, а Фейнман, второй автор теоремы, сразу после выхода своей статьи резко сменил круг интересов и уже больше, кажется, никогда не возвращался к теории молекул и химической связи. Прежде всего, заметим, что оба автора достигли **результатов совершенно независимо**» (Сергеев, 1991, с.406).

Н.М. Сергеев поясняет область применения теоремы: «Теорема Гельмана-Фейнмана непосредственно дает силовые постоянные молекулы. Если известно распределение электронной плотности, то силу, действующую на ядро, можно вычислить, рассматривая кулоновское взаимодействие, в котором такое же (но классическое) распределение заряда действует на точечное ядро. Этот подход позволяет рассчитывать равновесную геометрию молекулы как задачу классической электростатики. Таким образом, становится ясным, что теорема Гельмана-Фейнмана может быть непосредственно использована в проведении так называемых полумпирических расчетов» (там же, с.396).

**527. Открытие высокой реакционной способности синглетного кислорода.** Высокую реакционную способность синглетного кислорода открыл австрийский химик Ханс Каутский (1891-1966). Однако его современники не придали значения открытию, сделанному им. В результате спустя более чем 25 лет другим ученым пришлось заново (независимо) открывать необычные свойства синглетного кислорода.

Н. Гринвуд и А. Эрншо в 1-ом томе книги «Химия элементов» (2008) повествуют: «Еще одна важная особенность химической активности O<sub>2</sub> связана с фотохимической реакцией синглетного O<sub>2</sub> с ненасыщенными или ароматическими органическими соединениями [48-51]. Самые первые работы в этой области выполнены в 1931-1939 гг. Г. Каутским, который заметил, что кислород может гасить флуоресценцию определенного цвета излучения за счет возбуждения до синглетного состояния, причем такие возбужденные молекулы O<sub>2</sub> способны окислять соединения, которые не реагируют с

кислородом в его основном триплетном состоянии. Хотя Каутский вполне правильно объяснил свои наблюдения, его точка зрения не была поддержана современниками, и эта работа оставалась незамеченной химиками-органиками в течение 25 лет, пока высокая реакционная способность синглетного кислорода не была повторно обнаружена двумя **независимыми группами** исследователей в 1964 г. Вызывает недоумение, что изящные эксперименты Каутского и их точное объяснение не смогли убедить современников в его правоте» (Гринвуд, Эрншо, 2008, с.572).

Информацию об ученых, которые независимо от Г. Каутского открыли необычные реакционные свойства синглетного кислорода, можно найти в статье Н.В. Шинкаренко и В.Б. Алесковского «Синглетный кислород, методы получения и обнаружения» (журнал «Успехи химии», 1981, том 50, № 3).

**528. Открытие реакции дегидрогенизации парафиновых углеводородов, приводящей к синтезу ароматических соединений.** Указанную реакцию дегидрогенизации открыли независимо друг от друга три научные группы советских химиков: 1) Б.Д. Молдавский и Г.Д. Камушер, 2) Б.А. Казанский и А.Ф. Платэ, 3) В.И. Каржев, М.Г. Северьянова и А.Н. Сиова. Кроме того, эта реакция была обнаружена и описана в США, в лаборатории В.И. Ипатьева, эмигрировавшего из России в Америку.

В.И. Кузнецов и А.М. Максименко в книге «Владимир Николаевич Ипатьев» (1992) пишут: «...По-видимому, самой интересной реакцией дегидрогенизации парафиновых углеводородов является та, которая приводит к ароматическим соединениям. Ведь она, кроме ценного в качестве химического сырья и высокооктанового топлива ароматического соединения, дает еще водород! Эта реакция имеет также и весьма интересную историю. Впервые «в чистом виде» ее осуществили в 1936 г. одновременно и **независимо друг от друга** в трех советских лабораториях: в ГИВДе (Б.Д. Молдавский и Г.Д. Камушер), в Московском университете (Б.А. Казанский и А.Ф. Платэ) и в Институте искусственного жидкого топлива и газов (В.И. Каржев, М.Г. Северьянова, А.Н. Сиова). В 1938 г. эта же реакция была открыта и изучена в лаборатории Ипатьева в США В. Гроссе, Д. Морреллом и У. Мэттоксом [3, книга 1, с.714]. Вероятно, одним из первооткрывателей этой реакции можно считать В.Н. Ипатьева...» (Кузнецов, Максименко, 1992, с.150). Авторы добавляют: «Одновременное открытие этих реакций сразу в трех лабораториях в СССР, а вскоре и в США, свидетельствует о **закономерном характере** этого открытия. Совершенно очевидно, что оно было подготовлено всем ходом исследований в области каталитических превращений углеводородов в школах В.Н. Ипатьева, Н.Д. Зелинского и других основоположников нефтехимического синтеза» (там же, с.152).

**529. Открытие трех изомеров каротина – вещества, из которого синтезируется витамин А.** Указанные изомеры каротина открыли независимо друг от друга немецкий биохимик Рихард Кун (1900-1967) и швейцарский химик-органик Пауль Каррер (1889-1971). Рихард Кун удостоен Нобелевской премии по химии в 1938 г., Пауль Каррер – год ранее.

В 1-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) указывается: «Кун стремился узнать, каково расположение атомов в тех или иных органических молекулах (т.е. определить конфигурацию молекул), и выяснить, каким образом эти молекулы способны отклонять проходящий через них свет (т.е. установить их оптическую изомерию). Он также интересовался сопряженными двойными связями – молекулярной структурой, в которой двойные и одинарные связи чередуются друг с другом. Кун объединил оба направления своих исследований, занявшись изучением каротиноидов – биологических пигментов, являющихся важной составной частью живых клеток. Химическая формула одного из таких веществ, каротина – пигмента, содержащегося в моркови, - была ранее определена Вильштеттером. В 1931 г. **независимо друг от друга** Кун и Пауль Каррер обнаружили в каротине два четко отличающихся друг от друга компонента: альфа-каротин,

который отклоняет свет, и бета-каротин, который света не отклоняет. Два года спустя Кун открыл еще один, третий, вид – гамма-каротин. Эти три вида (три изомера) обладают одинаковой химической формулой, но разной конфигурацией молекул, что и определяет их свойства. Продолжая исследования, Кун выяснил, что каротин является исходным веществом витамина А, т.е. необходимым «стартовым материалом» для производства этого витамина биологическими системами» («Лауреаты...», 1992, с.619).

**530. Открытие цепных химических реакций.** Если предположить, что теоретическое предсказание нового явления ничуть не менее ценно, чем экспериментальное обнаружение этого явления (если теоретические и экспериментальные открытия равноценны по своей значимости), то следует отметить следующий факт. Хотя первооткрывателем цепных химических реакций является немецкий химик Макс Боденштейн (1871-1942), независимо от него эти реакции были теоретически предсказаны советским физиком и химиком Николаем Александровичем Шиловым (1872-1930).

А.П. Пурмаль, Е.М. Слободецкая и С.О. Травин в книге «Как превращаются вещества» (1984) пишут: «Понятие цепных химических процессов утвердилось в химии после работ выдающегося немецкого химика М. Боденштейна. Сама же возможность таких процессов за восемь лет до публикаций Боденштейна была в 1905 г. **предсказана Н.А. Шиловым**» (Пурмаль и др., 1984, с.88). Авторы продолжают: «Открытие нового типа реакций – цепных, предсказанных Н.А. Шиловым и обнаруженных М. Боденштейном, было большим успехом науки о химических превращениях. Но циклические процессы, к которым относятся и цепные реакции, были известны много раньше. Это были разнообразные каталитические процессы, обнаруженные, но непонятые еще в начале XIX века» (там же, с.92).

**531. Создание теории цепных разветвленных химических реакций.** Теорию цепных разветвленных химических реакций построили независимо друг от друга советский химик и физик Николай Николаевич Семенов (1896-1986) и британский химик Сирил Норман Хиншелвуд (1897-1967). В 1956 г. названные ученые награждены Нобелевской премией по химии.

Во 2-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) сообщается о том, как сотрудники Н.Н. Семенова впервые столкнулись с явлением, которое указывало на разветвление цепей химической реакции окисления фосфора: «В 1926 г. два студента Семенова впервые наблюдали это явление, изучая окисление паров фосфора водяными парами. Эта реакция шла не так, как ей следовало идти в соответствии с теориями химической кинетики того времени. Семенов увидел причину этого несоответствия в том, что они имели дело с результатом разветвленной цепной реакции. Но такое объяснение было отвергнуто Максом Боденштейном, в то время признанным авторитетом по химической кинетике. Еще два года продолжалось интенсивное изучение этого явления Семеновым и Сирилом Н. Хиншелвудом, который проводил свои исследования в Англии **независимо от Семенова**, и по прошествии этого срока стало очевидно, что Семенов был прав» («Лауреаты...», 1992, с.378).

Об этом же сообщает Ф.С. Дэйнтон в статье «Николай Николаевич Семенов» (сборник «Воспоминания об академике Николае Николаевиче Семенове», 1993): «Было показано, что небольшие изменения температуры, давления, размеров сосуда или концентрации добавленных газов, например  $\text{NO}_2$  и  $\text{NOCl}$ , переводят процесс от режима взрывного протекания к медленному и наоборот. Хиншелвуд и Семенов, одновременно и **независимо друг от друга**, дали объяснение наблюдаемому явлению, за что и были удостоены Нобелевской премии по химии в 1956 г. Их объяснение включало понятие разветвляющихся цепей» (Дэйнтон, 1993, с.15).

**532. Объяснение термического распада бромистых алкилов.** Термический распад бромистых алкилов объяснили независимо друг от друга Николай Николаевич Семенов (упомянутый выше) и британский химик австралийского происхождения Аллан Маккол (1914-1999).

Г.Б. Сергеев в статье «Мой Семенов» (сборник «Воспоминания об академике Николае Николаевиче Семенове», 1993) пишет: «В своей статье в «Успехах химии» (1952 г.) Н.Н. писал, что все особенности распада иодидов, бромидов и хлоридов можно объяснить с позиций теории цепных процессов. <...> В 1955 г. планировалось провести Всесоюзное совещание по химической кинетике и реакционной способности. Н.Н. было поручено сделать вводный доклад на этом совещании. При подготовке доклада, как всегда, он активно обсуждал все вопросы со своими сотрудниками и аспирантами. Предполагаемый доклад вылился в изданную в 1954 г. книгу Н.Н. «О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности». Во время подготовки этого доклада и многократных ночных обсуждений было найдено теоретическое объяснение всех особенностей термического распада бромистых алкилов. Оно вошло в книгу Н.Н., которая в мае 1954 г. была направлена в печать. Успокоенный и удовлетворенный, я занялся окончанием работы над диссертацией. Весной 1955 г., просматривая литературу, я обнаружил две статьи А.Маккола и его сотрудников по распаду бромистых алкилов. В них были подтверждены факты, изложенные в предварительных сообщениях, но дано уже новое теоретическое объяснение. Когда я читал эти работы, то первой моей мыслью было: «Как английские авторы могли узнать о книге Н.Н.?» Их объяснение было идентично нашему и было почти дословным переводом с русского на английский. Но даты представления статей в печать указывали, что в данном случае имело место **одновременное и независимое** установление одного и того же факта» (Сергеев, 1993, с.106).

**533. Создание теории устойчивости коллоидных систем (теории ДЛФО).** Теорию устойчивости лиофобных дисперсных систем разработали независимо друг от друга советские ученые Лев Давидович Ландау (1908-1968) и Борис Владимирович Дерягин (1902-1994), с одной стороны, и голландские физико-химики Е. Фервей и Дж. Овербек – с другой. Советские ученые построили указанную теорию устойчивости коллоидных систем в 1941 г., а голландские специалисты – в 1948. В настоящее время эта концепция называется теорией Дерягина – Ландау - Фервея – Овербека (теорией ДЛФО). Согласно данной теории, коллоидные частицы лиофобной дисперсной системы из-за наличия броуновского движения могут беспрепятственно сближаться друг с другом, пока не соприкоснутся своими жидкими оболочками или слоями. Для дальнейшего сближения частицы должны деформировать свои оболочки. Но жидкости плохо сжимаются, и в ответ на деформацию появляются силы «расклинивающего давления» (понятие расклинивающего давления ввел Б.В. Дерягин), которые препятствуют деформации. Это давление и обуславливает устойчивость коллоидной системы – сохранение исходных размеров частиц этой системы.

О том, что теория устойчивости коллоидных систем создана советскими и голландскими исследователями независимо друг от друга, сообщается во многих работах. Так, Д.П. Добычин, Л.И. Каданер, В.В. Серпинский и др. в книге «Физическая и коллоидная химия» (1986) указывают: «В 1937-1941 гг. **независимо друг от друга** Б.В. Дерягин и Л.Д. Ландау в СССР и Э. Фервей и Дж. Т. Овербек в Голландии развили количественную теорию устойчивости коллоидных систем. Эта теория, названная ДЛФО (первые буквы фамилий авторов теории), получила широкое признание. В ней рассматривается совместное действие сил притяжения Лондона – Ван-дер-Ваальса и электростатических сил отталкивания (взаимодействие двойных слоев)» (Добычин и др., 1986, с.416).

Об этом же сообщают В.И. Баранова, Е.Е. Бибик, Н.М. Кожевникова и др. в учебном пособии «Практикум по коллоидной химии» (1983): «Основные положения современной теории устойчивости [коллоидных систем] были изложены в работах Дерягина и Ландау в 1937-1941 гг. Несколько позднее и **независимо от них** к аналогичным выводам пришли

голландские физико-химики Фервей и Овербек. В честь этих ученых она названа теорией ДЛФО» (Баранова и др., 1983, с.115).

Аналогичные сведения можно найти в статье В.И. Ролдугина «Борис Владимирович Дерягин» («Российский химический журнал», 2006, том 50, № 5), где автор констатирует: «Наряду с экспериментальными исследованиями Борис Владимирович выполнил теоретическую работу по расчету расклинивающего давления в различных системах. Наиболее далеко ему удалось продвинуться в изучении электростатической составляющей расклинивающего давления, расчеты которой были в дальнейшем применены в теории устойчивости лиофобных золь. Включение в теорию устойчивости ван-дер-ваальсовых сил притяжения позволило Б.В. Дерягину (совместно с Л.Д. Ландау) закончить в 1941 г. построение теории устойчивости пленок и коллоидных дисперсий. Значительная часть количественных расчетов устойчивости золь, проведенных Дерягиным, стала известна за рубежом с большим опозданием. Об этих работах западные ученые узнали уже после того, как в 1948 г. они были **повторены независимо** голландскими учеными Фервеем и Овербеком, и Борису Владимировичу пришлось бороться за признание приоритета в разработке теории устойчивости коллоидных систем. Теперь эта теория широко известна как теория ДЛФО (по начальным буквам фамилий авторов)» (Ролдугин, 2006, с.135).

#### **534. Создание термодинамической теории полимерных растворов.**

Термодинамическую теорию полимерных растворов разработали независимо друг от друга два американских исследователя - Морис Хаггинс (1897-1981) и Пол Джон Флори (1910-1985), являющийся лауреатом Нобелевской премии по химии за 1974 г.

Роберт Кан в монографии «Становление материаловедения» (2011) повествует: «Приблизительно с 1910 года физические химики изучали характеристики полимерных растворов путем измерения такого свойства, как осмотическое давление, и находили эти растворы «неидеальными». <...> Всё изменилось после того, как **независимо друг от друга** американцы Хаггинс [Huggins, 1942] и Флори [Flory, 1942] сформулировали статистическую теорию свободной энергии (Гиббса) для смешанных гомополимеров в растворе (одна из этих работ была опубликована в «Journal of Physical Chemistry», другая - в «Journal of Chemical Physics»). Теория Флори – Хаггинса смогла возникнуть, когда сформировалась идея о том, что цепи полимеров очень гибкие и в растворах могут располагаться по-разному. Флори изложил эту теорию в своей книге «Принципы химии полимеров» [Flory, 1953], на которую и сейчас по-прежнему часто ссылаются...» (Кан, 2011, с.334).

#### **535. Расшифровка последовательности аминокислот в гормоне окситоцине.**

Определить (расшифровать) последовательность аминокислот в гормоне под названием «окситоцин» удалось американскому биохимику Винсенту Дю Виньо (1901-1978). Независимо от него эту задачу решил австрийский биохимик Ханс Таппи (род. 1924 г.). В 1955 г. Дю Виньо получил Нобелевскую премию по химии.

В.А. Волков, Е.В. Вонский и Г.И. Кузнецова в биографическом справочнике «Выдающиеся химики мира» (1991) пишут о Винсенте Дю Виньо: «Разработал (1939) метод синтеза цистина на основе фталимидомалонового эфира. Выделил (1952) окситоцин в кристаллическом состоянии, **независимо** от австрийского биохимика Г. Туппи установил (1953) последовательность в нем аминокислот и подтвердил (1954) структуру синтезом» (Волков и др., 1991, с.158).

#### **536. Открытие трансуранового элемента, названного «нептуний».**

Трансурановый элемент, получивший название «нептуний», открыли американские физики Эдвин Макмиллан (1907-1991) и его коллега Филипп Абельсон (1913-2004). Независимо от них аналогичное открытие сделал немецкий радиохимик Курт Штарке (1911-2000). В 1951 г. Э. Макмиллан удостоен Нобелевской премии по химии.

К. Манолов, Д. Лазаров и И. Лилов в книге «У химии свои законы» (1977) повествуют о событиях 1940-х годов: «Е. Макмиллан и П. Абельсон, а также **независимо от них** К. Штарке (в Германии) получают искусственным путем первый трансурановый элемент – нептуний с порядковым номером 93» (Манолов и др., 1977, с.360).

Об этом же сообщают Д.Н. Трифонов, А.Н. Кривомазов и Ю.И. Лисневский в книге «Учение о периодичности и учение о радиоактивности. Комментированная хронология важнейших событий» (1974). Авторы говорят о немецком ученом Курте Штарке: «К. Штарке (в Германии) **независимо** от Э. Макмиллана и П. Абельсона синтезировал элемент 93 (изотоп с массовым числом 239)» (Трифонов и др., 1974, с.174).

Приведем еще один источник. Д.Н. Трифонов и В.Д. Трифонов в книге «Как были открыты химические элементы» (1980) констатируют: «Начиная с нептуния, первенство в открытии трансурановых элементов долгое время принадлежало американским ученым. Это легко понять, поскольку тяготы второй мировой войны мало сказались на США. Нужно, правда, подчеркнуть, что в 1942 г. элемент № 93 был **независимо синтезирован** немецким физиком К. Штарке» (Трифонов, Трифонов, 1980, с.198).

**537. Открытие трансуранового элемента, названного «нобелей».** Трансурановый элемент, получивший название «нобелей», открыли советские физики, сотрудники ОИЯИ (Дубна) Е.Д. Донец, В.А. Щеголев, В.А. Ермаков. Независимо от них признаки существования нового трансуранового элемента обнаружили зарубежные ученые. Впоследствии между советскими и зарубежными исследователями возникли дебаты по поводу приоритета открытия.

Е.А. Баум и В.В. Лунин в статье «Российский вклад в Периодическую систему» («Вестник РФФИ», 2019, № 1 (101)) рассказывают: «Следует заметить, что работами по получению элемента с  $Z \geq 102$  **одновременно занимались** три группы исследователей. Первая, международная, состояла из участников Института физики в Стокгольме, Национальной лаборатории в Арагоне (Джорджия, США) и учреждения по атомной энергии в Англии. Вторая – Радиационная лаборатория имени Э. Лоуренса в Беркли (США), Г. Сиборг с сотрудниками. И третья – сотрудники ОИЯИ. Первая получила уже в 1957 году изотоп с массовым числом между 251 и 255, вторая в 1958 году установила образование изотопа с массовым числом 254. Именно объединенная шведско-англо-американская группа, работавшая в Стокгольме в Нобелевском институте, первой опубликовала результаты своих работ и назвала элемент нобелием. Однако экспериментальные данные, заявленные этой группой, а затем и группой Г. Сиборга, не подтверждались другими исследователями. В Дубне в 1961 г. с использованием мощностей только что запущенного вышеупомянутого циклотрона вновь занялись проблемой установления существования элемента с номером 102. В результате группа исследователей (Е.Д. Донец, В.А. Щеголев, В.А. Ермаков) к 1963 году синтезировали изотоп 102-го элемента и провела надежную идентификацию его с массовым числом 256. Открытие советских ученых спровоцировало дальнейшие дебаты по поводу приоритета открытия элемента с  $Z = 102$ , продолжавшиеся не одно десятилетие. Российский приоритет зафиксирован много позднее: в 1990-е гг. <...> За элементом было закреплено название нобелия (смотрите [13, с.223])» (Баум, Лунин, 2019, с.60-61).

**538. Открытие трансуранового элемента, названного «лоуренсий».** Трансурановый элемент № 103, названный «лоуренсий» (в честь изобретателя циклотрона Эрнеста Орlando Лоуренса), открыла научная группа Г.Н. Флерова в СССР. Независимо от советских ученых элемент № 103 обнаружили в проводимых экспериментах физики из Беркли (США).

Е.А. Баум и В.В. Лунин в статье «Российский вклад в Периодическую систему» («Вестник РФФИ», 2019, № 1 (101)) повествуют: «Открытия 103 и 104 элементов также сопряжены с ожесточенными дебатами по поводу приоритетных преимуществ. Впервые попытка синтеза элемента 103 осуществлена в Беркли в 1959-1961 гг. (по реакции

облучения калифорния ионами бора). Исследователи назвали элемент лоуренсием (Lr) в честь изобретателя циклотрона, физика Э. Лоуренса. Однако, как посчитали позже ученые из ОИЯИ, занявшиеся аналогичной проблемой в 1960-е гг., однозначного доказательства факта синтеза американцами не приведено. В 1965 г. группа советских ученых под руководством Г.Н. Флерова достоверно синтезировала элемент (при бомбардировке америция ионами кислорода) и идентифицировала по  $\alpha$ -распаду его изотопа с массовым числом 256. В результате в 1967 году группе сотрудников ЛЯР в составе: Г.Н. Флеров (директор лаборатории), доктор химических наук И.И. Звара, кандидаты физико-математических наук В.А. Друин и С.М. Поликанов, была вручена Ленинская премия за синтез и исследование свойств трансурановых элементов. Советские исследователи, однако, не смогли отстоять предложенное ими название для элемента с  $Z = 103$  – резерфордий (в честь Нобелевского лауреата Э. Резерфорда, «отца ядерной физики», как его часто именуют). Международный союз теоретической и прикладной химии (IUPAC - ИЮПАК) закрепил за элементом название лоуренсий» (Баум, Лунин, 2019, с.61-62).

**539. Открытие трансуранового элемента, названного «резерфордий».** Трансуранный элемент № 104 – «резерфордий» - открыт советскими и американскими физиками, работавшими независимо. В данном случае также не обошлось без приоритетных споров. Инициатива советских ученых назвать элемент в честь И.В. Курчатова не нашла поддержки у специалистов из США. В результате было выбрано название «резерфордий».

Е.А. Баум и В.В. Лунин в статье «Российский вклад в Периодическую систему» («Вестник РФФИ», 2019, № 1 (101)) пишут: «В Государственный реестр открытий СССР в 1964 году за № 37 был внесен советский приоритет в обнаружении 104-го элемента, для которого было предложено название курчатовий (в честь И.В. Курчатова, известного советского физика-ядерщика). Однако спустя несколько лет американцы посчитали это открытие бездоказательным, поскольку сами синтезировали 104-й элемент (Беркли). Начался очередной раунд трансфермиевых войн, пришедшийся на период открытия и 105-го элемента» (Баум, Лунин, 2019, с.62).

**540. Открытие трансуранового элемента, названного «дубний».** Этот искусственно полученный химический элемент периодической системы Менделеева под номером 105 был известен до 1997 года в СССР и России как нильсборий (Ns). Атомная масса элемента – 262, внешний вид простого вещества до сих пор неизвестен, но предположительно похож на серебристо-белый металл. На данный момент получено 11 изотопов дубния, для которых характерны такие типы распада, как альфа-распад, бета-распад, спонтанное деление. Данный трансуранный элемент был открыт независимо советскими и американскими учеными в 1970 году.

А.Н. Асаул в книге «Впервые в мире. Изобретено в СССР» (2020) пишет об элементе дубнии: «Этот химический элемент был **независимо получен** в 1970 г. советскими и американскими учеными: группой из Лаборатории ядерных реакций Объединенного института ядерных исследований в Дубне и сотрудниками Радиационной лаборатории им. Э. Лоуренса в Беркли. Первыми 105-й элемент получили на ускорителе в Дубне советские ученые под руководством физика-ядерщика Георгия Николаевича Флерова (1913-1990), американцы сделали это на два месяца позже. Отечественные исследователи предложили назвать новый элемент нильсборием, в честь датского физика-теоретика Нильса Бора – обладателя Нобелевской премии по физике, в 1922 г. создавшего первую квантовую теорию атома. <...> Американские ученые назвали элемент ганием – в честь немецкого химика Отто Гана – ученого-новатора в области радиохимии, открывшего ядерную изомерию и расщепление урана» (Асаул, 2020, с.226).

Аналогичные сведения можно найти в статье «История синтеза сверхтяжелых элементов» (сайт «РИА новости», 01.12.2011 г.), где сообщается: «105 элемент был синтезирован в 1970 году двумя **независимыми группами** исследователей в Дубне (СССР)

и Беркли (США). Получил название дубний в честь города Дубна, где располагается Объединенный институт ядерных исследований, в котором синтезированы несколько химических элементов, символ Db» (сайт «РИА новости», 2011).

**541. Лабораторный синтез алмазов.** Синтетические алмазы были впервые получены в 1953 г. в лабораторных условиях шведским инженером и изобретателем, чье имя Бальцар фон Платен (1898-1984). Спустя полтора года совершенно независимо (самостоятельно) алмазы были синтезированы учеными в США. Этому успеха добились американский химик Трейси Холл (1919-2008) и его коллеги Ф.П. Бэнди, Г.М. Стронг и Р.Г. Вентроп из фирмы «General Electric».

Я.А. Калашников в статье «Проблема синтеза алмазов» (журнал «Природа», 1980, № 5) пишет: «Впервые алмазы были синтезированы под высоким давлением в Швеции в 1953 г., а через полтора года **независимо** в США. В нашей стране синтез алмазов был впервые осуществлен в 1959 г. группой исследователей под руководством Л.Ф. Верещагина в Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского АН СССР. Л.Ф. Верещагин был основателем кафедры физики и химии высоких давлений в МГУ (1953)» (Калашников, 1980, с.36).

Об этом же сообщают Б.В. Дерягин и Д.В. Федосеев в книге «Алмазы делают химики» (1980): «В 1953 г. группе шведских ученых наконец удалось синтезировать алмаз. Однако они не сообщили о своем достижении, надеясь получить более крупные кристаллы. Промедление сослужило первооткрывателям плохую службу. В 1955 г. американские ученые Банди, Холл, Стронг и Венторф опубликовали статью о синтезе алмаза в своей лаборатории и были признаны в этой многовековой «алмазной скачке», хотя в действительности они были вторыми. В конце 50-х г. алмаз был синтезирован и советскими учеными – сотрудниками Института физики высоких давлений. Работы возглавлял академик Л.Ф. Верещагин» (Дерягин, Федосеев, 1980, с.37-38).

Дополнительная литература по теме:

- Стишов С.М. Загадки синтеза алмаза в Институте физики высоких давлений АН СССР // Успехи физических наук. – 2019. – Том 189. - № 7. – С.752-758.

**542. Открытие ферроцена – представителя класса сэндвичевых соединений (металлоценов).** Ферроцен открыт двумя группами исследователей. В состав первой группы входили П. Посон и Т. Кили, в состав второй – С. Миллер, Т. Теббот и Д. Тремейн. Они описали новое химическое соединение с разницей в один год и, разумеется, независимо друг от друга. Строение ферроцена объяснили два химика (Джеффри Уилкинсон и Эрнст Фишер), которые также работали независимо. В 1973 г. им вручена Нобелевская премия по химии, о чем речь ниже.

Н. Гринвуд и А. Эрншо во 2-ом томе книги «Химия элементов» (2008) пишут: «Бис (циклопентадиенил)железо  $[\text{Fe}(\eta^5\text{-C}_5\text{H}_5)_2]$  или «ферроцен» (это название дал ему М. Уайтинг) – это соединение, **независимое, одновременное** и в общем-то **случайное** открытие которого в начале 1950-х годов двумя группами химиков-органиков совершенно изменило металлоорганическую химию [2]. П. Посон и Т. Кили [Nature, 168, 1039 (1951)] пытались синтезировать фульвален по реакции циклопентадиенилмагнийбромида (реактива Гриньяра) с  $\text{FeCl}_3$ , но вместо этого они получили оранжевые кристаллы (температура плавления  $173^\circ\text{C}$ ), содержащие  $\text{F}^{\text{II}}$ . Анализ показал состав  $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{Fe}$ . В статье, опубликованной в это же время [J. Chem. Soc., 632 (1952)], С. Миллер, Т. Теббот и Дж. Тремейн сообщили о том, как в результате пропускания циклопентадиена и  $\text{N}_2$  над восстановленным железным катализатором, что являлось частью программы по синтезу аминов, они также получили  $\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{Fe}$ » (Гринвуд, Эрншо, 2008, с.435-436).

**543. Разработка теории строения ферроцена и других подобных соединений.** Теорию строения ферроцена создали английский химик Джеффри Уилкинсон (1921-1996) и



немецкий ученый Эрнст Фишер (1918-2007). В 1973 г. они удостоены Нобелевской премии по химии.

Во 2-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) сообщается об исследованиях, которые привели Дж. Уилкинсона и Э. Фишера к правильной модели строения ферроцена: «Применив незадолго до этого разработанный метод спектроскопии ядерного магнитного резонанса, Уилкинсон в сотрудничестве с Р.Б. Вудвордом сделал важное открытие. Если Кили и Паусон (открывшие ферроцен – Н.Н.Б.) полагали, что двухчленные углерод-водородные кольца ферроцена лежат рядом друг с другом и соединены одной-единственной, относительно слабой связью с атомом железа, то Уилкинсон, напротив, предположил, что эти два кольца образуют слоеную, похожую на сандвич структуру с атомом железа между ними. Таким образом, согласно его модели, центральный атом металла связан с каждым из пяти атомов углерода в верхнем и нижнем кольцах. Таким необычным расположением и объясняется удивительная стабильность молекулы. Благодаря этому открытию был установлен новый класс соединений» («Лауреаты...», 1992, с.520).

Далее в книге указывается: «В 1973 г. Уилкинсону совместно с Эрнстом Фишером была присуждена Нобелевская премия по химии «за новаторскую, проделанную **независимо друг от друга** работу в области химии металлоорганических, так называемых сандвичевых, соединений» (там же, с.520).

**544. Лабораторный синтез хлорофилла.** Синтезировать хлорофилл в лабораторных условиях удалось в 1960 г. двум научным группам из ФРГ и США, которые решали данную проблему независимо друг от друга. В США успеха достигли сотрудники под руководством Роберта Вудворда (1917-1979), известного ученого, получившего в 1965 г. Нобелевскую премию по химии.

Н.П. Воскресенская в статье «Искусственный синтез хлорофилла» (журнал «Природа», 1961, № 4) пишет: «Одно из крупных достижений органической химии истекшего года – синтез хлорофилла, осуществленный **почти одновременно** в двух лабораториях, проф. М. Штрелля и А. Калоянова в ФРГ и проф. Р. Вудварда с сотрудниками – в США. Краткие сообщения авторов о последовательности химических операций, приведших к синтезу сложной молекулы хлорофилла, были опубликованы в специальных химических журналах. Полученная молекула по своей структуре и свойствам полностью соответствует молекуле натурального хлорофилла растений. Каждая из групп осуществила синтез своим оригинальным путем. Аналогичный результат, полученный ими, весьма знаменателен. Такое явление – совпадение открытий во времени – часто наблюдается в науке. Это лишний раз подчеркивает, что то или иное явление, предмет, могут быть успешно исследованы **независимыми путями**, если технические возможности и общий уровень развития науки более или менее одинаковы» (Воскресенская, 1961, с.83).

**545. Открытие химической системы, способной фиксировать азот подобно бактериям.** Химическую систему, осуществляющую фиксацию азота подобно микроорганизмам, получившим название «азотфиксаторов», открыли независимо друг от друга два советских химика – Александр Евгеньевич Шилов (1930-2014) и Марк Ефимович Вольпин (1923-1996). Именно этим ученым удалось воспроизвести феномен азотфиксации – таинственный биологический процесс, впервые описанный при изучении бактерий русским микробиологом Сергеем Николаевичем Виноградским (1856-1953) в 1898 г.

А.Е. Шилов в статье «Н.Н. Семенов и современная химия» (журнал «Природа», 1996, № 3-4) повествует: «Может быть, найдутся чисто химические системы, в которых азот будет фиксироваться подобно бактериальному способу? Я сделал вывод, что этим действительно стоит заняться, и спросил на этот счет мнение Николая Николаевича (Семенова – Н.Н.Б.). Он, казалось, нисколько не удивился: «Что ж, это интересно, попробуйте. Но учтите, что это будет нелегкая задача». Этого-то мне как раз и не хватало.

Вскоре начались эксперименты, так сказать, «в лоб», которые вначале ничего нам не дали. Через несколько месяцев я узнал от Н.Н., что этой же проблемой в Институте элементоорганических соединений (ИНЭОС) занимается М.Е. Вольпин. Мы встретились с ним, поговорили о проблеме и возможных контактах. Ничто не предвещало, что Вольпин раньше нас найдет разгадку. И вдруг я узнаю (тоже от Н.Н.), что у Вольпина что-то получилось. (Это было в 1964 г.)» (Шилов, 1996, с.27).

**546. Изобретение масс-спектрометрии, основанной на бомбардировке быстрыми атомами.** Метод масс-спектрометрии, основанный на бомбардировке быстрыми атомами, разработали независимо друг от друга советский физик Георгий Дмитриевич Танцырев (1929-2007) и британский химик Майкл Барбер (1934-1991). В создании нового метода участвовали и другие исследователи.

Ю.А. Золотов в книге «Российский вклад в аналитическую химию» (2017) пишет: «Изучение истории бомбардировки быстрыми атомами привело к заключению [27], что способ разрабатывался одновременно и, по-видимому, **независимо несколькими учеными** – Танцыревым, Девьеном, Беннингофеном и Барбером. Танцырев с Николаевым опубликовали свои первые работы в 1971-1973 гг. [28-30], примерно в то же время, что и Беннингофен [31, 32] и Девьен. Однако метод получил признание после опубликования в 1981 г. статьи Барбера [33]. Именно эта публикация была не только замечена, но и дала толчок созданию соответствующих устройств. Названия способу все указанные авторы давали разные, но закрепилось название «бомбардировка быстрыми атомами» (fast atom bombardment, FAB), предложенное Барбером. Таким образом, Барбера стали считать создателем метода. Иногда автором метода считают Беннингофена. Однако, как уже отмечено, первыми были Танцырев и Николаев. Обратимся к его работам. В своем обзоре 1985 г. Танцырев отметил, что им с Е.Н. Николаевым в 1972 г. был предложен [29] механизм образования распыленных веществ, основанный на «концепции локального разогрева поверхности мишени, которая в настоящее время стала общепринятой». <...> В том же обзоре Танцырев характеризует метод БА. «Бомбардировкой быстрыми атомами могут быть ионизированы вещества с любой молекулярной массой. Этот способ дает возможность получать как осколочные, так и квазимолекулярные положительные ионы. Метод позволяет производить не только идентификацию индивидуальных веществ, но и определять состав твердых и жидких образцов, а в некоторых случаях и их надмолекулярную структуру. ИБА может быть сравнительно легко реализована на масс-спектрометре любого типа». В.А. Покровский писал позднее [27]: «Насколько нам известно, Г.Д. Танцырев не поднимал вопроса о приоритете своих результатов, со свойственной ему скромностью полагая, что достаточно публикаций и авторских свидетельств. К сожалению, роль его работ недостаточно оценена в современной мировой литературе» (цит. по [34])» (Золотов, 2017, с.55-56).

Далее Ю.А. Золотов приводит слова Г.Д. Танцырева: «Мы сделали раньше Барбера, но он сразу опубликовал свои результаты, не патентуя. Мы же решили сначала получить авторское свидетельство, а это занимает года полтора. А публикации наши вышли приблизительно одновременно, причем **независимо**» (там же, с.56).

Здесь [27] – Покровский В.А. Десорбция быстрыми атомами // сборник «Очерки истории масс-спектрометрии». – Уфа: БНЦ Уро АН СССР, 1988. – С.58.

[28] – Танцырев Г.Д., Николаев Е.Н. // Письма в ЖЭТФ. – 1971. – Том 13. – С.473.

[29] – Танцырев Г.Д., Николаев Е.Н. // Доклады АН СССР. – 1972. – Том 206. - № 1. – С.151.

[30] – Танцырев Г.Д., Клейменов Н.А. // Доклады АН СССР. – 1973. – Том 213. - № 3. – С.649.

**547. Формулировка идеи о том, что каталитические системы способны конкурировать друг с другом и подвергаться отбору в процессе эволюции.** К мысли о способности

каталитических систем конкурировать между собой и подвергаться отбору в процессе эволюции пришли независимо друг от друга немецкий химик, лауреат Нобелевской премии, Манфред Эйген (1927-2019) и советский ученый Александр Прокофьевич Руденко (1925-2004). Примечательно, что А.П. Руденко (1969) опередил М. Эйгена (1971) в публикации своих идей, которые, разумеется, базировались на аналогии с явлениями конкуренции и отбора, действующими в живой природе.

А.П. Руденко в книге «Теория саморазвития открытых каталитических систем» (1969) аргументирует: «...В процессе саморазвития каталитических систем действует естественный отбор центров катализа на максимальную величину эволюционных характеристик, связанных с основным параметром. В результате усиления или ослабления каталитической активности при изменениях природы центров катализа по отношению интенсивности проведения базисной каталитической реакции создаются условия конкуренции между открытыми элементарными каталитическими системами. При этом базисная реакция всё более сосредоточивается в системах, приобретших при их эволюционных изменениях наибольшую каталитическую активность» (Руденко, 1969, с.112). «Всякие существенные «ошибки» в изменении природы центров катализа на путях их развития, - продолжает автор, - приводят к уничтожению каталитических систем, центры катализа которых выключаются из процесса проведения базисной каталитической реакции, а цепи развития обрываются. Сохраняются («выживают») лишь те системы, в развитии которых не было таких «ошибок», т.е. все изменения природы которых были эволюционными. Особенно хорошо развиваются те каталитические системы, центры катализа которых постепенно приобретают всё большую и большую каталитическую активность. <...> Поэтому саморазвитие множества каталитических систем можно рассматривать как их естественный отбор по признаку наибольшей интенсивности проведения базисной реакции» (там же, с.112-113).

Если проанализировать статьи А.П. Руденко, то выяснится, что первые соображения об эволюции каталитических систем возникли у него не в 1969 году, а гораздо раньше. Так, в статье «Саморазвивающиеся каталитические системы» («Доклады АН СССР», 1964, том 159, № 6) он отмечает: «...Принцип наибольшей вероятности осуществления наиболее прогрессивных путей развития каталитических систем, характеризуемых наибольшим накоплением некоторых положительных признаков, представляет собой устойчивую закономерность вероятностного типа...» (Руденко, 1964, с.1376).

Далее автор пишет об упомянутом принципе (принципе развития каталитических систем): «Указанная закономерность должна проявляться всякий раз, когда созданы условия саморазвития каталитических систем, и имеет значение основного закона их эволюции» (там же, с.1376). «Основной закон эволюции каталитических систем вскрывается теоретически при двух допущениях, соответствующих неидеальным каталитическим явлениям. А именно: 1) необходимо, чтобы элементарная вероятность изменения природы центра катализа была больше нуля, и 2) должен существовать некоторый переменный комплекс случайных условий, обеспечивающий любые случайные превращения катализатора, отличные от его циклических превращений в каталитических актах. К таким неидеальным каталитическим явлениям может быть отнесено большинство известных реальных каталитических процессов (в особенности в области гетерогенного катализа), в которых изменения катализаторов и их каталитической активности в ходе процесса являются скорее правилом, чем исключением» (Руденко, 1964, с.1377).

**548. Разработка теории самоорганизации открытых систем.** Известно, что автором теории самоорганизации открытых систем является бельгийский ученый российского происхождения Илья Романович Пригожин (1917-2003), получивший в 1977 г. Нобелевскую премию по химии с формулировкой «за работы в области неравновесной термодинамики». Однако независимо от него теорию самоорганизации открытых систем разработал Александр Прокофьевич Руденко (упомянутый выше).

А.П. Руденко в статье «Самоорганизация и прогрессивная химическая эволюция открытых каталитических систем» (журнал «Сложные системы», 2019, № 1 (30)) пишет: «Научно-теоретическое обоснование существования явления самоорганизации неравновесных открытых систем как процесса неравновесного упорядочения было дано И.Р. Пригожиным [1, 2] и автором настоящей статьи [3, 4] практически в одно и то же время **независимо друг от друга**. Под самоорганизацией нами подразумевался процесс с диаметрально противоположной энергодинамической направленностью, чем процесс обычной организации, подчиняющийся принципу Больцмана (стремление системы к максимуму энтропии и минимум свободной энергии). Однако подходы к описанию физической сущности явления у нас с Пригожиным оказались альтернативными; разными были характер исследования и природа объектов, где оно (явление самоорганизации – Н.Н.Б.) наблюдалось. Поэтому развитие исследований в этих двух направлениях практически происходило **независимо** и не пересекалось, пока не возникла необходимость сопоставления этих двух подходов в решении вопросов связи процессов самоорганизации и саморазвития и взаимоотношения самоорганизации и прогрессивной химической эволюции, приводящей к возникновению жизни» (Руденко, 2019, с.7).

Здесь [1] – Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуаций. – М.: «Мир», 1974.

[2] – Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных структурах. – М.: «Мир», 1979.

[3] – Руденко А.П. Саморазвивающиеся каталитические системы // Доклады АН СССР. – 1964. – Том 159. – С.1374-1377.

[4] – Руденко А.П. Теория саморазвития открытых каталитических систем. – М.: изд-во МГУ, 1969. – 262 с.

**549. Получение атомного разрешения пространственной структуры фенилаланиновой транспортной РНК.** Определение пространственной структуры фенилаланиновой транспортной РНК с атомным разрешением – заслуга американского химика Александра Рича (1924-2015) и английского ученого Аарона Клуга (1926-2018), который в 1982 г. награжден Нобелевской премией по химии. Названные исследователи получили важный научный результат **независимо друг от друга**.

В.А. Волков, Е.В. Вонский и Г.И. Кузнецова в биографическом справочнике «Выдающиеся химики мира» (1991) пишут об А. Клуге: «Разработал (1968) метод «трехмерной реконструкции» для трактовки изображений, получаемых с помощью электронного микроскопа. Этот метод, основанный на применении так называемого двойного преобразования Фурье, был реализован для объектов, обладающих симметрией. Описал (1974) с атомным разрешением пространственную структуру фенилаланиновой транспортной рибонуклеиновой кислоты (**независимо** от американского ученого А. Рича)» (Волков и др., 1991, с.210).

Об этом же сообщает Л. Страйер в 3-ем томе книги «Биохимия» (1985): «К настоящему времени трехмерная структура молекулы тРНК установлена на атомном уровне благодаря рентгеновским кристаллографическим исследованиям, осуществленным в лабораториях Александра Рича и Аарона Клуга (Alexander Rich, Aaron Klug). В результате проведенного ими **независимого** рентгенографического изучения фенилаланиновой тРНК получено множество новых данных о структуре молекулы тРНК» (Страйер, 1985, с.91).

**550. Открытие криптанов, то есть краун-эфиров.** Заслуга открытия криптанов – макрогетероциклических соединений, состоящих из двух и более циклов, - принадлежит французскому химику Жан-Мари Лену (род. 1939 г.), американскому химику Дональду Джеймсу Краму (1919-2001) и его соотечественнику Чарльзу Педерсену (1904-1989). Все перечисленные ученые были удостоены в 1987 г. Нобелевской премии по химии. Историкам науки известно, что Жан-Мари Лен открыл первые криптанты (краун-эфиры) в

1969 г. независимо от Чарльза Педерсена. Однако менее известно, что независимо от упомянутых исследователей, основателей так называемой супрамолекулярной химии, аналогичное открытие сделал Говард Симмонс (1929-1997).

А.И. Курамшин в статье «Нобелевские нелауреаты» (журнал «Химия и жизнь», 2016, № 10) пишет: «Говард Симмонс почти полвека (1954-1992) проработал в том же центральном исследовательском отделе компании «Дюпон», в котором когда-то трудился Уоллес Карозерс, а с 1974 по 1992 год возглавлял его. Под руководством Симмонса было сделано немало научных открытий, хотя это, конечно, не повод для присуждения Нобелевской премии ему самому. Его собственные работы по изучению криптандов (краун-эфиров, которые могут вступать в селективное комплексообразование с ионами металлов и другими соединениями) вполне могли быть отмечены Нобелевской премией. Ученый пришел к открытию криптандов **независимо от французского химика**, пионера супрамолекулярной химии, Жана-Мари Лена, получившего в 1987 году Нобелевскую премию за «разработку и применение молекул со структурно-специфическими взаимодействиями высокой избирательности». По какой причине Симмонс не получил Нобелевской премии? Отчасти из-за того, что в соответствии с завещанием Нобеля и статутом Нобелевского комитета максимальное число награжденных в одной номинации не может превышать трех в год. А в 1987 году, кроме Жана-Мари Лена, лауреатами стали еще два пионера супрамолекулярной химии – Дональд Джеймс Крам и Чарльз Педерсен» (Курамшин, 2016, с.46).

**551. Разработка метода асимметрического органического катализа.** Метод асимметрического органического катализа изобрели независимо друг от друга немецкий химик Беньямин Лист (род. 1968 г.) и британский исследователь Дэвид Макмиллан (род. 1968 г.). В 2021 г. названные ученые удостоены Нобелевской премии по химии.

В статье «Нобелевскую премию по химии присудили за асимметрический органокатализ» (информационное агентство «ТАСС», 06.10.2021 г.) сообщается: «Дэвид Макмиллан – британо-американский химик, сейчас он работает в Принстонском университете (США). Беньямин Лист – немецкий химик, работает в Институте исследования угля Общества Макса Планка. Оба они, **независимо друг от друга**, в 2000 году разработали метод асимметрического органического катализа. Катализом называют ускорение химической реакции с помощью вещества, которое не влияет на получившийся в результате продукт. Такие вещества называют катализаторами» («ТАСС», 2021).

Далее в той же статье указывается: «До открытия Листа и Макмиллана катализаторы делались в основном на базе металлов или ферментов. В первом случае из-за чувствительности металлов к кислороду широкомасштабное промышленное производство было довольно дорогим. Кроме того, оно было неэкологичным, поскольку многие металлы, хорошо ускоряющие химические реакции, токсичны и зачастую попадали в окружающую среду, загрязняя ее. Оптимального способа для использования катализаторов второго типа, на основе ферментов – сложных белковых соединений, которые ускоряют реакции в живых системах, ученые к моменту открытия будущих лауреатов не придумали. Макмиллан и Лист **независимо друг от друга** разработали третий тип катализа, который основывается на органических соединениях. Его и назвали асимметричным органокатализом» («ТАСС», 2021).

## Глава 5

### Одновременные (повторные) открытия в области биологии и медицины

**552. Обнаружение связи между варикозными венами и трофическими язвами.** Эту связь открыл древнегреческий целитель, врач и философ Гиппократ, вошедший в историю как «отец медицины». Независимо от него аналогичное открытие сделал средневековый

персидский ученый Ибн Сина, то есть Авиценна (980-1037). К числу первооткрывателей упомянутой связи между варикозными венами и трофическими язвами специалисты относят также придворного врача китайских императоров Чинг Су Вена (479 год до нашей эры).

В.Ю. Богачев и Л.И. Богданец в статье «Венозные трофические язвы», которая содержится в книге «80 лекций по хирургии» (2008), подготовленной под редакцией С.В. Савельева и А.И. Кириенко, сообщают: «Гиппократ, Авиценна и Чинг Су Вен (придворный врач китайских императоров, 479 год до нашей эры) **независимо друг от друга** обнаружили прямую связь между варикозными венами и трофическими язвами. Они же детально описали основные лечебные мероприятия: возвышенное положение конечности, ежедневное мытье язвы проточной или морской водой, а также давящие повязки. Наряду с консервативными методами лечения врачи древности активно изучали хирургические способы» (Богачев, Богданец, 2008, с.265).

**553. Открытие малого круга кровообращения.** Малый круг кровообращения открыли независимо друг от друга испанский врач Мигель Сервет (1511-1553) и итальянский хирург и анатом Реальдо Коломбо (1516-1559). Книга М. Сервета с изложением его открытия была признана еретической и уничтожена, поэтому Р. Коломбо не знал о его результатах.

В.С. Сперанский и Н.И. Гончаров в книге «Очерки истории анатомии» (2012) отмечают: «В книге «De re anatomica libri XV» (1559) Р. Коломбо **независимо от М. Сервета** дает описание малого круга кровообращения, объявляет галеновское учение о сердечном кровообращении «абсолютно неправильным» и приводит точное описание легочной циркуляции крови» (Сперанский, Гончаров, 2012, с.26).

Об этом же сообщает М.И. Яновская в книге «Вильям Гарвей» (1957). Автор говорит об открытии Мигеля Сервета, чья книга о малом круге кровообращения была сожжена: «Ученым шестнадцатого, семнадцатого веков не были известны ни сама книга, ни мимоходом сделанное в ней важное физиологическое открытие. Не были они известны и Реальду Коломбо, профессору Падуанского университета, ученику Везалия. С Серветом он тоже никогда не встречался. Коломбо, как и Сервет, описал в своем труде легочный круг кровообращения, и это его открытие было вполне **самостоятельным**» (Яновская, 1957, с.49).

**554. Вклад в исследование предназначения млечных сосудов кишечника (сосудов Азелли).** Предназначение млечных сосудов кишечника установили независимо друг от друга разные ученые, среди которых мы находим и Томаса Бартолина (1616-1680), первооткрывателя двойного лучепреломления в кристаллах исландского шпата.

В.С. Степин, А.М. Сточик и С.Н. Затравкин в книге «История и философия медицины. Научные революции XVII-XIX веков» (2017) повествуют: «В 1622 году профессор Падуанского университета Г. Азелли во время учебной анатомической демонстрации **случайно** обнаружил в брыжейке тонкой кишки сосуды, которые содержали не кровь, а хилус, и назвал их млечными. Однако Г. Азелли недооценил важность совершенной им находки и не стал детально изучать дальнейший ход этих сосудов. А поскольку, согласно традиционным представлениям, весь хилус из желудочно-кишечного тракта поступал в печень, Г. Азелли заявил, что и открытые им млечные сосуды обеспечивают поступление хилуса в печень. Истинное предназначение открытых Г. Азелли млечных сосудов удалось установить лишь в середине XVII столетия в ходе проведения беспристрастных анатомических и экспериментальных исследований в рамках картезианской исследовательской парадигмы.

В 1647-1654 гг. Ж. Пеке (1647, 1651-1653), И. ван Хорн (1647, 1650), О. Рудбек (1652, 1653) и Т. Бартолин (1652-1654) **независимо друг от друга** доказали, что сосуды Азелли не ведут к печени. «Без сомнения, анатомическое сообщество обогатилось открытием млечных сосудов знаменитым Азеллием, - констатировал Ж. Пеке. – Но он вслед за

древними считал печень источником крови, и полагал, что млечные сосуды ведут к ней, и это его ошибка». Перечисленные естествоиспытатели установили, что местом впадения млечных сосудов служит любое «вместилище хилуса», названное млечной цистерной. Ими было также обнаружено, что из млечной цистерны хилус поступает в «большой проток» (грудной лимфатический проток), по которому он поднимается почти вертикально вверх и поступает непосредственно в кровяное русло в месте впадения грудного протока в угол слияния левой подключичной и левой яремной вен» (Степин и др., 2017, с.109-110).

О том, что Т. Бартолин и Ж. Пеке независимо друг от друга открыли млечные сосуды, пишет также В.В. Лункевич в 1-ом томе книги «От Гераклита до Дарвина. Очерки по истории биологии» (1960): «Будучи горячим сторонником Гарвея, Т. Бартолин способствовал углублению его учения о кровообращении. Открытие лимфатической системы, изучение млечных путей и знакомство с местонахождением и ролью грудного протока – его он открыл несколько позже Пеккэ и совершенно **независимо от него** – всё это должно было помогать дальнейшему выяснению взаимоотношений между кровеносной системой, с одной стороны, и лимфатической – с другой» (Лункевич, 1960, с.438).

**555. Доказательство того, что сердце является мышцей.** Убедительные доказательства того, что сердце представляет собой совокупность мышечных волокон, нашли и описали независимо друг от друга датский анатом Николай Стенон (1638-1686) и английский врач Ричард Лоуэр (1631-1691).

А.М. Сточик и С.Н. Затравкин в статье «Научная революция в медицине XVIII в.» (журнал «Эпистемология и философия науки», 2014, том 34, № 1) сообщают: «Напомним, Р. Декарт и его сторонники полагали, что сокращение мышцы состоит в увеличении ее объема и происходит в результате непосредственного поступления в нее частиц «животных духов» из нервов. Датский анатом Н. Стенон (1663, 1667), голландский естествоиспытатель Я. Сваммердам (1667) и английский врач, профессор Кембриджского университета Ф. Глиссон (1672) установили, что, несмотря на видимое «раздувание» мышц при сокращении, их объем не увеличивается. Причем если Сваммердам и Глиссон представили экспериментальные доказательства (опыты с погруженным в воду нервно-мышечным препаратом лягушки – Я. Сваммердам; плетизмография – Ф. Глиссон), что оставляло сторонникам Декарта возможность оспаривать полученные результаты, то Стенон доказал постоянство объема мышцы неопровержимыми геометрическими построениями. Это открытие означало, что частицы «животных духов» из нервов не переходят в мышцы и не принимают непосредственного участия в мышечном сокращении. Они лишь запускают этот процесс, который, как показал Стенон, состоит в укорочении составляющих мышцу мышечных волокон. <...> Особую актуальность возникшей проблеме придавал тот факт, что в 1664 г. уже упоминавшийся Стенон, а в 1667 г. английский врач Р. Лоуэр **независимо друг от друга** представили неопровержимые доказательства того, что сердце также является мышцей» (Сточик, Затравкин, 2014, с.174-175).

**556. Рождение микроскопической анатомии растений.** Основателями микроскопической анатомии растений являются англичанин Неемия Грю (1641-1712) и итальянец Марчелло Мальпиги (1628-1694), которые независимо друг от друга подвергли микроскопическому изучению различные элементы внутренней структуры растений, получив при этом важные результаты.

Г.Н. Виноградова и В.В. Захаров в книге «Основы микроскопии» (часть 1, 2018) указывают: «Мальпиги и Грю работали **совершенно независимо**, но пришли к весьма сходным результатам. Марчелло Мальпиги (1628-1694) – биолог и врач, окончил Болонский университет. <...> Они впервые в истории науки систематизировали исследование структуры растений, поэтому им вполне заслуженно присвоено звание «отцов» микроскопической анатомии растений. Оба исследователя представили свои доклады Лондонскому Королевскому обществу приблизительно в одно и то же время, так

что для их слушания было назначено одно общее заседание. Их доклады были публично зачитаны 29.12.1671 г. Этот день считается днем рождения анатомии растений [5, 13]» (Виноградова, Захарова, 2018, с.34).

Независимость исследований Мальпиги и Грю анализируется также в книге Г.Н. Виноградовой и В.В. Захарова «Основы микроскопии» (2020): «Мальпиги и Грю работали **совершенно независимо**, но пришли к весьма сходным результатам. Биолог и врач Марчелло Мальпиги окончил Болонский университет, а ботаник и врач Неемия Грю окончил Кембриджский университет. Они впервые в истории науки систематизировали исследование структуры растений, поэтому им вполне заслуженно присвоено звание «отцов» микроскопической анатомии растений» (Виноградова, Захаров, 2020, с.46).

Приведем еще один источник. М.Е. Ивин в книге «У порога великой тайны» (1971) повествует: «Мальпиги отослал в Лондон, в Королевское общество, которое являлось тогда общеевропейским научным центром, первую часть своей «Анатомии растений». В те же дни подобную работу представил и английский ученый Неемия Грю. Он тоже изучал с помощью микроскопа строение растений, тоже видел щели на нижней стороне листьев и тоже не смог разгадать их назначения. Оба ученых работали **независимо друг от друга**, оба увлеклись микроскопом после того, как Роберт Гук его усовершенствовал, оба пришли к одним и тем же выводам. В Королевском обществе решили: заслушать оба доклада в один и тот же день – 29 декабря 1671 года» (Ивин, 1971, с.23).

**557. Открытие роли солнечного света в процессе фотосинтеза.** Роль солнечного света в процессе выработки растениями кислорода обнаружили независимо друг от друга швейцарский ботаник Жан Сенебье (1742-1809) и нидерландский биолог Ян Ингенхауз (1730-1799).

Г.Р. Иваницкий в книге «Борьба идей в биофизике» (1982) пишет: «Как известно, в 1782 году женеvский пастор Жан Сенебье, хотя и не очень четко, но первым показал, что при солнечном свете зеленый лист растений перерабатывает углекислый газ, растворенный в воде, в кислород. Не произнося слова «углерод», Сенебье открыл самый факт его круговорота. Взгляды Сенебье опередили время и противоречили существовавшим тогда воззрениям, поэтому остались незамеченными. В 1797 году голландский ученый Ингенхауз опубликовал свою работу (без ссылки на Сенебье, о работе которого он, по-видимому, **не знал**), в которой показал, что «улучшение» воздуха растениями происходит только на свету, а в отсутствие света они, напротив, «ухудшают» воздух подобно животным, выделяя углекислый газ» (Иваницкий, 1982, с.49).

Об этом же сообщает М.Е. Ивин в книге «У порога великой тайны» (1971). Автор говорит о Жане Сенебье: «Еще и еще раз он повторяет давнишние опыты своего учителя Бонне (Шарля Бонне – Н.Н.Б.) с листьями, погруженными в воду. И так же, как Ингенхауз, приходит к иным выводам, нежели Бонне, который считал, что пузырьки воздуха выделяются из воды, а не из листа. Не сговариваясь, ничего друг о друге **не зная**, Ингенхауз в деревушке под Лондоном и Сенебье в Женеве доказали одно и то же: пузырьки воздуха выделяются на свету самими листьями, а воздух этот - очищенный» (Ивин, 1971, с.67).

Независимость исследований Сенебье и Ингенхауза известна также Л. Страйеру, который во 2-ом томе книги «Биохимия» (1985) пишет: «Следующий важный вклад в изучение фотосинтеза внес Ян Ингенхауз (Jan Ingenhousz), датчанин, придворный медик австрийской императрицы. Ингенхауз был светским человеком и любил посещать Лондон. Однажды он услышал обсуждение опытов Пристли по восстановлению воздуха растениями и так был захвачен этой проблемой, что решил при первой же возможности поставить некоторые эксперименты. Такая возможность представилась через шесть лет, когда Ингенхауз снял виллу вблизи Лондона и провел лето, с лихорадочным увлечением выполнив более пятисот экспериментов. Он открыл роль света в фотосинтезе: «Я обнаружил, что растения не только обладают способностью улучшать плохой воздух за шесть или десять дней, когда растут в нем, как указывают эксперименты доктора Пристли,



но что они полностью выполняют эту важную функцию в течение нескольких часов. Этот удивительный процесс обуславливается не ростом растения, а влиянием на него солнечного света». Ингенхауз торопился опубликовать свои наблюдения, поскольку опасался, что кто-нибудь опередит его. В конце лета он выпустил книгу под названием «Опыты на растениях, раскрывающие их великую способность очищать обычный воздух на солнечном свету и ухудшать его в тени и ночью». Эта боязнь конкуренции была оправданной. **Аналогичные эксперименты** проводились в Женеве швейцарским пастором Жаном Сенебье (Jean Senebier)» (Страйер, 1985, с.182).

Шарль Бонне (1720-1793) был близок к открытию роли света в процессе фотосинтеза. Ю.Г. Чирков в книге «Фотосинтез два века спустя» (1981) указывает: «В 1753 году женеvский ученый Шарль Бонне сделал наблюдение, которому он не придал большого значения. Сорванные и погруженные в воду листья, будучи выставленными на солнце, покрываются пузырьками воздуха. Этим наблюдением Бонне фактически опередил и Пристли, и Ингенхауза. И мог бы (если бы понимал суть явления) тоже претендовать на роль отца фотосинтеза. Однако он прошел мимо открытия, что было вполне естественно: в то время еще не существовала химия газов» (Ю.Г. Чирков, 1981).

**558. Открытие полового размножения растений.** Первооткрывателем полового размножения растений является немецкий ботаник Рудольф Якоб Камерариус (1665-1721), научно обосновавший наличие половых различий у растений и разработавший методику описания этих различий. Его главный труд – книга «Письмо о поле растений», изданная в Тюбингене в 1694 г. Великий систематик Карл Линней в 1753 г. в честь Камерариуса назвал один из родов растений «Камерария». Однако независимо от Камерариуса половую дифференциацию растений открывали многие другие ученые (а также люди, профессионально не занимавшиеся наукой).

А. Гайсинович в очерке «Грегор Мендель и его предшественники» (Г. Мендель, «Избранные работы о растительных гибридах», 1935) пишет о тех, кто независимо от Камерариуса получил информацию о половом размножении растений: «Они это могли узнать не только из работы Камерариуса, а скорее из книги Неэмии Грю (Nehemiah Grew, 1628-1711) «Анатомия растений» (1682), в которой он, ссылаясь на утверждения сэра Томаса Миллингтона (T. Millington, 1628-1704), относящиеся еще к 1676 г., что пыльники являются мужскими органами и что пыльца оплодотворяет семечко, - сам присоединяется к этому взгляду. Ссылка на Грю имеется у Матера. Кроме того, о том же утверждал Морлэнд (Moreland). Наконец, приблизительно в это же время в Америке этим вопросом занимался Джэмс Логэн (J. Logan, 1674-1751), губернатор Пенсильвании; он проделал блестящий эксперимент доказательства необходимости опыления у кукурузы для образования семян (обратное доказывал Жоффруа); путем кастрации, а также при помощи муслиновых колпачков он доказал стерильность при этом кукурузы. Наиболее раннее описание этого опыта дано им в письме 1735 г. к колониальному торговцу и импортеру растений Коллинсону (P. Collinson), бывшему членом Королевского общества» (Гайсинович, 1935, с.27).

Примечательно, что немецкий ученый-энциклопедист Вольфганг Гете (1749-1832) не верил в то, что пчелы, шмели и бабочки способны опылять цветки, то есть облегчать процесс скрещивания мужских и женских клеток у растений. А. Фолькер в книге «Умные растения» (2011) повествует: «То, что цветки опыляют пчелы, шмели или бабочки, - не такая уж поразительная новость. Об этом известно каждому школьнику. Однако человеку, который первым обратил внимание на партнерство цветов и насекомых, пришлось нелегко. Над ним смеялись и подтрунивали, и он замалчивал свое открытие целых семьдесят лет. Речь идет о ректоре школы в городе Шпандау (сейчас это один из районов Берлина) по имени Христиан Конрад Шпренгель, жившем во времена Гете» (А. Фолькер, 2011). Далее автор пишет о том, как В. Гете воспринял идею своего соотечественника о том, что насекомые помогают растениям размножаться: «Столь тонкое взаимодействие низших

животных и бездушных растений показалось современникам Шпренгеля чрезмерным. Гете, который и сам написал книгу «Опыт о метаморфозе растений», был прямо-таки раздосадован. Ректор ничего не объяснял, а лишь наделял природу человеческим разумом. <...> В защиту Гете следует сказать, что тогда, за семьдесят лет до Дарвина, никто не мог и предположить, что природа вообще способна на практичные и сколько-нибудь разумные решения» (А. Фолькер, 2011).

**559. Формулировка идеи биологического метаморфоза.** Авторами идеи биологического метаморфоза являются два исследователя – женщина-ученый из Германии Мария Сибилла Мериан (1647-1717) и голландский натуралист Ян Сваммердам (1637-1680).

Ирина Ильинична Семашко в книге «100 великих женщин» (1999) пишет о научных достижениях Марии Сибиллы Мериан: «В 1674 году Мериан приступает к систематическому исследованию насекомых. Она **независимо** от крупнейшего ученого-натуралиста Сваммердама приходит к идее метаморфоза. С удивлением Мария Сибилла открывает, что всё в мире – и растения, и животные, и человек – подвержены неожиданным превращениям. Мериан, используя свой живописный талант, фиксировала словно на фотографическую пленку все перипетии жизни гусениц, что являлось уникальным для Нового времени. Из этого кропотливого труда и родилась книга, получившая длинное название: «Удивительное превращение гусениц и необычное питание цветами прилежно исследовала, кратко описала, зарисовала с натуры, гравировала и издала Мария Сибилла Граф». Она украсила обе части книги вдохновенными стихотворениями Х. Арнольда, больше похожими на духовные гимны, надеясь, что мироощущение самой Мериан станет понятнее читателю» (И.И. Семашко, 1999).

Об этом же сообщает Т.А. Лукина в книге «Мария Сибилла Мериан» (1980): «Мария Сибилла пришла к идее метаморфоза **независимо от Сваммердама**. Она иллюстрировала и популяризовала учение великого голландца о превращениях насекомых, дополнила его собственными знаниями образа жизни и поведения гусениц, их реакций на внешние раздражения, описала формы и окраску гусениц, а также их изменения в зависимости от различных факторов» (Т.А. Лукина, 1980).

**560. Доказательство наличия капиллярной сети во всех органах тела.** Наличие капиллярной сети во всех органах тела доказали независимо друг от друга голландский анатом Фредерик Рюйш (1638-1731) и его соотечественник Стефан Бланкард (1650-1704).

Е.Е. Бергер, С.Н. Затравкин, К.А. Пашков и другие во 2-ой части книги «История медицины в музейных коллекциях» (2019) пишут: «В 1661 г. итальянский врач и анатом М. Мальпиги с помощью 180-кратного микроскопа установил, что артерии соединены с венами сетью тончайших капиллярных сосудов. Чуть более десятилетия спустя голландский естествоиспытатель А. Левенгук, вооружившись 270-кратным микроскопом, впервые увидел в крови эритроциты и зафиксировал их движение по капиллярам от артериального к венозному концу. В 1675-1678 гг. и в 1691 г. голландские врачи и анатомы С. Бланкард и Ф. Рьюиш (Рюйш) **независимо друг от друга**, используя инъекционный и микроскопический метод исследования, доказали наличие капиллярной сети во всех органах тела» (Бергер и др., 2019, с.41).

Об этом же сообщают В.С. Степин, А.М. Сточик и С.Н. Затравкин в книге «История и философия медицины. Научные революции XVII-XIX веков» (2017): «В 1675-1678 гг. и в 1691 г. голландские врачи и анатомы С. Бланкард и Ф. Рьюиш **независимо друг от друга** на основании использования инъекционного и микроскопического методов исследования доказали наличие капиллярной сети во всех органах тела. Ф.Рьюиш также обнаружил и описал капилляры, обеспечивающие кровоснабжение стенок самих кровеносных сосудов – vasa vasorum» (Степин и др., 2017, с.112-113).

**561. Открытие желез двенадцатиперстной кишки.** Железы двенадцатиперстной кишки обнаружили и описали независимо друг от друга два швейцарских исследователя – патолог и фармаколог Иоганн Жакоб Вепфер (1620-1695) и анатом Иоганн Конрад Бруннер (1653-1727).

В.С. Степин, А.М. Сточик и С.Н. Затравкин в книге «История и философия медицины. Научные революции XVII-XIX веков» (2017) констатируют: «В 1664-1672 гг. Р. де Граф разработал способы получения соков подчелюстной и слюнных желез у живого животного (дренирование протоков и выведение протоков на наружную поверхность тела), позволившие установить факт существенного увеличения функциональной активности этих желез после приема пищи. В 70-80-х гг. XVII века были открыты и совершенно неизвестные прежде пищеварительные железы. Так, в 1679 г. швейцарский врач И. Вепфер и **независимо от него** в 1687 г. немецкий анатом и врач И. Бруннер обнаружили железы двенадцатиперстной кишки; в 1689 г. М. Мальпиги – простые трубчатые железы слизистой оболочки тонкой и толстой кишок» (Степин и др., 2017, с.121).

**562. Изобретение вакцины против оспы.** Традиционно изобретателем вакцины против оспы считается британский врач Эдвард Дженнер (1749-1823). Однако независимо от него защитное (предохранительное) действие коровьей оспы обнаружили немецкий ученый Петер Плетт (1766-1823), английский фермер Бенджамен Джести (1736-1816) и другие исследователи.

Л.П. Чурилов, А.Г. Васильев и В.И. Утехин в статье «Краткая история иммунологии глазами патофизиологов» (журнал «Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения», 2017, том 12, № 2) пишут: «В Германии первые опыты по прививке коровьей оспы имели место еще в середине XVIII века. По некоторым данным, первым «протоиммунологом» здесь был некий Йобст Босе из Геттингена (1769). Немецкий учитель Петер Плетт (1766-1823) из Киля в Голштинском княжестве первым в мире успешно инокулировал коровью оспу и получил иммунитет от натуральной у 4 детей еще в 1774 г. Он доложил об этом в Кильском университете в 1790-91 гг., но профессора-медики, адепты старой доброй вариоляции, раскритиковали дилетанта, который впоследствии спился [14], и своевременно не опубликовали эти случаи в медицинской печати. Первая публикация об опытах Плетта вышла лишь в 1802 г. В 1774 г. английские фермеры Бенджамен Джести (1736-1816) и Элфорд из Читтенхолла привили от натуральной оспы жену Джести и двух его сыновей вирусом коровьей оспы. Несмотря на поствакцинальное осложнение у женщины, впоследствии привитые оказались иммунными [15]. Народный опыт о защитных свойствах коровьей оспы против натуральной не просто был широко известен, а даже публиковался в медицинской печати: в Испании (Х.И. Бартолаче, 1779) и Британии (Дж. Фьюстер, 1765) [15-16]. Этот народный опыт и был научно изучен и воспроизведен по совету учителя – Джона Хантера (1728-1793) и его учеником Эдвардом Дженнером (1749-1823) на мальчике Джеймсе Фипсе (1788-1853) в 1796 г. Добрый доктор внимательно следил за поствакцинальными реакциями мальчика, а через 6 недель (хорошо, что не раньше!) привил ребенку натуральную оспу и доказал его иммунитет, опубликовав результат в 1798 г. [17]» (Чурилов и др., 2017, с.830).

Об этом же сообщает Галина Львовна Микиртичан в статье «Из истории вакцинопрофилактики: оспопрививание» («Российский педиатрический журнал», 2016, № 19 (1)): «...В 1765 г. врачи Суттон и Фьюстер (Fewster) сообщили Лондонскому медицинскому обществу, что оспа у дойных коров, если ею заражается человек, предохраняет его от заболевания натуральной человеческой оспой. Чтобы проверить народное наблюдение, они прививали людям, случайно заразившимся от коров, натуральную оспу, но без всякого успеха, из чего заключили, что народное наблюдение представляется вероятным. Лондонское медицинское общество не согласилось с ними, признало их наблюдение простой случайностью, не заслуживающей дальнейшего исследования. Во время эпидемии 1774 г. три исследователя в Англии и Германии Sevel,

Йенсен, Б. Джести успешно привили коровью оспу, причем фермер Б. Джести привил ее своей жене и двум детям. В 1792 г. учитель Plett в Дании трем детям некоего Мартини привил коровью оспу с предохранительной целью; у одного из привитых появилась рожа, напугавшая прививателя настолько, что он от дальнейших опытов отказался. Однако позже, во время оспенной эпидемии, в семье Мартини переболели оспой все дети, за исключением привитых Plett. Эти сведения наверняка были известны английскому сельскому врачу Э. Дженнеру (Edward Jenner, 1749-1823), хотя он никогда об этом не упоминал. Да, Э. Дженнер был не первым человеком, который применил прививку коровьей оспы, и кто понимал, что заражение коровьей оспой сформирует иммунитет к натуральной оспе. Большинство великих открытий имеет предшественников. Он был первым, кто представил и опубликовал доказательство того, что вакцинация эффективна» (Микиртичан, 2016, с.59).

**563. Изобретение электротерапии.** К идее использования электричества в медицине, то есть в терапевтических целях, пришли независимо друг от друга немецкий врач Христиан Готлиб Кратценштейн (1723-1795), чешский священник Прокоп Дивиш (1698-1765) и другие исследователи электричества.

Г.К. Цверова в книге «Прокоп Дивиш» (1965) пишет: «Некоторые современные историографы естествознания [44], следуя Поггендорфу, полагают, что основоположником электротерапии являлся немецкий врач и физик Христиан Краценштейн [45], имея в виду, очевидно, его «Трактат о пользе электричества в лекарской науке» [46], в котором сообщалось о попытках Краценштейна учащать пульс и вызывать потение посредством электризации человека [47]. Другие исследователи эту заслугу приписывают английскому врачу и фабриканту физических приборов Адамсу [48], предложившему использовать электрическую машину для лечебных целей. Здесь, как, впрочем, и в ряде иных спорных вопросов подобного рода, трудно однозначно определить приоритет того или иного ученого. В сороковых годах «века просвещения» идея использования электричества как средства для излечения некоторых болезней уже назрела» (Цверова, 1965, с.38). Автор приводит фрагмент письма Леонарда Эйлера от 3 августа 1754 года, адресованного П. Дивишу, который также занимался вопросами электротерапии: «Твои исследования с превеликим удивлением восприняты во всей Германии и послужат увековечению твоего достославного имени» (там же, с.41).

Здесь [48] – Лебедев В.И. Электричество, магнетизм и электротехника в историческом развитии. – Москва-Ленинград: «Гостехиздат», 1937. – 176 с.

**564. Исследование характера действия опийной настойки на сердце и другие органы.** Действие опийной настойки на сердце выяснил шотландский врач Роберт Витт (1714-1766). Независимо от него это сделали ученики швейцарского анатома Альбрехта Галлера (1708-1777).

В.Л. Меркулов в книге «Альбрехт Галлер» (1981) пишет о шотландском враче Роберте Витте (Уитте): «Отметим, что Витт показал важную роль спинного мозга в реализации различных рефлексов. Он установил, что отсечение головы вызывало у лягушки спинальный шок (общее торможение рефлексов, которое медленно проходило). В больницах он проследил процесс восстановления движений у больных и переход произвольных движений в автоматические. Витт описал случай мочеиспускания или даже остановки сердца от испуга, сужение зрачка от сильного света, сокращение мышц внутренностей на сильный звук. Он проделал интересные опыты на животных по выяснению характера действия опийной настойки на сердце и внутренности (то же самое было сделано учениками Галлера в Геттингене, независимо от Витта)» (Меркулов, 1981, с.97).

**565. Формулировка гипотезы о том, что электричество является фактором, обеспечивающим работу нервных волокон.** Гипотезу о связи между электричеством и

работой нервных волокон выдвигали независимо друг от друга разные ученые, в том числе английский физиолог, химик и изобретатель Стефан Гальс (1677-1761). Чаще всего его имя произносится как «Стивен Гейлс».

В.Л. Меркулов в книге «Альбрехт Галлер» (1981) пишет: «Изучение электрических рыб натуралистами Голландии и Франции, проведенное в начале XVIII в., применение разрядов лейденской банки в экспериментах Д. Бернулли и самим Галлером – всё это способствовало появлению гипотез о том, что электричество и является тем фактором, который обеспечивает работу нервных проводников. В частности, крупнейший английский натуралист Стефан Гальс (1677-1761) в своей книге «Очерки по статике, содержащие материалы по гемостатике» (1733 г.) предложил гипотезу, согласно которой электрическая энергия в животном организме возникает благодаря трению кровяных телец о стенки кровеносных сосудов. В Германии Х.А. Ганзен отстаивал мнение о том, что электричество в организме должно играть роль «животных духов» в нервах (1743 г.). Карл Кесслер напечатал теоретическую работу «О движении электрической материи» (1747 г.), где писал: «Движение электрической материи является действительной причиной движений и ощущений в живом теле». Он утверждал, что «мельчайшие элементы электрической материи очень подвижны, они способны отталкиваться и притягиваться, имеют огромную способность к проникновению тканей». Характерно, что на юге Франции, в университете Монпелье ученик Ф.Б. Саважа врач Ж.Т. Дюфай в 1749 г. защитил докторскую диссертацию под названием «Не является ли нервная жидкость электричеством?» Даже из этого краткого перечисления читатель может видеть, что **почти одновременно** в разных странах Европы появлялись гипотезы об электрической природе «животных духов» или «нервного сока» (Меркулов, 1981, с.64-65).

**566. Открытие броуновского движения.** В главе, посвященной открытиям в области физики, мы обсуждали историю эффекта броуновского движения, указывая, что независимо от Роберта Броуна этот эффект обнаружил один из первооткрывателей фотосинтеза Ян Ингенхауз. В данном случае мы вновь обсудим это открытие, исходя из следующих обстоятельств: 1) первоначально броуновское движение открыто ботаниками при изучении хаотического движения частиц растительной пыльцы в жидкости; 2) эффект был известен не только Яну Ингенхаузу, но и немецкому ученому Фридриху Вильгельму Глейхену (1717-1783) и французу Жоржу-Луи Бюффону (1707-1788).

Профессор Г.Б. Равич в статье «Кто впервые наблюдал броуновское движение?» (журнал «Природа», 1965, № 6) пишет о работах Роберта Броуна, которые подсказывают, кто до него наблюдал хаотическое движение частиц в воде: «...Посмотрим, не цитирует ли автор в этих работах кого-либо из своих предшественников? И вот в первой статье Броуна мы читаем, что до него явление движения частиц пыльцы наблюдали Нидгам и Глейхен, причем особенно отчетливо это явление наблюдал Глейхен 60 лет тому назад (!). Правда, тут же отмечается, что ни Глейхен, ни Нидгам не смогли проникнуть в сущность явления. Итак, предшественники прямо указаны и труды их остается только найти. Работа Глейхена, по словам Броуна, была опубликована за 60 лет до появления его статьи. Следовательно, это середина XVIII в. Обращаемся к известному литературно-биографическому справочнику по истории точных наук Погендорфа и ищем там ученого по фамилии Глейхен. Находим, что Глейхен Фридрих Вильгельм, родившийся в 1717 г. и скончавшийся в 1783 г., в своем родовом замке в Германии, был известен своими «естественно-историческими, особенно микроскопическими наблюдениями» (Равич, 1965, с.75).

Далее автор вкратце обсуждает содержание книги Глейхена под названием «Новейшее из мира растений, или микроскопические исследования и наблюдения таинственных производных частей растений, содержащихся в их цветах...» (1764), в которой Глейхен приводит различные точки зрения на явление броуновского движения, в том числе мнение Жоржа-Луи Бюффона (1707-1788) о том, что данное явление – движение органических молекул.

Г.Р. Равич подводит итоги анализа: «Теперь, после всего изложенного, работы Броуна уже не повисают для нас вне времени и пространства. Диалектика взаимосвязи исторического и логического действует в полной мере и здесь. Становится очевидным, что работы предшественников Броуна во многом предопределили направление его опытов и мышления. Действительно, ведь взгляды Броуна, изложенные в его первой статье, выражают, в сущности, видоизмененные взгляды Бюффона. Те же молекулы, которые уже фигурировали у последнего, превращаются из неактивных (обычных) в активных (живых), тем самым отдается дань биологической линии в трактовке движения пыльцы, которая прослеживается от Левенгука к Ледермиллеру и Глейхену» (Равич, 1965, с.77).

**567. Открытие функционального различия между передними и задними корешками спинного мозга.** Функциональное различие передних и задних корешков спинного мозга открыли независимо друг от друга английский анатом Чарльз Белл (1774-1842) и французский физиолог Франсуа Мажанди (1783-1755). Ч. Белл описал свое открытие в 1807 г., а Ф. Мажанди – в 1822.

В.В. Шульговский в книге «Физиология высшей нервной деятельности» (2014) пишет: «Английский невролог Ч. Белл (1774-1842) установил различие функции задних и передних корешков спинного мозга. Благодаря этому открытию достаточно умозрительное представление о рефлексе превратилось в естественно-научный факт. **Независимо от Белла** к такому же выводу пришел французский физиолог Ф. Мажанди (1783-1855). Переход импульсов с задних корешков на передние корешки спинного мозга получил название закона Белла – Мажанди. Таким образом, идея рефлекса впервые получила бесспорное анатомическое подтверждение» (Шульговский, 2014, с.21).

Об этом же сообщает А.Н. Ждан в книге «История психологии: от античности к современности» (2001): «Замечательный английский анатом, физиолог, патофизиолог и врач Чарльз Белл (1774-1842) экспериментально установил (а точнее подтвердил факт, известный еще в античности) различия между передними и задними корешками спинного мозга по функции: передние корешки содержат моторные нервы с двигательной функцией, задние – чувствительные (1807). Это открытие намечало анатомическую основу рефлекторной дуги, каждая часть которой получила анатомическое обоснование: проведение возбуждения по чувствительному нерву, затем его переработка в нервном центре и передача по эфферентному нерву к органу движения. Тем самым было установлено, что спинной мозг построен по принципу рефлекторной дуги. Открытие имело сильный резонанс. **Параллельно** оно было совершено французским физиологом Мажанди (1822) и вошло в науку под двойным именем – «закон Белла - Мажанди» (Ждан, 2001, с.187).

**568. Разработка концепции о рефлекторной деятельности спинного и продолговатого мозга.** Авторами концепции о рефлекторной деятельности спинного и продолговатого мозга являются два исследователя – немецкий анатом и физиолог Иоганн Петер Мюллер (1801-1858) и английский врач Маршалл Холл (1790-1857), которые работали независимо друг от друга.

У.В. Буйваленко и А.Р. Левшина в статье «К юбилею со дня рождения Иоганна Петера Мюллера – 220 лет» (журнал «Клиническая и экспериментальная тиреоидология», 2021, № 17 (3)) пишут о Мюллере: «Он сформулировал (1833) **независимо** от М. Холла основные положения учения о рефлекторной деятельности спинного и продолговатого мозга [2, 7]» (Буйваленко, Левшина, 2021, с.36).

**569. Открытие связи между ревматизмом и поражением сердца.** Связь между ревматизмом и поражением сердца обнаружил французский врач Жан Батист Буйо (1796-1881). Независимо от него аналогичное открытие сделал русский терапевт, один из основоположников учения о ревматизме Григорий Иванович Сокольский (1807-1886).

М.С. Шойфет в книге «100 великих врачей» (2006) пишет: «Ученик Корвизара, терапевт Жан Батист Буйо (Bouillaud Jean Baptiste, 1796–1881), защитил в 1823 году диссертацию «О диагностике аневризмы аорты»; написал в 1824 году трактат о болезни сердца и крупных сосудов; в 1835-м издал труд о клинике заболевания сердца, вскоре переведенный на большинство европейских языков. Наибольшую ценность представляют его труды о ревматизме. Буйо впервые, **независимо от** Г.И. Сокольского, установил в 1836 году связь между ревматизмом и поражением сердца; он же доказал, что эта связь между кардиовальвулитом и ревматизмом и ввел понятие «ревматизм сердца». Взгляды Буйо нашли отражение в полемическом труде «О витализме и организме» (Шойфет, 2006, с.159).

Об этом же сообщают Д.И. Абдулганиева, Л.К. Бомбина и др. в статье «Сокольский Григорий Иванович: вклад в развитие отечественной и мировой медицины. К 210-летию со дня рождения» (журнал «Научно-практическая ревматология», 2018, № 56 (1)): «Около 180 лет назад впервые появились доказательства того, что ревматизм, помимо суставов, одновременно поражает сердце и перикард. Благодаря этому открытию в сознании научного общества сформировалось совершенно новое представление о патофизиологических процессах, протекающих в организме при этом заболевании. Впоследствии оно стало именоваться болезнью Сокольского – Буйо в честь ученых-профессоров, **независимо друг от друга** установивших закономерность поражения сердца (Сокольский Г.И. О ревматизме мышечной ткани сердца, 1836; Буйо Ж.Б. Клиническое руководство о болезнях сердца, 1835)» (Абдулганиева и др., 2018, с.127).

Аналогичные сведения содержатся в статье Д.И. Абдулганиевой и др. «Сокольский Григорий Иванович: вклад в развитие отечественной и мировой войны. К 215-летию со дня рождения» (журнал «Кардиоваскулярная терапия и профилактика», 2022, № 21 (S4)): «Жан Батист Буйо (1796-1881) – известный французский врач, автор многочисленных трудов о внутренних болезнях, включая рак, холеру, энцефалит. **Независимо от** Г.И. Сокольского описал поражение сердце при ревматизме» (Абдулганиева и др., 2022, с.49).

Процитируем еще одну работу. Н.Н. Кузьмина, Л.Г. Медынцева и Б.С. Белов в статье «Ревматическая лихорадка: полувековой опыт изучения проблемы. Размышления ревматолога» (журнал «Научно-практическая ревматология», 2017, № 55 (2), с.125-137) пишут об острой ревматической лихорадке (ОРЛ): «Длительное время ОРЛ рассматривалась как болезнь суставов, пока российский ученый Г.И. Сокольский и французский интернист Буйо **независимо друг от друга** (1835-1838) не установили связь ревматизма с поражением сердца, и долго это заболевание заслуженно называлось «болезнью Сокольского - Буйо», а крылатое выражение Э.Ш. Ласега: «Ревматизм лижет суставы, а кусает сердце», вплоть до наших дней отражает драматизм течения болезни и его социальную значимость» (Кузьмина и др., 2017, с.125).

**570. Открытие связи между кожей и внутренними органами.** Это открытие сделали независимо друг от друга русский врач-терапевт Григорий Антонович Захарьин (1829-1897) и английский невролог Генри Хэд (1861-1940). Они обнаружили зоны высокой чувствительности кожи при заболевании внутренних органов, которые получили название «зон Захарьина - Хэда».

М.С. Шойфет в книге «100 великих врачей» (2006) пишет: «Профессор Захарьин и английский невропатолог Г. Гед (1861–1940) **независимо друг от друга** доказали существование связи между кожей и внутренними органами. Однако обвинить их в плагиате нельзя. Два выдающихся и, несомненно, честных ученых, ничего не ведавших о работах друг друга, открыли адреса на коже. В 1883 году Захарьин, а через 15 лет Гед обнаружили, что при патологии того или иного органа определенные участки кожи становятся повышено чувствительными и иногда болезненными. Позже эти чувствительные участки кожи получили название проекционных зон Захарьина-Гед. Их скоро признали в ученом мире и запечатлели в виде фигур во всех руководствах по нервным болезням» (Шойфет, 2006, с.321).

Об этом же сообщают М.М. Потяженко и А.В. Невойт в статье «Энергетическая система человека: эволюция повторного научного открытия» («Украинский медицинский журнал», № 2 (130), том 2, март-апрель 2019 г.): «В 1883 г. профессор, основатель Московской клинической школы, Г.А. Захарьин и в 1898 г. английский невропатолог Н. Head **независимо друг от друга** доказали существование связи между кожей и внутренними органами, появление «отраженной» боли. В.А. Подерни в 1938 г. научно доказал, что на всей поверхности кожи человека существует закономерно ориентированная сеть линий и точек повышенной электрической проводимости, которая топически сохраняется не только при жизни, но и в течение 10-12 часов post mortum» (Потяженко, Невойт, 2019, с.1).

Этот же вопрос освещает Л.В. Белова в статье «Профессор Г.А. Захарьин (1829-1897) и профессор А.И. Бабухин (1827-1891). Такие разные друзья» («Вестник последипломного медицинского образования», 2022, № 2): «Приоритет профессора Г.А. Захарьина в установлении (1883) зон гиперестезии кожи при заболевании внутренних органов, которые **впоследствии** были описаны Н. Head (1893), всегда подчеркивал известный терапевт профессор Д.Д. Плетнев. Называл профессора Г.А. Захарьина величайшим психотерапевтом своего времени, чем и объяснял его успехи в эмпирическом лечении больных» (Белова, 2022, с.49).

Приведем еще один источник. И.А. Латфуллин в книге «Краткая история медицины в контексте развития естествознания» (2020) констатирует: «Профессор Г.А. Захарьин и английский невропатолог Генри Хэд (Henry Head) – **независимо друг от друга** доказали существование связи между кожей и внутренними органами. В 1883 г. Захарьин, а через 15 лет Хэд, обнаружили, что при патологии того или иного органа определенные участки кожи становятся повышено чувствительными и иногда болезненными. Позже эти чувствительные участки кожи получили название проекционных зон Захарьина – Хэда. Их скоро признали в ученом мире и запечатали в виде фигур во всех руководствах по нервным болезням [9]» (Латфуллин, 2020, с.61).

**571. Изобретение наркоза, то есть открытие метода анестезии.** У истоков изобретения наркоза стояли разные ученые, пытавшиеся использовать те или иные химические вещества для удаления (уничтожения) чувствительности и боли. Все они работали независимо друг от друга. Гемфри Дэви (1778-1829) обнаружил обезболивающее действие закиси азота – «веселящего газа». Генри Хикмен (1800-1830) изучал наркотический эффект углекислого газа, диэтилового эфира и той же закиси азота. Крауфорд Лонг (1815-1878) экспериментировал с диэтиловым эфиром, основываясь на наблюдении Майкла Фарадея, установившего в 1818 г. наркотический эффект паров этого эфира.

Е.В. Никитина, И.М. Самсонова и А.Н. Кизименко в статье «Об истории первого наркоза» (журнал «Новости хирургии», 2017, том 25, № 1) пишут: «Ученик Джозефа Пристли Хэмфри Дэви (1778-1829) после проведения многочисленных опытов на животных и людях в 1799 г. обнаружил, что закись азота вызывает эйфорию и снижение болевой чувствительности [3]. Именно Хэмфри Дэви назвал закись азота «веселящим газом». Он также предложил использовать закись азота в качестве анестезирующего средства при операциях [4]. Однако медицинская общественность того времени не оценила всю значимость открытия Хэмфри Дэви. В 20-х годах XIX века англичанин Генри Хикмен (1800-1830) проводил опыты над животными с углекислотой, закисью азота и эфиром для обезболивания. В дальнейшем Генри Хикмен начал применять закись азота при операциях на людях, используя примитивные способы искусственного дыхания, безуспешно пытаясь доказать важность внедрения закиси азота в хирургическую практику» (Никитина и др., 2017, с.5-6).

Далее авторы пишут об исследованиях К. Лонга: «В 1818 г. англичанин Майкл Фарадей обнаружил наркотический эффект паров диэтилового эфира. Во время лабораторных занятий, развлекаясь, его студенты вдыхали закись азота («веселящий газ»)



и пары эфира до полной анестезии и потери сознания. Тем не менее, эфир с целью обезболивания в то время еще не применялся. Кроуфорд Уильям Лонг (1815-1878) в январе 1842 г. в Джефферсоне впервые применил эфирный наркоз при экстракции зуба [7]. Накопив достаточный опыт успешного проведения эфирного наркоза при различных болезненных манипуляциях и операциях, он решил опубликовать полученные результаты лишь в 1849 г.» (Никитина и др., 2017, с.7).

Дополнительная литература по теме:

- Горелова Л.Е. Из истории развития анестезиологии // Русский медицинский журнал. – 2001. – Том 9. - № 20.

- Фридман М., Фридланд Дж. Десять величайших открытий в истории медицины. – М.: «Колибри», 2012.

**572. Создание клеточной теории строения живых тканей.** Создателями клеточной теории строения тканей признаются немецкие биологи Маттиас Шлейден (1804-1881) и Теодор Шванн (1810-1882). Однако независимо от них клеточную структуру тканей животных и растений обнаруживали многие другие ученые. В частности, подобные наблюдения делали французские ботаники Рене Дютроше (1776-1847), Пьер Жан Тюрпен (1775-1840) и Франсуа Распайль (1794-1878), а также чешский физиолог и анатом Ян Пуркине (1787-1869).

А. Азимов в книге «Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций» (2006) пишет: «...Биологам постепенно становилось ясно, что вся живая материя построена из клеток и что клетка является независимой структурной единицей живого. <...> Одним из первых, кто выдвинул подобную точку зрения на живую материю, был французский физиолог Рене Иоахим Генри Дютроше. Однако его доклад, опубликованный в 1824 году, остался незамеченным, а клеточная теория строения живой материи снискала известность только после того, как ее **независимо сформулировали** немецкие исследователи Маттиас Якоб Шлейден и Теодор Шванн в 1838-м и 1839 годах соответственно» (Азимов, 2006, с.531).

Об этом же сообщает Е.М. Вермель в книге «История учения о клетке» (1970): «Выше мы упоминали, что отдельные животные клетки видели и описали уже Левенгук (красные кровяные клетки) и Фонтана (клетки кожи угря и эритроциты). Видели животные клетки и многие другие ученые, но эти данные оказались еще совершенно недостаточны, чтобы можно было делать вывод о всеобщности клеточной структуры» (Вермель, 1970, с.48). «По существу, животные клетки были впервые описаны только в 30-х годах XIX в. замечательным чешским ученым Яном Пуркиня (1787-1869) и его многочисленными учениками (Валентин, Рашков, Розенталь, Бернгард, Меккауер, Дейтч, Вендт и др.). Описания клеток, сделанные этими учеными в ряде статей, отличались большой точностью. Во всех тканях они обнаружили клетки, называя их, однако, зернами или шариками. <...> Они изучили также нервные клетки и дали очень неплохие их рисунки» (там же, с.50).

Далее автор подчеркивает: «В 20-х годах XIX в. наиболее значительные работы в области микроскопического изучения тканей растений и животных принадлежали французским ученым. В первую очередь надо назвать А. Дютроше (1776-1847), П.Ж. Тюрпена (1775-1840) и Ф. Распайля (1794-1878). Эти исследователи доказывали, что именно клетки являются наиболее распространенной микроструктурой как растений, так и животных, и лишь из клеток возникают другие более сложные микроорганы (сосуды или волокна)» (Вермель, 1970, с.60).

Приведем высказывание З.С. Кацнельсона, показывающее, где Теодор Шванн черпал эмпирическую информацию, индуктивно наводившую на клеточную концепцию. В книге «Клеточная теория в ее историческом развитии» (1963) З.С. Кацнельсон указывает: «Мы должны отдать подобающую дань заслугам Пуркине в деле подготовки клеточного учения. Без той массы фактов, которые были открыты им лично и его учениками, Шванн, постоянно опиравшийся на работы школы Пуркине, не смог бы создать клеточной теории. Школе

Пуркине, несомненно, принадлежит первое место среди исследователей третьего и четвертого десятилетия истекшего века, подготовивших своими работами возможность создания клеточного учения» (Кацнельсон, 1963, с.123).

**573. Открытие клеточного строения тканей в исследованиях И.П. Мюллера.** Упомянутый выше немецкий физиолог, один из создателей концепции рефлекторной деятельности спинного мозга, Иоганн Петер Мюллер также обнаруживал клеточную структуру тканей и был близок к разработке клеточной теории.

З.С. Кацнельсон в книге «Клеточная теория в ее историческом развитии» (1963) отмечает: «Приступив к исследованиям над круглоротыми, Мюллер изучает микроскопическое строение многих тканей, особенно спинной струны (хорды) и хряща. В хорде Мюллер открывает клеточную структуру. Описывая микроскопическое строение хорды, Мюллер указывает на сходство ее клеток с клетками растений. Но, рассматривая строение хорды без обработки, он не смог увидеть в ее клетках ядра. Изучение хорды заставляет Мюллера высказать положение, что в животном мире в «экономном» количестве имеется клеточная ткань с замкнутыми клетками. К такого рода клеткам, кроме хорды, Мюллер относил клетки пигментного эпителия глаза и жировые клетки. В хряще, уже изученном в то время учеником Пуркине Дейчем (1834), Мюллер также видел клеточное строение...» (Кацнельсон, 1963, с.125).

**574. Формулировка идеи о клеточном строении тканей в трудах П.Ф. Горянинова.** Русский ботаник, профессор Санкт-Петербургской Медико-хирургической академии Павел Федорович Горянинов (1796-1865) – ученый, независимо пришедший к мысли о клеточном строении тканей животных и растений. Впервые эта мысль изложена в его сочинении «Система природы», опубликованном в 1834 г.

П.А. Баранов в книге «История эмбриологии растений» (1955) пишет: «Крупным обобщением была смелая мысль нашего соотечественника П.Ф. Горянинова, который в 1834 г. в своей «Системе природы» сделал решительный, первый в истории науки по своей четкости и определенности, шаг по пути объединения растительного и животного мира на основе общности для них клеточного строения. Он назвал органический мир клеточным царством (*regnum cellulare*) и в клеточном строении видел отличие органической природы от неорганической. Это положение Горянинов развивал и в последующих книгах. Поэтому он по праву может считаться одним из основоположников клеточной теории, **за несколько лет до Шлейдена и Шванна сформулировавшим наиболее прогрессивный и основной ее тезис об общности клеточного строения в живой природе и конкретизировавшим этот тезис в своей системе»** (Баранов, 1955, с.241-242).

Об этом же сообщает Н.В. Лучник в книге «Почему я похож на папу» (1969): «Обычно честь создания клеточной теории приписывают двум немецким профессорам: ботанику Маттиасу Якобу Шлейдену, в течение нескольких лет работавшему в России, и зоологу Теодору Шванну. Но **одновременно с ними** к тому же выводу пришел чех Ян Пуркине, а несколько раньше русский ученый Павел Федорович Горянинов, профессор Санкт-Петербургской Медико-хирургической академии» (Лучник, 1969, с.13-14).

**575. Открытие того факта, что сосуды растений образуются из клеток.** Этот факт экспериментально (индуктивно) обнаружили независимо друг от друга два немецких ботаника – Лудольф Кристиан Тревиранус (1779-1864) и Гуго фон Моль (1805-1872). Тревиранус опубликовал свое открытие в 1806 г., а фон Моль, не зная о его исследованиях, - спустя почти тридцать лет.

З.С. Кацнельсон в книге «Клеточная теория в ее историческом развитии» (1963) пишет: «Еще в 1806 г. вышла работа, где было показано образование сосудов из клеток. Работа эта принадлежала Л.Х. Тревиранусу (Ludolf Christian Treviranus, 1779-1864), тогда молодому врачу, впоследствии известному профессору ботаники в Бонне. Исследование

Тревирануса называлось «О внутреннем строении растений и о движении в них соков». Его раздел VII посвящен «происхождению больших сосудов растений». Вполне отчетливо, сопровождая изложение хорошими рисунками, показывает здесь Тревиранус развитие водоносных сосудов из клеток. Но эта работа прошла незамеченной, и факт фундаментальной важности, открытый Тревиранусом, только почти тридцать лет спустя вошел прочно в ботанику, будучи **переоткрыт** Молем» (Кацнельсон, 1963, с.93).

Далее автор детализирует результаты Гуго фон Моля, заново открывшего явление образования сосудов из клеток: «В 1831 г. Моль в работе о строении ствола пальмовых растений **переоткрывает** наблюдение Тревирануса о развитии водоносных трубок растений из клеток. Он также приходит к выводу, что клетки при образовании сосудов вытягиваются в длину, причем перегородки, разделяющие ряды клеток, резорбируются. Со времени работы Моля это положение прочно входит в ботанику, и тем самым укрепляется представление о клетке как о всеобщем структурном элементе растительного мира» (там же, с.99).

**576. Открытие того факта, что каждая клетка имеет оболочку, отделяющую ее от внешней среды.** Существование клеточных мембран (оболочек), отделяющих одну клетку от другой, обнаружили независимо друг от друга Г. Линк и К. Рудольфи. Это произошло после того, как Геттингенская академия (Германия) объявила денежную премию за решение соответствующей проблемы. Объявленный конкурс преследовал цель устранить путаницу, возникшую после публикаций французского ботаника Шарля-Франсуа Бриссо де Мирбеля (1776-1854). Следует отметить, что до Г. Линка и К. Рудольфи идею о существовании клеточных мембран высказывал Л.Х. Тревиранус (упомянутый выше).

О.И. Юдакова в учебном пособии «Введение в клеточную биологию» (2014) повествует: «К началу 19 века особенно остро встал вопрос о наличии у клеток собственных оболочек. Геттингенская академия наук даже учредила денежное вознаграждение за разрешение данной проблемы. Премию поделили между собой два ботаника Г. Линк и К. Рудольфи. **Независимо друг от друга** они пришли к заключению об обособленности клеток и наличию у них собственных оболочек, убедительно доказав это методом мацерации в результате длительного кипячения» (Юдакова, 2014, с.5).

Этот же факт рассматривает Е.М. Вермель в книге «История учения о клетке» (1970): «Мирбель продолжал считать клетки мешочками-пузырьками и полагал, что соприкасающиеся пузырьки разделены общей перегородкой – мембраной. Против этой точки зрения выступили многие немецкие исследователи, и вопрос возник в такой резкой форме и привлек к себе настолько большое внимание, что Геттингенская академия объявила денежную премию за ее разрешение (1804). Премия была поделена между ботаниками Г. Линком и К. Рудольфи. Оба эти исследователя пришли к заключению об обособленности клеток, о наличии у них собственных мембран, окружающих их со всех сторон. Тот же вывод был сделан затем и Л.Х. Тревиранусом (1779-1864). Следует отметить, что исследования последнего «О внутреннем строении растений и о движении в них соков» (1806) были особенно точными и обстоятельными» (Вермель, 1970, с.46-47).

Автор продолжает: «Особенно убедительно было доказательство, полученное с помощью метода мацерации. Линк добился полного выделения клеток из тканей длительным кипячением растительной ткани в воде. Позднее этого же достигали много быстрее и проще, воздействуя на ткань разведенной азотной кислотой» (там же, с.47).

**577. Открытие клеточного ядра.** Клеточное ядро обнаружили и описали независимо друг от друга немецкий ботаник Франц Юлиус Фердинанд Мейен (1804-1840) и уже упоминавшийся нами британский ученый, один из первооткрывателей броуновского движения, Роберт Броун.

А.И. Атабекова и Е.И. Устинова в книге «Цитология растений» (1987) повествуют: «Несмотря на то, что еще в XVII в. Левенгук неоднократно наблюдал ядра растительных и

животных клеток, он не придал им должного значения и не выделил их в качестве самостоятельных органелл клетки. Это было осуществлено лишь в 1831 г. Робертом Броуном, указавшим на ядро как на обязательный компонент растительной клетки и назвавшем его nucleus. Изучение ядра он проводил на клетках эпидермиса и других тканей орхидных. Вслед за Броуном в 1837-1839 гг. ядро описал Франц Мейен. К этому же периоду относятся первые наблюдения и над остальным содержимым клетки – цитоплазмой (протоплазмой)» (Атабекова, Устинова, 1987, с.4).

**578. Открытие клеточного деления.** Размножение клеток путем деления обнаружили независимо друг от друга немецкие ботаники Гуго фон Моля и Франц Мейен, а также бельгийский биолог Шарль Жозеф Дюмортье (1797-1878).

З.С. Кацнельсон в книге «Клеточная теория в ее историческом развитии» (1963) констатирует: «Фактически уже ко времени работ Шлейдена и Шванна было известно размножение клеток путем деления. Дюмортье еще в 1832 г. наблюдал деление клеток у нитчатых водорослей. В 1835 г. появилась работа Моля, где впервые дано было изображение делящихся клеток. Небольшая книжка Моля, объемом в 20 страниц, носила заглавие «О размножении клеток путем деления» и была снабжена хорошо выполненной таблицей, воспроизведенной на рис. 171. У водоросли *Conferva glomerata* Моля установил перешнуровку протоплазмы и образование перегородки между дочерними клетками. На приложенной таблице изображены различные стадии деления клеток. Но клеточного ядра Моля не заметил и ничего не знал об его участии в клеточном делении. Работа Моля не нашла сразу отклика, и хотя Мейен позже (1838) снова отмечает, что у нитчатых водорослей легко видеть деление клеток, Шлейден даже не упоминает о работе Моля» (Кацнельсон, 1963, с.174-175).

**579. Формулировка принципа о том, что всякая клетка происходит от предшествующей клетки.** К идее о том, что всякая клетка происходит от предшествующей клетки, пришли независимо друг от друга два немецких биолога - Роберт Ремак (1815-1865) и Рудольф Вирхов (1818-1902). К сожалению, заслуги Р. Ремака редко упоминаются при изложении принципа «всякая клетка – от клетки».

Шервин Нуланд в книге «Врачи. Восхитительные и трагичные истории...» (2020) пишет о Рудольфе Вирхове: «Сделав феноменальный по своей значимости вклад в сокровищницу человеческих знаний, он не хотел делить лавры с другими, чья работа могла бы каким-то образом затмить сияние его собственной исключительности. Абсолютно неважно, насколько независимы были его исследования и сделанные им выводы, но факт остается фактом: несколько исследователей **одновременно** вели свои изыскания в том же направлении. По совпадению во времени и характеру экспериментов, например, мы могли бы приписать большую часть разработок в области клеточной теории немецкому ученому Роберту Ремаку...» (Ш. Нуланд, 2020).

Об этом же сообщают А.Е. Гайсинович и Е.Ю. Музрукова в статье «Отрывок» клеточной теории» (журнал «Природа», 1989, № 11): «Четкое обоснование деления клеток в тканях животных в 1841 г. впервые дал Р. Ремак, наблюдавший деление клеточных элементов в крови куриного эмбриона. Позднее он пришел к выводу о невозможности образования клеток без связи с уже существующими. Он описал картину амитотического (амитоз – прямое деление клеточного ядра) деления, названную впоследствии ремаковской схемой: последовательное деление ядрышка, ядра и тела клетки. Однако окончательно преобладание клеток и несостоятельность «свободного клеткообразования» доказал Р. Вирхов, сформулировав в 1858 г. основополагающий принцип клеточной теории *omnis cellula e cellula* (всякая клетка происходит от предшествующей клетки). Новый взгляд Вирхова на ядро и протоплазму как важнейшие и необходимые для существования клетки компоненты позволил перейти от «оболочечной» теории клеток к «протоплазматической», «субстратной» цитологии» (Гайсинович, Музрукова, 1989, с.92-93).

Аналогичные сведения можно найти в статье Аси Петуховой «Жертва прусской эмбриологии» (сайт журнала «Коммерсант», 23.09.2022 г.), где автор констатирует: «170 лет назад Роберт Ремак экспериментально доказал происхождение клеток животных исключительно от других клеток. В 1852 году в журнальной публикации, а затем в 1855 году в своей монографии приват-доцент Берлинского университета Роберт Ремак доказал до этого умозрительный центральный постулат клеточной теории — «Omnis cellula e cellula» («Всякая клетка происходит из другой клетки»), а также представил гистологические доказательства наличия трех разных зародышевых слоев (листочков) в эмбрионе позвоночных животных и проследил их развитие в курином эмбрионе. Но даже при таком солидном вкладе в клеточную теорию и эмбриологию Роберт Ремак в истории науки практически был забыт» (А. Петухова, 2022).

Далее автор пишет о работе Р. Вирхова, который через четыре года после выхода монографии Р. Ремака сформулировал тот же принцип – всякая клетка от клетки: «Четыре года спустя, в 1859 году, в том же Берлине выходит монография профессора Берлинского университета Рудольфа Вирхова «Клеточная патология и ее обоснование в нормальной патологической гистологии». Она была еще толще (около 450 страниц), чем монография Ремака, и более разноплановая, но главная ее мысль была такой же, как у Ремака, - «Omnis cellula e cellula». Именно этими словами на латыни профессор Вирхов годом ранее, в 1858 году, сформулировал ее на своих лекциях в Берлинском университете. В итоге в истории науки профессор Берлинского университета Рудольф Вирхов остался отцом-основателем современной клеточной теории, а приват-доцент того же университета Роберт Ремак остался как бы с краю, как говорят в народе» (А. Петухова, 2022).

**580. Открытие митоза (кариокинеза – непрямого деления клетки).** Как известно, биологическое значение митоза состоит в строго одинаковом распределении хромосом между дочерними ядрами, что обеспечивает образование генетически одинаковых дочерних клеток и сохраняет преемственность в ряду клеточных поколений. Перед делением число хромосом в клетке увеличивается в два раза продольным разделением на две части каждой из них, поэтому в каждую из дочерних клеток переходит столько же хромосом, сколько их было в родительской клетке. Явление митоза (кариокинеза) открыли независимо друг от друга русский ботаник Иван Дорозеевич Чистяков (1843-1877) и польско-немецкий биолог Эдуард Адольф Страсбургер (1844-1912). Аналогичное наблюдение делал немецкий зоолог Отто Бючли (1848-1920).

З.С. Кацнельсон в книге «Клеточная теория в ее историческом развитии» (1963) пишет: «Первое указание на особую форму клеточного деления имеется в работе И.Д. Чистякова, озаглавленной «Материалы к истории растительной клетки», напечатанной на французском языке в итальянском ботаническом журнале (1874). В следующем году выходит его работа в немецком журнале под названием «Материалы к физиологии растительной клетки» (1875). В этих работах И.Д. Чистяков описывает наблюдения над развитием спор и пыльцы, которые он изучал на живом материале, подвергая его лишь действию воды» (Кацнельсон, 1963, с.217-218). «Он несомненно видел материнскую и дочерние звезды (по современной терминологии) и изобразил их на своих рисунках (рис. 92), сумев на живом материале подметить, притом в некоторых случаях сравнительно точно, изменения, связанные с непрямым делением» (там же, с.218).

Далее автор говорит о Страсбургере, который независимо открыл феномен митоза: «В работах Страсбургера проявляется тенденция умалить исследования И.Д. Чистякова, выдвигая на первый план его ошибки. По этому поводу К.А. Тимирязев (1907) писал: «Это необходимо отметить, ввиду не совсем справедливого отношения к Чистякову другого русского ботаника того времени. Немногие знают, что известный теперь профессор Страсбургер был в конце шестидесятых годов доцентом в Варшаве. В своем недавнем очерке истории этого вопроса Страсбургер не отводит должного места Чистякову, между тем он единственный из немецких ботаников мог быть хорошо осведомлен о содержании и

времени появления работ Чистякова и даже лично его знал» [1]» (Кацнельсон, 1963, с.219-220).

Здесь [1] – Тимирязев К.А. Сочинения. Том VIII. – М: «Сельхозгиз», 1939.

Независимость исследований разных ученых рассматривается также в статье С.В. Багоцкого «Третий классик «менделизма, вейсманизма, морганизма» (журнал «Химия и жизнь», 2016, № 10): «В конце 1870-х годов несколько исследователей – Иван Дорифеевич Чистяков (1843-1877), Отто Бючли (1848-1920), Эдуард Страсбургер (1844-1912) – опять-таки **независимо друг от друга** описали деление клеточного ядра, предшествующее делению клетки. Позже этот процесс был назван митозом» (Багоцкий, 2016, с.49).

Приведем еще один источник, где обсуждаются заслуги И.В. Чистякова. Л.П. Бреславец, Б.Л. Исаченко, Н.А. Комарницкий и др. в книге «Очерки по истории русской ботаники» (1947) отмечают: «Хотя терминология Чистякова совершенно не соответствует современной, но описанные им явления и превосходные рисунки, иллюстрирующие эти наблюдения (наблюдения за делением ядра – Н.Н.Б.), не оставляют никакого сомнения в том, что он наблюдал никем не описанный до него процесс деления ядра в растительных клетках; причем не только наблюдал, но и понял его как сложный процесс своеобразных превращений ядра. Таким образом, Чистяков открыл это чрезвычайной важности явление. На основании этих данных мы считаем правильным назвать его первым русским цитологом, а дату появления его классического труда – началом русской цитологии» (Бреславец и др., 1947, с.182).

**581. Формулировка идеи о том, что клеточное ядро – носитель наследственных свойств.** Гипотезу о том, что клеточное ядро является носителем наследственных свойств, выдвинули независимо друг от друга немецкий зоолог Оскар Гертвиг (1849-1922) и Эдуард Адольф Страсбургер (упомянутый выше).

Е.М. Вермель в книге «История учения о клетке» (1970) пишет о событиях 1884 года: «О. Гертвиг и Э. Страсбургер **независимо друг от друга** высказали гипотезу о значении ядра как носителя наследственных свойств» (Вермель, 1970, с.135). В другом месте своей книги автор вновь обсуждает независимость исследований двух ученых: «Процесс клеточного деления привлекал всеобщее внимание биологов еще и в силу того, что уже в 1884 г. Оскаром Гертвигом и Страсбургером (**независимо друг от друга**) была высказана гипотеза, что именно клеточное ядро является носителем наследственности. Особенно яркое развитие эта гипотеза получила в теоретических работах Августа Вейсмана (1834-1914), в его учении о зародышевой о соматической плазме. Дальнейшим развитием этой же концепции является вся современная теория гена Т.Г. Моргана» (там же, с.153).

Об этом же сообщает З.С. Кацнельсон в книге «Клеточная теория в ее историческом развитии» (1963): «Выяснение цитологической стороны явлений оплодотворения привлекло особое внимание к ядру клетки. Еще в 1866 г. Геккель априорно высказал мысль о значении ядра как носителя наследственных свойств. В 1883 г. Бенеден предположил связь редукционного деления с распределением отцовских и материнских хромосом. Годом позже (1884) О. Гертвиг и Страсбургер, **независимо друг от друга**, выдвинули идею, что хроматин является материальным носителем наследственности» (Кацнельсон, 1963, с.229).

**582. Открытие аппарата Гольджи.** Аппарат (комплекс) Гольджи – это клеточная органелла, мембранная структура эукариотической клетки, в основном предназначенная для выведения веществ, синтезированных в эндоплазматическом ретикулуле. Традиционно считается, что эта клеточная органелла открыта одним лишь итальянским врачом Камилло Гольджи (1843-1926), который в 1906 г. получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине за вклад в исследование строения нервной системы. Однако независимо от него аппарат Гольджи открыл немецкий гистолог Эмиль Балловиц (1859-1936).

З.С. Кацнельсон в книге «Клеточная теория в ее историческом развитии» (1963) повествует: «Гольджи (Camillo Golgi, 1844-1926), выдающийся итальянский гистолог,

профессор университета в Павии, разработал в начале семидесятых годов метод гистологического исследования нервной системы путем импрегнации азотнокислым серебром. Метод был исключительно плодотворен, как в руках самого Гольджи, так и целого ряда исследователей, значительно модифицировавших методику. Обработывая серебром нервные клетки, Гольджи констатировал наличие вокруг ядра особых сетей, которым он дал название «внутреннего сетчатого аппарата». Характерно, что это открытие было **одновременно сделано** и другим исследователем. За день до опубликования работы Гольджи немецкий гистолог Балловиц (Emil Ballowitz, 1859-1936) сообщил об открытии им сетей в эпителиальных клетках, которые он назвал «центроформиями». Дальше этого сообщения Балловиц не пошел, в то время как Гольджи, оценив сделанное им открытие, продолжал вместе с учениками выяснение природы открытого им органоида» (Кацнельсон, 1963, с.232-233).

**583. Открытие принципа естественного отбора.** Принцип естественного отбора стал одним из главных положений эволюционной теории, то есть концепции происхождения видов. Этот принцип открыли независимо друг от друга два британских натуралиста - Чарльз Дарвин (1809-1882) и Альфред Рассел Уоллес (1823-1913).

Е.Б. Музрукова и Р.А. Фандо в статье «Исторические и методологические основания развития и восприятия дарвинизма и антидарвинизма» (журнал «Эпистемология и философия науки», 2015, том 45, № 3) пишут: «Одной из самых распространенных концепций биологии стала теория происхождения видов на основе естественного отбора, сформулированная Чарльзом Дарвином (Charles Darwin) и Альфредом Уоллесом (Alfred Wallace) **независимо друг от друга**. Эту теорию верный последователь Дарвина Т. Гексли (Thomas Huxley) в рецензии на книгу Дарвина «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь» (1859) назвал дарвинизмом. Основной заслугой дарвинизма стало вскрытие движущих факторов эволюции» (Музрукова, Фандо, 2015, с.185).

Об этом же сообщает Дик Свааб в книге «Мы – это наш мозг. От матки до Альцгеймера» (2014): «Дарвин вынужден был, вопреки имевшемуся намерению, опубликовать свою теорию эволюции, поскольку к совершенно таким же выводам **независимо от него** пришел Альфред Рассел Уоллес. Заявление об этом было сделано в виде совместного сообщения, оглашенного на заседании Линнеевского общества в Лондоне 1 июля 1858 года. Дарвин на заседании не присутствовал, потому что в этот день вместе с женой был на похоронах сына. Уоллес также отсутствовал, поскольку в это время находился в путешествии на Дальнем Востоке» (Свааб, 2014, с.444-445).

Этот же вопрос рассматривает Джеффри Уэст в книге «Масштаб» (2018): «Принцип естественного отбора, **независимо предложенный** Чарльзом Дарвином и Альфредом Расселом Уоллесом, является ключом к теории эволюции и происхождению видов. Естественный отбор, или «выживание наиболее приспособленных», есть постепенный процесс, который закрепляет в популяции успешные варианты некоторых наследуемых черт или характеристик путем преимущественного воспроизводства организмов, развивших такую черту во взаимодействии со своей средой» (Дж. Уэст, 2018).

Процитируем еще одну работу. Леонард Млодинов в книге «Прямоходящие мыслители» (2016) сообщает о том, что Альфред Уоллес пришел к мысли о естественном отборе под влиянием тех же идей Томаса Мальтуса, с которыми своевременно ознакомился Чарльз Дарвин: «Уоллес знал, что Дарвин работает над теорией эволюции, и надеялся, что тот согласится передать Лайелю рукопись работы, в которой описывались соображения по теории естественного отбора, к которым Уоллес пришел **независимо от Дарвина**. Как и теория Дарвина, Уоллесовы предположения родились из взглядов Мальтуса о перенаселении» (Л. Млодинов, 2016).

**584. Открытие принципа естественного отбора в трудах Патрика Мэттью.** Совершенно самостоятельно к идее естественного отбора пришел шотландский агроном Патрик Мэттью (1790-1874), изложивший свои соображения о селекции в книге «Строевой корабельный лес» (1831).

Н.Н. Воронцов в книге «Развитие эволюционных идей в биологии» (1999) пишет: «Английский лесовод Патрик Мэттью (1790-1874) в 1831 г. опубликовал монографию «Строевой корабельный лес и древонасаждение». Явление неравномерного роста одновозрастных деревьев, избирательная гибель одних и выживание других давно были известны лесоводам. Мэттью предположил, что отбор не только обеспечивает выживание наиболее приспособленных деревьев, но и может вести к изменениям видов в процессе исторического развития. Таким образом, борьба за существование и естественный отбор были известны Патрику Мэттью. Вместе с тем он считал, что ускорение эволюционного процесса зависит от воли организма (развитие идей Ламарка)» (Воронцов, 1999, с.260-261). Автор продолжает: «Эволюционные идеи Мэттью в течение трех десятилетий оставались незамеченными, но в 1869 г., после выхода «Происхождения видов», он переопубликовал свои эволюционные страницы. После этого Дарвин ознакомился с трудами своего предшественника и отметил заслуги Мэттью в историческом обзоре 3-го издания «Происхождения видов» (там же, с.261).

Об этом же сообщает Эрнст Ивантер в книге «Очерки теории эволюции» (2020): «Идею отбора также высказал в 1831 г. английский лесовод Патрик Мэттью (1790-1874) в работе «Строевой корабельный лес и древонасаждение», но на эту работу не обратили внимания. После выхода в свет книги Дарвина «Происхождение видов», в которой излагалась теория естественного отбора, Мэттью даже опубликовал статью, в которой настаивал на своем приоритете» (Э. Ивантер, 2020).

Исследования Патрика Мэттью упоминаются также в статье В.А. Красиловой «Дарвинизм и креационизм» (журнал «Экология и жизнь», 2008, № 10): «...Даже Патрик Мэттью, чей исследовательский опыт был не столь обширен, с предельной ясностью описал механизм отбора и пытался внедрить его в практику лесоводства. Речь шла о корабельном лесе, основе морского могущества Британии, и Мэттью неоднократно подчеркивал патриотический характер своего сочинения. «Бедный старик Мэттью» называл его Дарвин в переписке с друзьями, признавая, что история обошлась с его предшественником несправедливо» (Красилов, 2008, с.13).

Приведем еще один источник. Уильям Ирвин в книге «Обезьяны, ангелы и викторианцы. Дарвин, Гексли и эволюция» (1973) повествует: «Через несколько месяцев после выхода в свет «Происхождения видов» в журнале «Хроника садоводства» появилось возмущенное письмо мистера Патрика Мэттью, претендовавшего на честь создания теории естественного отбора, которую он лет тридцать назад по изощренной жестокости судьбы втиснул в приложение к своей работе «Корабельный лес и лесоводство». Дарвин срочно раздобыл его книгу. Да, действительно, в трех разрозненных отрывках – четкое изложение его гипотезы. Вот так неожиданность! В тревоге он посоветовался с Гукером, проглотил свое самолюбие и написал подобающий ответ, в котором сквозь полные достоинства извинения слышится мягкий укор: как могло кому-то прийти в голову упрятать столь бесценные идеи в приложение к книге о лесоводстве?! Но Мэттью не пожелал сменить гнев на милость и на своих визитных карточках и титульных листах своих работ стал печатать: «Первооткрыватель принципа естественного отбора» (Ирвин, 1973, с.184-185).

**585. Открытие принципа борьбы за существование в мире животных и растений.** Наблюдая за жизнью различных животных, Чарльз Дарвин имел возможность отметить, что они постоянно конкурируют друг с другом за ресурсы (пищу и пространство). Аналогичные наблюдения делал также Альфред Рассел Уоллес. О том, что эта конкуренция может способствовать биологическому прогрессу (то есть повышению степени адаптации организмов к условиям внешней среды), оба ученых поняли после прочтения книги Томаса



Мальтуса «О законе народонаселения». Дарвин и Уоллес (на основе аналогии) перенесли в мир дикой природы идею борьбы за существование, которую Мальтус сформулировал применительно к человеческому обществу. Примечательно, что независимо от названных натуралистов к идее борьбы за существование пришел швейцарский ботаник Альфонс Декандоль (1806-1893), который исходил из анализа географического распространения различных видов растений.

А.И. Равикович в книге «Чарльз Лайель» (1976) приводит фрагмент письма Чарльза Лайеля (1868), адресованного Эрнсту Геккелю: «Я принимал, что эта последовательность развития видов, происходившая в прошлом, также продолжается и в настоящее время, что происходила постоянная борьба за существование, как это еще указывал Декандоль». Лайель при этом ссылался на следующий вывод Альфонса Декандоля: «Все растения данной страны ведут между собой войну. Первый вид, случайно укоренившийся в известном месте, занимая все более и более обширные пространства, изгоняет другой вид – сильнейший **одолевает** слабейшего» [1]. В заключение письма Лайель подытожил: «Дарвину оставалось собрать доказательства, что нет перерыва между образующимися и исчезающими видами, что они появились в результате эволюции, а не специального творения» (Равикович, 1976, с.144).

Здесь [1] – Лайель Ч. Основные начала геологии. Том 2. – Санкт-Петербург, 1866.

**586. Открытие правила Декандоля-Уоллеса, описывающего географическую обусловленность изменения разнообразия.** Указанное правило открыли независимо друг от друга Альфонс Декандоль (упомянутый выше) и Альфред Уоллес, разделяющий с Дарвином приоритет разработки концепции естественного отбора.

Г.С. Розенберг, Д.П. Мозговой и Д.Б. Гелашвили в книге «Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии» (1999) пишут: «По мере продвижения с севера на юг, как правило, наблюдается увеличение видового разнообразия сообществ. Увеличение общего биологического разнообразия при движении от полюсов к тропикам связано с возрастанием в этом же направлении роли биотических факторов в организации сообществ (улучшение условий местообитания увеличивает значимость взаимодействия видов) и снижением роли абиотических (для заполярных экосистем главную роль играет экстремальность факторов среды). Правило **независимо друг от друга** сформулировали А. Декандоль (A. De Candolle) в 1855 г. и А. Уоллес (A. Wallace) в 1859 г. Много убедительных примеров, подтверждающих справедливость этого правила, можно найти в монографии французского географа Э. Реклю (E. Reclus) «Земля. Описание жизни земного шара. Том X. Жизнь на Земле» (1872)» (Розенберг и др., 1999, с.248).

**587. Открытие закона единообразия гибридов первого поколения (первого закона Менделя).** Данный закон предполагает, что у гибридов первого поколения проявляются доминантные признаки одного из родителей, то есть имеет место доминирование определенных признаков в первом поколении гибридов. Рецессивные (не доминантные) признаки в первом поколении указанных гибридов не проявляются. Автор данного закона – чешский монах Грегор Мендель (1822-1884). Однако следует отметить, что независимо от него этот закон «проявления доминантных признаков» открывали другие ученые. Среди них – английский ботаник Джон Госс (1787-1833), французский биолог Огюстен Сожрэ (1763-1851), его соотечественник Шарль Ноден (1815-1899). Джон Госс обнаружил эффект проявления доминантных признаков в первом поколении гибридов, экспериментируя с горохом. Огюстен Сожрэ открыл тот же эффект, скрещивая тыквенные растения. Шарль Ноден натолкнулся на закономерность, изучая результаты скрещивания различных видов дурмана (ядовитых растений).

Сергей Багоцкий в статье «Монах тысячи цветов» (журнал «Химия и жизнь», 2023, № 1) пишет: «У Менделя был малоизвестный предшественник, получивший практически те же результаты еще в 1820-х годах, - англичанин Джон Госс (1787-1833). Скрестив два сорта

гороха с желтыми и зелеными семенами, Госс показал, что в первом поколении все гибриды имеют желтые семена, а во втором поколении появляются растения с зелеными семенами, но их меньше, чем растений с желтыми. Посчитать количественные соотношения Госс не догадался; поэтому так и не понял, что стоял в двух шагах от фундаментального открытия» (С. Багоцкий, 2023).

О заслугах Шарля Нодена сообщает А. Гайсинович в очерке «Грегор Мендель и его предшественники» (Г. Мендель, «Избранные работы о растительных гибридах», 1935): «...Во Франции были все предпосылки для раскрытия закономерностей наследственности. Так оно в сущности и случилось, ибо можно с полным правом рассматривать Шарля Нодэна (1815-1899) в качестве первого, обнаружившего эти закономерности. То, что это было осуществлено им не в столь точной и доказательной форме, являлось следствием уже более специальных обстоятельств, быть может, личных особенностей исследователя» (Гайсинович, 1935, с.19). «Итак, Нодэн по праву может считаться не только самым значительным предшественником Менделя, но и частично претендовать на честь открытия основных закономерностей наследственности» (там же, с.94).

Об этом же пишет О.В. Трапезов в статье «Мендель: подтверждение идеи бинарного кодирования признака методами статистической физики» («Вавиловский журнал генетики и селекции», 2015, том 19, № 1). Автор пишет о работе Ш. Нодена «Новые исследования над гибриднойностью у растений», которая стала победителем конкурса, объявленного Парижской академией наук в 1861 году: «На вопросы, поставленные конкурсной комиссией, в 200-страничной работе Нодэна содержались довольно определенные ответы, а именно: 1) в первом поколении гибридов наблюдаются сходство всех потомков и их единообразие; 2) начиная со второго и последующих поколений происходит «разложение гибридных форм» на исходные родительские типы; 3) возврат к родительским формам и появление новых комбинаций связаны с разъединением сущностей (наследственных задатков). Каждый, кто знаком с основами генетики, понимает, что выводы Нодэна в принципе соответствуют закономерностям наследования признаков, установленным в работе Менделя» (Трапезов, 2015, с.29).

Результаты, полученные Огюстеном Сажрэ, освещаются в книге Н.В. Лучника «Почему я похож на папу» (1969): «В 1825-1835 годах, в то время, когда академии еще спорили: есть пол у растений – нет пола у растений, он (Сажрэ – Н.Н.Б.) провел блестящие опыты по скрещиванию разных овощных культур, и особенно тыквенных. В этих опытах он установил, что в первом поколении некоторые признаки родителей исчезают, чтобы вновь проявиться во втором поколении, то есть открыл явления доминирования и расщепления» (Лучник, 1969, с.26).

**588. Приближение к открытию закона единообразия гибридов первого поколения в исследованиях Й. Кельрейтера.** Немецкий ботаник Йозеф Готлиб Кельрейтер (1733-1806) – еще один ученый, близко подошедший к открытию первого закона Менделя. С принципом единообразия гибридов первого поколения он столкнулся, анализируя особенности скрещивания двух разных сортов гвоздик.

О.В. Трапезов в статье «Мендель: подтверждение идеи бинарного кодирования признака методами статистической физики» («Вавиловский журнал генетики и селекции», 2015, том 19, № 1) пишет: «Кельрейтер наблюдал явления единообразия признаков гибридов в первом поколении и появление родительских форм в последующих. Им было показано, что при скрещивании или перекрестном опылении двух разных сортов гвоздик в первом поколении потомство отчетливо приобретало признаки одного из родителей – махровый цветок. Но во втором поколении, полученном уже от самоопылившихся гибридов, у части растений выявлялись признаки другого исходного сорта – китайской гвоздики» (Трапезов, 2015, с.28-29).

**589. Открытие закона расщепления признаков (второго закона Менделя).** Согласно закону расщепления признаков, при скрещивании двух гетерозиготных потомков первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление в определенном числовом соотношении (по фенотипу 3:1). Автором данного закона является Грегор Мендель, впервые подсчитавший, в каком соотношении происходит расщепление признаков (на примере гороха). Но независимо от него очень близко к открытию данного закона (без выявления упомянутого числового соотношения) подошел немецкий ботаник Йозеф Кельрейтер (упомянутый выше).

А. Гайсинович в очерке «Грегор Мендель и его предшественники» (Г. Мендель, «Избранные работы о растительных гибридах», 1935) указывает: «...Если гибриды стерильны в себе, их удастся размножить при помощи пыльцы родительских форм. Именно этот тип скрещивания, который представляет собой не что иное, как так называемое анализирующее скрещивание современной генетики, является преобладающим в опытах Кельрейтера. Как известно, анализирующее скрещивание является наилучшим методом получения расщепления в потомстве гибридов. Кельрейтер сразу же заметил это явление – получение форм, возвращающихся преимущественно к той из родительских форм, пыльцой которой был оплодотворен гибрид» (Гайсинович, 1935, с.41-42).

**590. Открытие неделимости признаков при различных скрещиваниях.** Грегор Мендель установил, что за наследственные признаки отвечают дискретные (отдельные, не смешивающиеся) наследственные факторы – гены (как мы сказали бы теперь). В этом большая заслуга чешского ученого, родоначальника генетики. Однако независимо от Менделя неделимость признаков при скрещиваниях обнаружил английский селекционер Томас Эндрю Найт (1759-1838).

О.В. Трапезов в статье «Мендель: подтверждение идеи бинарного кодирования признака методами статистической физики» («Вавиловский журнал генетики и селекции», 2015, том 19, № 1) отмечает: «Вслед за Кельрейтером преобладание признаков одного из родителей в первом поколении гибридов и выявление признаков другого родителя во втором и последующих поколениях регистрировал английский селекционер-растениевод Томас Эндрю Найт (Thomas Andrew Knight). Проводя скрещивание различных сортов гороха, Найт сделал важное наблюдение – он обнаружил **неделимость** мелких признаков при различных скрещиваниях. Дискретность наследственного материала, провозглашенная еще в древности, получила в его исследованиях первое научное обоснование» (Трапезов, 2015, с.29).

**591. Открытие того факта, что дрожжи являются живыми организмами, способными сбраживать сахар.** Связь между процессами брожения и жизнедеятельностью микроскопических живых существ (дрожжей) обнаружили независимо друг от друга, по меньшей мере, три исследователя. Это французский химик Шарль Каньяр де Латур (1777-1859), немецкий цитолог, автор клеточной теории Теодор Шванн и его соотечественник, ботаник и аптекарь Фридрих Кютцинг (1807-1892).

Г.Г. Шлегель в книге «История микробиологии» (2002) повествует о событиях 1834-1837 годов: «Ф.Т. Кютцинг, Ш. Каньяр де Латур и Т. Шванн обнаружили **независимо друг от друга**, что дрожжи являются живыми организмами, размножающимися почкованием, и что сбраживание сахара в спирт и углекислоту происходит в результате их жизнедеятельности» (Г.Г. Шлегель, 2002).

Об этом же сообщают М.В. Гусев и Л.А. Минеева в книге «Микробиология» (2003): «...Французский ботаник Ш. Каньяр де Латур (Ch. Cagniard de Latour, 1777-1859) предпринял попытки тщательного микроскопического изучения осадка, образующегося при спиртовом брожении, и пришел к выводу, что он состоит из живых существ, жизнедеятельность которых и является причиной брожения. **Почти одновременно** немецкий естествоиспытатель Ф. Кютцинг (F. Kuthzing, 1807-1893), исследуя образование

уксуса из спирта, обратил внимание на слизистую массу, имеющую вид пленки на поверхности жидкости. Изучая эту массу, Ф. Кютцинг установил, что она состоит из микроскопических живых организмов и имеет непосредственное отношение к накоплению уксуса в среде. К аналогичным выводам пришел другой немецкий естествоиспытатель Т. Шванн (Th. Schwann, 1810-1882). Таким образом, Ш. Каньяр де Латур, Ф. Кютцинг и Т. Шванн **независимо друг от друга** и почти одновременно пришли к заключению о связи процессов брожения с жизнедеятельностью микроскопических живых существ» (Гусев, Минеева, 2003, с.9).

**592. Изобретение антисептики.** Антисептику как комплекс мер по уничтожению болезнетворных микробов в медицинских учреждениях разработали независимо друг от друга венгерский врач Игнац Филипп Земмельвейс (1818-1865) и американский ученый Оливер Уэнделл Холмс (1809-1894). Они обнаружили, что причиной родильной горячки – инфекции, поражающей женщин в родильном доме, являются грязные руки и инструментарий врачей-акушеров. Благодаря Земмельвейсу в медицине появилась практика мытья рук и инструментов хлорной водой.

В статье И.В. Опимаха «История антисептики – борьба идей, честолюбия, амбиций» (журнал «Медицинские технологии: оценка и выбор», 2010, № 2) имеется предисловие редактора, который сообщает: «Кстати, как это часто бывает, умные мысли пришли **одновременно и независимо** к нескольким специалистам, в связи с чем трудно (наверное и не нужно) определить, кому принадлежит пальма первенства. Земмельвейс в Вене заподозрил, что послеродовая инфекция провоцируется трупным ядом, который заносят в родовые пути врачи-акушеры, участвующие во вскрытиях и не моющие после этого руки. Примерно в то же время в Гарвардском университете Оливер Венделл Холмс обнаружил, что развитие сепсиса у рожениц связано с частотой мытья рук акушерами, и опубликовал статью «О заразности послеродовой лихорадки» [1]. Реакция на публикацию Холмса была аналогичной отношению коллег к Земмельвейсу: «Я скорее буду приписывать их (случаи заболевания послеродовым сепсисом) несчастному случаю или воле Провидения – по крайней мере, в этом есть хоть какой-то смысл, нежели объяснять их заражением, из чего невозможно сформировать никакой ясной концепции, по крайней мере, относительно этой болезни», - так писал современник Холмса, профессор акушерства Чарльз Мейгс» (Опимах, 2010, с.74).

О независимости исследований Земмельвейса и Холмса пишут также Ю.В. Цвелев и А.С. Попов в статье «Игнац Земмельвейс или Оливер Холмс?» («Журнал акушерства и женских болезней», 2008, том 57, № 1). Авторы говорят о заслугах Земмельвейса: «Работая ассистентом в акушерской клинике в Вене (1846-1849), установил, что заразное начало, вызывавшее родильную горячку у рожениц, вносится загрязненными руками студентов, приходивших в клинику после анатомирования трупов. Предложил предупреждать развитие инфекции путем тщательного мытья рук раствором хлорной извести, благодаря чему удалось значительно снизить смертность. Боролся за широкое внедрение в практику своего профилактического метода, однако открытие получило признание лишь после его смерти [1]. Для многих отечественных акушеров-гинекологов неизвестно имя американского врача О.У. Холмса (1809-1894), которому отводится приоритет в предупреждении распространения родильной горячки. Это связано, очевидно, с тем, что оно не упоминается ни в капитальном «многотомном руководстве по акушерству и гинекологии» (1961), ни в современных учебниках акушерства» (Цвелев, Попов, 2008, с.130).

Далее авторы указывают: «Самый значительный вклад Оливера Холмса в медицину связан с публикацией в 1843 году работы «О заразности послеродовой лихорадки» (The Contagiousness of Puerperal Fever) в бостонском медицинском журнале «New England Quarterly Journal of Medicine and Surgery» [5]. Эта статья сначала была прочитана им в виде лекции на заседании Бостонского медицинского общества, а затем быстро

распространилась по США в виде брошюры, где были сформулированы следующие основные принципы: «Врач, обследующий родильниц, не имеет права участвовать в патологоанатомических вскрытиях женщин, умерших от родильной лихорадки. Врач, только присутствующий на вскрытиях, обязан тщательно вымыться, сменить всю одежду и лишь через сутки может войти в родильное отделение. Такие же меры обязан принять врач после хирургической операции больного при осложненной роже. Акушер, столкнувшийся со случаем родильной горячки, обязан принять все меры к тому, чтобы не перенести это заболевание на других женщин, соблюдать особую осторожность в течение 4 недель» (Цвелев, Попов, 2008, с.132).

«Идеи О. Холмса, как и И. Земмельвейса, также не сразу нашли понимание у коллег. Вслед за публикацией Холмсом работы на него обрушилась масса статей и выступлений, в которых он обвинялся в невежестве и неправоте. Особенно усердствовали лидеры американского акушерства, филадельфийские врачи Хью Л. Ходж и Чарльз Д. Мейгс. Их гневные, очернявшие О. Холмса статьи были опубликованы в 1851 и 1853 годах, в ответ на которые он переиздал свою брошюру в 1855 году» (там же, с.133).

**593. Создание вакцины против сибирской язвы.** Вакцину против сибирской язвы разработали независимо друг от друга французский ученый Луи Пастер (1822-1895) и русский ботаник и бактериолог Лев Семенович Ценковский (1822-1877).

Н.Ф. Возная в книге «Химия воды и микробиология» (1967) пишет: «Пастер исследовал некоторые болезни человека и животных и обнаружил, что возбудителями болезней являются различные микробы. Кроме того, Пастер доказал, что можно предупредить болезнь введением в организм ослабленной культуры данного возбудителя. Этот прием широко используется в медицине под названием предварительной прививки. Л.С. Ценковский в 1883 г. **независимо** от исследований Пастера разработал метод приготовления вакцины для предварительной прививки от сибирской язвы» (Возная, 1967, с.244).

**594. Открытие бактерии, вызывающей чуму.** Это открытие сделали независимо друг от друга французский ученый Александр Йерсен (1863-1943) и японский микробиолог Китасато Сибасабуру (1853-1931).

Р.З. Симонян в книге «История медицины: со времен первобытного общества до настоящего времени» (2021) повествует: «Чума (лат. *pestis* - зараза) – инфекционное заболевание, возбудителем которого являются крысы, мыши, зайцеобразные, кошки и верблюды. Переносчики возбудителя – блохи. Возбудитель – чумная палочка, открытая в 1894 г. **одновременно** двумя учеными: французом А.Йерсеном и японцем Сибасабуру. Свидетельства об эпидемиях чумы существуют, начиная с 1200 г. до нашей эры. Случаи возникновения эпидемии отмечены в Библии» (Симонян, 2021, с.72).

Аналогичные сведения можно найти в статье Алены Манузиной «История науки: соперничество во время чумы» (сайт «Индикатор», 29.01.2017 г.): «В 1894 году в Гонконге вспыхнула эпидемия бубонной чумы. Для изучения причин заболевания туда отправился Китасато и, почти одновременно с ним, французский врач и бактериолог, ученик Луи Пастера Александр Йерсен. Работа над выделением возбудителя чумы велась учеными **независимо друг от друга** и вылилась в соревнование. В нем Китасато имел преимущество во времени (он прибыл раньше) и, в отличие от Йерсена, имел помощников и хорошее оборудование. Японский ученый объявил о выделении возбудителей чумы на несколько дней раньше... Доклад его французского коллеги, хоть и появился позже, был достаточно обстоятелен, чтобы открытый микроорганизм назвали бациллой Китасато – Йерсена» (А. Манузина, 2017).

**595. Открытие микроорганизмов, способных связывать молекулярный азот и получивших название «азотфиксаторы».** Изучая процесс связывания молекулярного

азота, русский микробиолог Сергей Николаевич Виноградский (1856-1953) и голландский исследователь Мартин Бейеринк (1851-1931) независимо друг от друга установили, что данный процесс – результат жизнедеятельности микроорганизмов. Названные ученые выделили бактерии, осуществляющие связывание молекулярного азота (они получили название «азотфиксаторы»).

А.И. Нетрусов и И.Б. Котова в учебном пособии «Микробиология» (2009) пишут: «Признание огромной роли микроорганизмов в биологически важных круговоротах элементов на Земле связано с именами Сергея Николаевича Виноградского и Мартинуса Бейеринка. <...> С.Н. Виноградский и М. Бейеринк **независимо друг от друга** показали, что фиксацию молекулярного азота способны проводить только микроорганизмы, и выделили свободноживущих и симбиотических азотфиксаторов. С.Н. Виноградским разработан метод накопительных культур» (Нетрусов, Котова, 2009, с.8).

**596. Открытие того факта, что живые организмы могут жить в симбиозе с бактериями.** Хотя Мартин Бейеринк (1888) показал наличие симбиоза между растениями и бактериями, связывающими молекулярный азот, понимание истинной роли симбиоза появилось лишь после 1910 г. В это время очевидные факты симбиотических отношений между бактериями и многоклеточными организмами открыли независимо друг от друга итальянский зоолог Умберто Пирантони (Пьерантони, 1876-1958) и чешский ученый Карел Зульк.

Г.Г. Шлегель в книге «История микробиологии» (2002) повествует: «Так как после эпохальных открытий Коха бактерий рассматривали как возбудителей болезней животных, в зоологии не допускалось, что животные могут жить в мутуалистическом симбиозе с бактериями. Палочки и кокки, обнаруживаемые в специальных тканях и кишечнике насекомых, рассматривались как включения в плазму и желчные клетки. Бесспорное доказательство Гельригелем, Вильфартом и Бейеринком (1888) мутуалистического симбиоза связывающих  $N_2$  бактерий с растениями в корневых клубеньках бобовых не нашло никакого отклика в зоологии. Большая неожиданность произошла только в 1910 году. В этом году совершенно **независимо друг от друга** появились публикации Умберто Пирантони [197] в Неаполе и Карела Зулька в Брно о «Mucetome» (мицетоме) *Homoptera* и о «Zikadensymbiose». «Эти сообщения как будто сняли пелену с глаз! Последовал период, когда в короткий срок было описано обилие эндосимбионтов не только у *Homoptera*, но также у многочисленных семейств насекомых [...] стали известны случаи симбиозов» (Бюхнер, 1953) [198]» (Г.Г. Шлегель, 2002).

В конце книги автор поясняет, что термин «мутуалистический симбиоз» ввел известный исследователь растений и грибов Антон де Бари (1831-1888): «В 1878 году де Бари ввел в употребление понятие «мутуалистический симбиоз» на примере лишайников, противопоставив его паразитизму» (Г.Г. Шлегель, 2002).

**597. Открытие действия коферментов.** Как считают специалисты, действие коферментов открыли разные ученые независимо друг от друга. Среди них немецкий биохимик Эдуард Бухнер (1860-1917), получивший в 1907 г. Нобелевскую премию по химии за открытие бесклеточного брожения, и английский биохимик Артур Гарден (1865-1940). Последний удостоен Нобелевской премии по химии в 1929 г.

Г.Г. Шлегель в книге «История микробиологии» (2002) пишет: «В 1905 году Э. Бюхнер и В. Антони и **почти одновременно** Гарден и Янг (1906) открыли действие коферментов. Они обнаружили, что диализированный дрожжевой сок не вызывает брожения сахара, однако после объединения диализированного дрожжевого сока и диализата брожение возобновляется. Компоненты, входящие по отдельности в эти растворы, были названы «апоферменты» и «коферменты» (Г.Г. Шлегель, 2002).

**598. Открытие речевой функции левого полушария (открытие речевой зоны мозга – зоны Брока).** Первооткрывателем речевой зоны мозга традиционно считается французский физиолог Поль Брока (1824-1880). Однако независимо от него и существенно раньше речевая функция левого полушария была обнаружена его соотечественником Марком Даксом (1771-1837), который сообщил о своем открытии в 1836 году.

В.В. Шульговский в книге «Физиология высшей нервной деятельности с основами нейробиологии» (2003) повествует: «В 1836 г. малоизвестный сельский врач из Франции Марк Дакс выступил с докладом на заседании медицинского общества в г. Монпелье. В течение долгой службы практикующим врачом Дакс наблюдал много больных, страдающих нарушением речи, которое сейчас известно специалистам под названием «афазия». Это наблюдение не было новым – еще древние греки сообщали о случаях внезапной утраты речи при некоторых мозговых травмах. М. Дакс наблюдал около 40 больных с левосторонним повреждением головного мозга, страдающих афазией. Таким образом, М. Дакс впервые связал потерю речи с повреждением определенного полушария головного мозга человека. В своем докладе он сделал вывод, что речь контролируется левым полушарием. Сейчас это может показаться невероятным, но доклад не вызвал интереса у специалистов и был вскоре забыт. Через год после доклада Дакс умер, не подозревая, что сделал великое открытие – открыл центр речи и предвосхитил исследование асимметрии полушарий головного мозга человека» (Шульговский, 2003, с.322-323).

Об этом же сообщает А.В. Богданов в книге «Физиология центральной нервной системы и основы простых форм адаптивного поведения» (2005): «О том, что речь контролируется левым полушарием, известно уже очень давно. С того времени, как французский врач Марк Дакс в 1836 году на заседании медицинского общества в Монпелье доложил о том, что из 40 обследованных им больных, страдавших нарушениями речи, все 40 имели признаки повреждения левого полушария. Более чем убедительная статистика свидетельствовала в пользу предположения о том, что речевые функции являются прерогативой левого полушария. Однако, поскольку это сообщение было сделано никому не известным врачом, должного значения ему не придали. И лишь спустя тридцать лет тоже француз, известный анатом и антрополог Поль Брока, основываясь на наблюдении всего двух больных, не только установил связь расстройства речи с повреждением левого полушария, но и сумел найти ту область мозга, от которой зависит организация моторной речи» (Богданов, 2005, с.329).

**599. Открытие электрической активности мозга.** Электрическую активность мозга обнаружили независимо друг от друга советский физиолог Василий Яковлевич Данилевский (1852-1939) и Ричард Катон (Кэтон, 1842-1926). Они показали, что возбуждение больших полушарий мозга сопровождается электрическими явлениями.

В книге «История биологии с древнейших времен до начала XX века» (1972), написанной под редакцией С.Р. Микулинского, сообщается: «В 70-х годах были выполнены первые исследования, положившие начало электрофизиологии центральной нервной системы. Первые опыты в этой области выполнил Р. Кэтон в 1874-1875 гг., обнаруживший при применении гальванометра Дюбуа-Реймона электрические токи в головном мозгу. Вскоре, независимо от Кэтона, В.Я. Данилевский (1876) экспериментально показал, что возбуждение больших полушарий сопровождается электрическими явлениями» («История биологии...», 1972, с.388).

Об этом же сообщает Н.В. Звездочкина в книге «Исследование электрической активности головного мозга человека» (2014): «В 1875 г. данные о наличии спонтанной и вызванной электрической активности в мозге собаки были получены независимо Р. Caton в Англии и В.Я. Данилевским в России. Исследования отечественных нейрофизиологов на протяжении конца XIX и начала XX века внесли существенный вклад в разработку основ электроэнцефалографии. В.Я. Данилевский не только показал возможность регистрации

электрической активности мозга, но и подчеркивал ее тесную связь с нейрофизиологическими процессами» (Звездочкина, 2014, с.5).

Аналогичную информацию можно найти в монографии Л.Р. Зенкова «Клиническая электроэнцефалография» (2018), где автор отмечает: «В 1875 г. данные о наличии спонтанной и вызванной электрической активности в мозге собаки были получены **независимо** Р. Катон в Англии и В.Я. Данилевским в России. Исследования отечественных нейрофизиологов на протяжении конца XIX и начала XX века внесли существенный вклад в разработку основ электроэнцефалографии. В.Я. Данилевский не только показал возможность регистрации электрической активности мозга, но и подчеркивал ее тесную связь с нейрофизиологическими процессами» (Зенков, 2018, с.11).

Сошлемся на еще один источник. Л.Г. Воронин в книге «Физиология сна» (1974) указывает: «Наличие слабого, всё время колеблющегося электричества в мозге было **одновременно** установлено в 70-х годах прошлого века у нас В.Я. Данилевским, а в Англии Р. Кетоном. Выдающийся русский физиолог И.М. Сеченов высказал предположение, которое сохраняет значение и по сей день, что биотоки возникают в результате химических процессов, совершающихся в тканях мозга» (Воронин, 1974, с.5).

Специалисты отмечают, что Ричард Катон и Василий Данилевский независимо открыли не что иное, как вызванные потенциалы (ВП) мозга. М.Б. Беркинблит и Е.Г. Глаголева в книге «Электричество в живых организмах» (1988) повествуют: «Кроме ЭЭГ – колебаний потенциала мозга в отсутствие специальных воздействий, существует еще и другая форма потенциалов мозга – вызванные потенциалы (ВП). ВП – это электрические реакции, возникающие в ответ на вспышку света, звук и т.д. Так как на яркую вспышку света отвечают почти одновременно сразу много нейронов мозга, то ВП обычно имеют гораздо большую величину, чем ЭЭГ. Не случайно они были обнаружены раньше, чем ЭЭГ (в 1875 г. англичанином Кетоном и **независимо от него** в 1876 г. русским исследователем В.Я. Данилевским)» (Беркинблит, Глаголева, 1988, с.257-258).

**600. Открытие кожно-гальванической реакции (КГР).** Это открытие сделали независимо друг от друга шотландский врач Дэвид Ферье (1843-1928) и русский физиолог Иван Романович Тарханов (1846-1908). На использовании кожно-гальванической реакции основана работа детектора лжи.

В книге «Психофизиология» (2006), написанной под редакцией Ю.И. Александрова, указывается: «Через два года, в 1890 г., ученый Тарханов **независимо от Феррье** описал так называемый кожный потенциал, изменяющийся при внутренних переживаниях и сенсорной стимуляции. К. Юнг был первым психологом, попытавшимся использовать КГР в качестве объективного физиологического «инструмента» для изучения бессознательного» («Психофизиология», 2006, с.147).

Об этом же сообщает Дж. Хэссет в книге «Введение в психофизиологию» (1981): «В 1888 году д-р Фере описал следующий случай. Больная с истерической анорексией, которую он тактично именуется «мадам Икс», жаловалась на ощущения электрического покалывания в кистях и ступнях. Фере заметил, что эти ощущения усиливались, когда больная вдыхала какой-нибудь запах, смотрела на кусок цветного стекла или прислушивалась к звуку камертона. Мы не знаем, прекратились ли у больной покалывания в конечностях, но в ходе исследования Фере обнаружил, что при пропускании слабого тока через предплечье происходили систематические изменения в электрическом сопротивлении кожи. Двумя годами Тарханов **независимо показал**, что сходные электрические сдвиги можно наблюдать и без приложения внешнего тока. Таким образом, он открыл кожный потенциал и, кроме того, установил, что этот потенциал изменяется как при внутренних переживаниях, так и в ответ на сенсорное раздражение. Позднее эта электрическая активность кожи получила название «кожно-гальванической реакции» (КГР)» (Хэссет, 1981, с.49-50).



Этот же вопрос рассматривает В.В. Макаров в диссертации «Методы и алгоритмы автоматической классификации психофизиологических характеристик человека» (2022): «В 1888 г. Ч. Фере, обследуя больную с жалобами на электрические покалывания в кистях и ступнях, обнаружил, что при пропускании слабого тока через предплечье происходили отклонения стрелки включенного в цепь гальванометра в моменты сенсорных или эмоциональных воздействий. **Независимо от Фере** в 1890 г. И. Тарханов показал, что электрические сдвиги наблюдаются и без приложения внешнего тока. Он установил, что любое раздражение, нанесенное человеку, через 1-10 секунд латентного периода вызывает сначала легкое и медленное, а затем ускоряющееся отклонение стрелки гальванометра, иногда даже выходящее за пределы шкалы» (Макаров, 2022, с.14).

**601. Открытие синдрома Корсакова (повреждения гиппокампа как центра памяти при хроническом алкоголизме).** Как известно, этот синдром впервые описал русский психиатр Сергей Сергеевич Корсаков (1854-1900), обнаруживший возникновение амнезии (утраты памяти) вследствие хронического алкоголизма. Однако нужно отметить, что синдром Корсакова был также описан Оскаром Минковским (1858-1931), немецким патофизиологом, открывшим совместно с Йозефом фон Мерингом связь между поджелудочной железой и регуляцией содержания сахара в крови. Оскар Минковский также одним из первых догадался о том, что акромегалия – следствие нарушения функции гипофиза.

В.И. Утехин, Л.П. Чурилов и В. Гудиене в статье «Оскар Минковский: жизнь и вклад в становление патохимии» («Бюллетень ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова», 2013, июнь) пишут об Оскаре Минковском: «...Этот человек за 3 года до Пьера Мари (1887) пророчески предположил, что акромегалия результат гипофизарной опухоли [4] и опередил самого С.С. Корсакова в описании корсаковского синдрома [5, 6]. Историки новейшего времени упомянут О. Минковского, приглашенного советским правительством в Москву, в числе восьми ведущих европейских врачей-консультантов больного В.И. Ленина в марте-апреле 1923 г. [7, 8]» (Утехин и др., 2013, с.92).

Здесь [4] – работа О. Минковского (1887).

**602. Формулировка идеи об ответственности лобных долей мозга за реализацию высших психических функций.** Гипотезу о том, что лобные доли мозга контролируют осуществление высших психических функций, выдвинули независимо друг от друга английский нейрофизиолог Джон Хьюлингс Джексон (1835-1911) и итальянский ученый Леонардо Бьянки (1848-1927).

А.Р. Лурия в книге «Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга» (1962) пишет: «Еще в 80-х годах прошлого века Джексон высказал мысль, что в передних (лобных) отделах мозга, кора которых является «наиболее сложной и наименее организованной системой центров», «потенциально представлен весь организм», что и обеспечивает этим отделам широкие возможности. Эти положения Джексона, развитие которых мы еще встретим дальше в истории учения о функциях мозга, были в несколько другой форме и **независимо от него** высказаны Бианки (1895-1921) – одним из первых авторов, систематически занимавшимся экстирпацией лобных долей у животных. Согласно Бианки, рефлекторная деятельность имеет целую серию последовательно усложняющихся форм организации. Аппаратом, осуществляющим наиболее сложные формы рефлекторной деятельности, являются лобные доли мозга; именно они «обеспечивают наиболее широкую координацию чувственных и двигательных элементов», «используют продукт сенсорных зон для создания психических синтезов», «играют в отношении сенсомоторных (или «кинестетических») зон ту же роль, которую последние играют в отношении подкорковых ядер». Эта синтетическая функция лобных отделов отчетливо выступает в опытах с двусторонней экстирпацией лобных долей, в результате которой поведение животного теряет свой организационный характер,

«распадается на ряд фрагментов, не подчиненных одному синтезу, и перестает приспособляться к новым условиям» (Лурия, 1962, с.189).

В примечаниях автор добавляет: «Говоря о «наименьшей организованности» высших центров, Джексон имеет в виду, что они являются самыми новыми и еще не закончили периода своей окончательной дифференциации» (там же, с.189).

**603. Разработка концепции, описывающей причины эмоциональных переживаний.** Одна из первых научных теорий, объясняющих возникновение эмоциональных реакций, предложена двумя исследователями, работавшими независимо друг от друга. Первый автор теории – американский психолог Уильям Джеймс (1842-1910), а второй – датский физиолог и психиатр Карл Георг Ланге (1834-1900).

Е.И. Николаева в книге «Психофизиология. Психологическая физиология с основами физиологической психологии» (2008) пишет: «Одной из первых концепций, описывающих причины эмоционального переживания, сохранившей свое значение до настоящего времени, является концепция, предложенная У. Джеймсом и С. Ланге (James, 1884; Lange, 1895). Эти исследователи жили в разных странах и одновременно **независимо друг от друга** выдвинули схожие идеи. Они объясняли возникновение эмоционального переживания функционированием механизма обратной связи от эффекторных органов, участвующих в экспрессии эмоции. Согласно этому представлению, мы грустим, потому что плачем, сердимся, потому что наносим удар, боимся, потому что дрожим, радуемся, потому что смеемся. Таким образом, в этой концепции взаимосвязь осознания эмоции и поведенческого ее выражения обратна очевидно наблюдаемой: осознание эмоционального состояния происходит после физиологической реакции. Эта гипотеза первоначально была отвергнута ввиду существования значительного количества фактов, противоречащих ей. Однако в настоящее время многие исследователи вновь начинают к ней возвращаться. Это объясняется тем, что психотерапевтическая практика в значительной мере опирается на существование подобной обратной связи и включает такие технические приемы, как необходимость улыбаться, чтобы изменить настроение, или расслабить мышцы, чтобы успокоиться» (Николаева, 2008, с.340-341).

Примечательно, что подтверждение теории Джеймса – Ланге также было получено независимо разными учеными. Эрик Кандель в книге «Расстроенная психика. Что рассказывает о нас необычный мозг» (2021) пишет: «Недавно три **независимые группы** исследователей подтвердили теорию Джеймса [153], [154]. С помощью нейро-визуализации они выявили функции передней доли островка – небольшого участка коры головного мозга, находящегося между теменной и височной долями. Именно в островке происходит репрезентация наших чувств, то есть осознание телесной реакции на эмоциональные стимулы. Островок не только оценивает и интегрирует эмоциональную и мотивационную важность этих стимулов, но и координирует внешнюю сенсорную информацию и внутренние мотивационные состояния. Такое осознание телесных состояний становится мерилом эмоционального самосознания, чувства «я есть» (Э. Кандель, 2021).

**604. Открытие условных рефлексов.** Никто из ученых не внес в исследование условных рефлексов столь значительного вклада, как русский физиолог, лауреат Нобелевской премии, Иван Петрович Павлов (1849-1936). Однако следует отметить, что независимо от него условные рефлексы открывал еще один русский ученый – психиатр, невролог и психолог Владимир Михайлович Бехтерев (1857-1927). В.М. Бехтерев называл эти рефлексы «сочетательными», подразумевая, что они возникают, когда безусловный раздражитель сочетается с условным стимулом.

Наталья Петровна Бехтерева в книге «Магия мозга и лабиринты жизни» (2007) пишет: «Каковы же основные представления, сформулированные в течение последних ста лет при исследовании мозга, и в том числе – в периоды первого и второго прорывов в проблеме нейрофизиологии высших функций? Одним из наиболее общих принципов работы мозга,

по-видимому, следует признать сформулированный в начале XX века условно-рефлекторный (по Павлову), или сочетательно-рефлекторный (по Бехтереву), во всех его возможных вариациях. Спор о приоритете – сложный. Свой приоритет, несмотря на признание более ранних западных работ, Павлов очень активно отстаивал. Однако, по существу, формированием условных рефлексов у животных («дрессировка») Бехтерев занимался уже в 1880-х годах. До сочетательных рефлексов Бехтерев говорит о психорефлексах, о сложных рефлексах, а сам термин «сочетательные» (рефлексы) несет две смысловые нагрузки (сочетание раздражителей и сочетательные волокна в мозге). Именно с этих позиций Бехтерев уже в самом начале XX века (1904) рассматривает психические процессы человека» (Бехтерева, 2007, с.114).

Об этом же сообщают Д.П. Шульц и С.Э. Шульц в книге «История современной психологии» (2002): «Основным открытием Бехтерева стали сочетательные рефлексы, выявленные в результате исследования моторных реакций. Бехтерев обнаружил, что рефлекторные движения – например, отдергивание пальца от предметов, грозящих ударом электрического тока, - могут возникать не только под воздействием безусловных раздражителей (например, удара электрического тока), но и под воздействием стимулов, которые сочетаются с исходным, - так, звук зуммера, звучащего во время удара электрического тока, вскоре заставляет испытуемого отдергивать палец» (Д.П. Шульц, С.Э. Шульц, 2002). Авторы добавляют: «Бехтерев представил свои идеи в книге «Объективная психология», опубликованной в 1907 году. Книга была переведена на немецкий и французский языки в 1913 году, именно в это время ее и прочитал Уотсон (основатель бихевиоризма – Н.Н.Б.)» (Д.П. Шульц, С.Э. Шульц, 2002).

Аналогичные сведения можно найти в книге Георгия Ивановича Челпанова «Объективная психология в России и Америке» (1925): «Идея объективной психологии в России возникла в связи с изучением рефлексов. И.П. Павлов в совершенной полноте изучил процессы, которые он назвал «условными рефлексами». **Одновременно с Павловым** условные рефлексы под именем «сочетательных» подверг детальному исследованию В.М. Бехтерев. Разница между методами Павлова и Бехтерева заключается в том, что у Павлова изучаются такие рефлексы, в конечном результате которых получается истечение слюны, а у Бехтерева – сокращение каких-либо мышц. На основании объективного изучения сочетательных рефлексов Бехтерев пришел к выводу, что предметом непосредственного изучения психологии следует считать рефлексы, которые подлежат объективному изучению» (Челпанов, 1925, с.7-8).

**605. Открытие условных рефлексов в экспериментах Э.Б. Твитмайера.** Американский физиолог Эдвин Беркет Твитмайер (1873-1943) – еще один ученый, независимо открывший условные рефлексы. К сожалению, доклад об обнаружении нового типа рефлексов, с которым молодой исследователь выступил на конференции, не вызвал интереса у его коллег. В результате Э.Б. Твитмайер больше не возвращался к изучению того, что ему довелось случайно обнаружить (что было, конечно, серьезной ошибкой с его стороны).

Д.П. Шульц и С.Э. Шульц в книге «История современной психологии» (2002) пишут, сравнивая открытие условных рефлексов, сделанное в лаборатории И.П. Павлова, и открытие, сделанное Эдвином Твитмайером: «То же самое открытие примерно в то же время **совершенно независимо** было сделано другим человеком. В 1904 году молодой американец Эдвин Беркет Твитмайер (1873-1943), бывший студент Лайтнера Уитмера из Пенсильванского университета, представил на конференции Американской психологической ассоциации свою статью, написанную по материалам его же докторской диссертации, которую он защитил еще два года назад. Его работа касалась всем известного рефлекса подергивания колена. В ходе исследования Твитмайер заметил, что подопытные начинали реагировать на раздражители, которые отличались от исходного – удара молоточком пониже колена. Он описал реакцию испытуемых как новый и необычный вид рефлекса и предложил провести дальнейшие исследования. Тогда на конференции никто не

заинтересовался докладом Твитмайера. После его выступления ему не задали ни единого вопроса. Его исследования были просто проигнорированы. Обескураженный Твитмайер никогда больше не вернулся к этой теме» (Д.П. Шульц, С.Э. Шульц, 2002).

Авторы добавляют: «Несмотря на то, что история Твитмайера периодически всплывает как пример **одновременного** открытия одного и того же явления двумя учеными (Coop, 1982; Miscso & Samelson, 1983; Windholz, 1986), эта история также является примером трагедии ученого, который мог стать великим, совершив одно из самых важных открытий в психологии, но не стал» (Д.П. Шульц, С.Э. Шульц, 2002).

Поскольку Эдвин Твитмайер не развил свою находку и не создал концепцию (и метод) условного рефлекса, многие нейрофизиологи сомневаются в том, что его открытие было полноценным нейрофизиологическим открытием. Так, Петр Кузьмич Анохин в монографии «Очерки по физиологии функциональных систем» (1975), рассматривая взгляды американского психолога Эрнеста Хильгарда (1904-2001), указывает: «Хильгард, конечно, также находит американского ученого, который «открыл» условный рефлекс. Он указывает, что независимо от И.П. Павлова факт условного рефлекса был открыт Твитмайером в 1902 г. Не говоря уже о том, что это было через 2 года после того, как были сделаны первые работы И.П. Павлова, сам факт не соответствует действительности. Если поближе ознакомиться с тем, что сделал Твитмайер, то окажется, что это было просто случайное наблюдение над тем, что коленный рефлекс может возникать и в порядке отдаленной сигнализации. Впоследствии сам Твитмайер больше не возвращался к этим случайным для него фактам» (Анохин, 1975, с.111).

Отметим, что приведенный фрагмент текста содержится в статье П.К. Анохина «Узловые вопросы в изучении высшей нервной деятельности», которая впервые была опубликована в сборнике «Проблемы высшей нервной деятельности» (Москва, изд-во АМН СССР, 1949).

**606. Открытие закона эффекта, то есть принципа подкрепления.** Принцип подкрепления открыли независимо друг от друга американский психолог Эдвард Торндайк (1874-1949) и Иван Петрович Павлов (упомянутый выше). Д.П. Шульц и С.Э. Шульц в книге «История современной психологии» (2002) пишут: «Работы Торндайка и Ивана Павлова явились примером одновременного **независимого открытия**. Торндайк открыл свой закон эффекта в 1898 году, а Павлов открыл аналогичный закон подкрепления в 1902 году, но прошло еще много лет, прежде чем психологи заметили сходство между ними» (Д.П. Шульц, С.Э. Шульц, 2002).

**607. Открытие ретикулярной формации, то есть структуры мозга, тянущейся вдоль всей оси ствола головного мозга.** Ретикулярную формацию как отдельную область мозга выделил и описал русский ученый Владимир Михайлович Бехтерев (разделяющий с И.П. Павловым честь открытия условных рефлексов). Совершенно независимо аналогичное открытие сделал испанский анатом Сантьяго Рамон-и-Кахаль (1852-1934), получивший в 1906 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине.

Ю.Г. Кратин и Т.С. Сотниченко в книге «Неспецифические системы мозга» (1987) пишут: «Ретикулярная формация впервые была описана Рамон-и-Кахалем (Ramon y Cajal, 1896) и **независимо от него** В.М. Бехтеревым (1896, 1898), который в одной из работ высказал мысль о возможности восходящих регулирующих влияний центров варолиева моста на вышележащие структуры. Обсуждая вопросы терминологии, известный морфолог Бродал (Brodal, 1957) предложил называть ретикулярной формацией мозгового ствола срединные образования, состоящие из сетевидных скоплений нервных клеток разного вида и величины, разделенных множеством разнонаправленных волокон. Термином «ствол мозга» Бродал так же, как и Росси и Цанкетти (Rossi, Zanchetti, 1957), обозначает комплекс, состоящий из продолговатого мозга, моста и среднего мозга, хотя Бехтерев включил в этот комплекс и промежуточный мозг» (Кратин, Сотниченко, 1987, с.7).

**608. Разработка нейронной доктрины.** Традиционно считается, что создателем нейронной доктрины, в которой нейрон рассматривается как элементарная единица нервной системы всех организмов (и позвоночных, и беспозвоночных), является Сантьяго Рамон-и-Кахаль. Однако независимо от него аналогичную концепцию сформулировал австрийский психиатр, основатель психотерапии и психоанализа Зигмунд Фрейд (1856-1939). Кроме того, самостоятельной разработкой нейронной доктрины занимался швейцарский психиатр Огюст Анри Форель (1848-1931).

Эрик Кандель в книге «Век самопознания. Поиски бессознательного в искусстве и науке с начала XX века до наших дней» (2016) говорит о Зигмунде Фрейде: «Он установил, что клетки нервной системы беспозвоночного и позвоночного принципиально не отличаются друг от друга. Попутно Фрейд сделал открытие (которое **независимо от него** совершил Сантьяго Рамон-и-Кахаль, осознавший, в отличие от Фрейда, его значение): нервная клетка (нейрон) составляет фундаментальный «строительный блок» и элементарную сигнальную единицу нервной системы» (Э. Кандель, 2016).

Далее автор пишет об Огюсте Фореле: «Форель, как и Фрейд, был всемирно известным психиатром. Он интересовался также сравнительной анатомией и наукой о поведении, **независимо** от Фрейда и Рамон-и-Кахаля сформулировал основы нейронной доктрины» (Э. Кандель, 2016).

Аналогичные сведения можно найти в книге Э. Канделя «В поисках памяти. Возникновение новой науки о человеческой психике» (2011): «...Одна из первых научных работ Фрейда, опубликованная в 1882 году, когда ему было всего двадцать шесть, была посвящена именно нервным клеткам раков! Это было то самое исследование, в ходе которого Фрейд **независимо от Кахаля** вплотную подошел к открытию того, что тело нервной клетки и все его отростки представляют собой единое целое – сигнальную единицу мозга»

**609. Открытие реципрокной иннервации (реципрокной возбудимости антагонистических нервных центров).** По свидетельству специалистов, эффект реципрокной иннервации открыли британский нейрофизиолог, лауреат Нобелевской премии, Чарльз Шеррингтон (1857-1952) и русский ученый Николай Евгеньевич Введенский (1852-1922), которые работали независимо друг от друга.

А.И. Григорьев и Н.А. Григорьян в статье «Творец и раб науки» («Вестник РАН», 2009, том 79, № 10) пишут: «Кстати, проблема реципрокной иннервации антагонистических мышц, которая разрабатывалась **почти одновременно** в двух лабораториях – Н.Е. Введенского и Ч. Шеррингтона в Оксфордском университете, восходит к фундаментальным трудам Сеченова по физиологии центральной нервной системы» (А.И. Григорьев, Н.А. Григорьян, 2009).

Более подробные сведения представлены в следующем источнике, где подчеркивается приоритет Н.Е. Введенского. Перед нами книга Н.Е. Введенского и А.А. Ухтомского «Учение о координационной деятельности нервной системы» (1950). В ней содержится вступительная статья И.А. Аршавского «К истории возникновения учения о координационной деятельности центральной нервной системы». В данной работе И.А. Аршавский пишет: «Открытие реципрокного торможения в центральной нервной системе принадлежит одному из корифеев нашей отечественной физиологии Н.Е. Введенскому» (Аршавский, 1950, с.3). «В 1896 г. Н.Е. Введенский устанавливает факт возможности получения не только возбуждения, но и торможения при раздражении одних и тех же «двигательных точек» коры. Н.Е. Введенский сразу же оценил координационное значение сопряженного торможения в одних мышцах при осуществлении возбуждения в других. До Н.Е. Введенского наш русский ученый Бубнов в совместной работе с Р. Гейденгайном (1881), а затем Шеррингтон (1894) обнаружили, что при раздражении «двигательных точек» коры мозга можно наблюдать, наряду с эффектами сокращения, также эффекты

расслабления некоторых мышц. В этих работах, однако, отсутствуют указания как на физиологический смысл, так и на условия, при которых получаются то эффекты сокращения, то прямо противоположные им эффекты расслабления» (Аршавский, 1950, с.3-4).

Далее автор указывает: «В работе 1897 г. Н.Е. Введенским было установлено, что раздражение одного из кортикальных центров, допустим, иннервирующего группу мышц-сгибателей передней конечности, сопровождается одновременным понижением возбудимости одноименного центра на другом полушарии и повышением возбудимости центра, антагонистического последнему. Таким образом, впервые в науке устанавливается самый факт соотносительного или реципрокного изменения возбудимости в так называемых антагонистических центрах» (там же, с.4). «Факты, свидетельствующие о соотносительных взаимно обратных связях между нервными центрами и о реципрокном торможении, были доложены Н.Е. Введенским на III Международном конгрессе психологов в Мюнхене летом 1896 г. <...> На докладе Н.Е. Введенского присутствовал Г. Геринг. Через год в совместной работе с Шеррингтоном он опубликовал те же самые факты, которые приводились в докладе Н.Е. Введенского, но для случая раздражения коры полушарий у обезьяны» (там же, с.6).

«Свою работу Г. Геринг и Шеррингтон опубликовали сначала в Pflüger's Archiv (Bd. 68, S. 222, 1897), а затем в Journ. of Physiol. (v.23, supplement, p.31, 1899). Ни в той, ни в другой работе Г. Геринг и Шеррингтон не упоминают о подобных же исследованиях, выполненных до них Н.Е. Введенским, хотя об этих исследованиях они были хорошо осведомлены. Шеррингтон и позднее замалчивал об этих исследованиях Н.Е. Введенского, признанного физиологом мирового значения. <...> Во всяком случае игнорирование Шеррингтоном исследований Н.Е. Введенского способствовало тому, что приоритет открытия фактов реципрокной иннервации мышц-антагонистов закрепился в физиологической литературе не за именем Н.Е. Введенского, а за Шеррингтоном» (там же, с.7).

**610. Открытие эффекта накопления вредных веществ в организме животных, лишенных сна.** Эффект накопления вредных веществ в организме животных, которые в течение длительного времени лишались сна, открыли независимо друг от друга французский физиолог и психолог Анри Пьерон (1881-1964) и японский исследователь Куниоми Ишимори (Kuniomi Ishimori). Примечательно, что оба ученых испытали влияние книги М.М. Манасеиной «Сон как треть жизни человека» (1888), в которой описывались опыты по лишению сна животных (щенят).

В.М. Ковальзон в статье «Забытый основатель биохимии и сомнологии» (журнал «Природа», 2012, № 5) пишет: «Интересно, что сама Манасеина не предполагала образования каких-то специфических веществ под воздействием депривации. Она считала, что подопытные животные в ее опытах погибали из-за нарастающего утомления. Первые попытки обнаружить накопление подобных веществ («гипнотоксинов») в организме лишенных сна животных-доноров и их перенос нормальным животным-реципиентам были выполнены в начале 20-го столетия **независимо друг от друга** японским ученым Куниоми Ишимори и французским Анри Пьероном именно под воздействием работ Манасеиной: оба исследователя ссылались на ее книгу, и оба использовали в своих опытах собак и разработанные Манасеиной способы депривации [17]» (Ковальзон, 2012, с.88-89).

Об этом же сообщается в книге В.М. Ковальзона «Основы сомнологии. Физиология и нейрхимия цикла «бодрствование - сон» (2012): «Первые попытки обнаружить накопление подобных веществ (гипнотоксинов) в организме лишенных сна животных-доноров и их перенос нормальным животным-реципиентам были выполнены в начале минувшего столетия **независимо друг от друга** японским ученым Куниоми Ишимори и французским Анри Пьероном. Похоже, однако, что это произошло именно под воздействием работ

Манасеиной: оба исследователя ссылались на ее книгу, и оба использовали в своих опытах собак и способы лишения сна, разработанные Манасеиной» (Ковальзон, 2012, с.214).

Прочитываем еще одну работу. Ирина Завалко и Владимир Ковальзон в статье «Как возникла наука о сне» (журнал «Природа», 2014, № 3) констатируют: «После опубликования Манасеиной опытов по депривации сна предложенную ей методику стали использовать для подтверждения существования и поиска этого гипотетического «гипнотоксина». Р. Лежандр и А. Пьерон во Франции и К. Ишимори в Японии не только подтвердили значительные гистологические изменения в головном мозге депривированных собак, но и показали, что если их сыворотку крови перелить собаке, которая спала достаточно, то она вновь погружается в сон. Проводились многочисленные опыты по поиску и выделению гипнотоксина, но они так и не увенчались успехом. По современным представлениям, наиболее вероятным кандидатом может быть аденозин, который выделяется при расщеплении основного источника энергии в клетке - аденозинтрифосфата (АТФ)» (Завалко, Ковальзон, 2014, с.55).

**611. Открытие парадоксального сна, то есть фазы сна с быстрыми движениями глаз (фазы REM).** Парадоксальный сон, часто называемый «сном с быстрыми движениями глаз», открыли независимо друг от друга две научные группы: 1) американские физиологи Натаниэль Клейтман (1895-1999), Юджин Азеринский (1921-1998) и Уильям Демент (1928-2020) и 2) французские нейропсихологи Мишель Жуве (1925-2017) и Франсуа Мишель. Сотрудники первой группы изучали сон детей, сотрудники второй – сон кошек.

И.М. Завалко и В.М. Ковальзон в статье «Как возникла наука о сне» (журнал «Природа», 2014, № 3) пишут: «Сначала Азеринский пытался зарегистрировать движения глаз у собственного сына с помощью кинокамеры, но ее стрекотание мешало тому спать. Тогда он разработал новый метод для регистрации движений глаз (электроокулографию, ЭОГ) и исследовал ночной сон детей и взрослых. Метод регистрации движений глаз позволил исследователям отделить быстрые движения глаз от медленных, присущих засыпанию. В основе работ лежала гипотеза Клейтмана, согласно которой движения глаз помогут отличить поверхностный сон от глубокого. Сами Азеринский и Клейтман интерпретировали полученные результаты в своей знаменитой статье, вышедшей в свет в 1953 г. [15]» (Завалко, Ковальзон, 2014, с.58). «Однако это еще не было открытием нового состояния – лишь обнаружением периодически возникающих всплесков необычных движений глаз у некоторых испытуемых (не было ясно даже, у всех ли!) во время ночного сна. Открытие сна с быстрыми движениями глаз произошло через несколько лет, и связано оно с именем другого аспиранта Клейтмана, В. Демента. Именно он впервые непрерывно записал электроэнцефалограммы сна 33 человек в течение всей ночи. На основании таких регистраций было установлено, что после засыпания электроэнцефалографические признаки постепенно изменяются в сторону глубокого сна, но примерно через час-полтора возникает первый эпизод сна с быстрыми движениями глаз. Затем такие циклы повторяются несколько раз в течение ночи...» (там же, с.58).

Далее авторы пишут о Мишеле Жуве, который независимо открыл парадоксальный сон (экспериментируя на кошках): «Последним в ряду «первооткрывателей» быстрого сна был М. Жуве, именно он, наконец, осознал необычайную важность этого открытия. Он первым понял, что сон с быстрыми движениями глаз – не просто одна из стадий обычного (медленноволнового) сна, а отдельное функциональное состояние» (там же, с.59).

Более подробное описание независимого открытия М. Жуве содержится в статье В.М. Ковальзона «О Мишеле Жуве – открывателе фазы парадоксального сна» (журнал «Эффективная фармакотерапия», 2019, № 44), где автор повествует: «Еще в 1959 г. Жуве с двумя своими сотрудниками опубликовал небольшую статью на французском языке, в которой они описали мышечную атонию, сопровождающую периоды сна с уплощенной электроэнцефалограммой и быстрыми движениями глаз у кошек. Таким образом, был выявлен последний из трех параметров, необходимых для разделения бодрствования и

различных фаз и стадий сна. Эти параметры (электроэнцефалограмма, электроокулограмма и электромиограмма) и сейчас считаются золотым стандартом полисомнографии, обязательным при регистрации сна. <...> Вот что писал об этом периоде тогдашний сотрудник и соавтор пионерских работ Жуве Франсуа Мишель: «Мы были первыми, кто наблюдал парадоксальную фазу у декортицированной кошки (с удаленной корой больших полушарий) и так называемой понтинной кошки (с поперечной перерезкой между мостом и средним мозгом). Я очень хорошо помню нашу первую попытку декортикации, так как это произошло в тот самый майский день 1958 года, когда к власти пришел де Голль. Мы оперировали и слушали радио» (Ковальзон, 2019, с.85).

«Жуве был не самым первым, хотя и одним из первых, кто в конце 1950-х гг. наблюдал и регистрировал электрофизиологические проявления парадоксального (быстрого, ромбэнцефалического) сна у кошки. Однако именно Жуве по-настоящему понял, какое открытие было сделано, и создал новую парадигму (как говорят философы)» (там же, с.86).

**612. Приближение к открытию парадоксального сна в экспериментах М.П. Денисовой и Н.Л. Фигурина.** К открытию парадоксального сна близко подошли советские ученые М.П. Денисова и Н.Л. Фигурин, которые в 1926 г. впервые описали быстрое движение глазных яблок у спящих детей. По сути дела, Н. Клейтман и Ю. Азеринский обнаружили фазу парадоксального сна (фазу REM), когда решили проверить результаты, опубликованные М.П. Денисовой и Н.Л. Фигуриным, с использованием электроэнцефалографов, появившихся в 1950-х годах.

И.М. Завалко и В.М. Ковальзон в статье «Как возникла наука о сне» (журнал «Природа», 2014, № 3) пишут: «Особую роль в открытии быстрого сна в XX в. сыграли советские исследователи М.П. Денисова и Н.Л. Фигурин. В 1926 г. они впервые описали у детей (в возрасте от двух месяцев до двух лет) движения глазных яблок каждые 50 минут, учащенное дыхание и сниженную общую двигательную активность [14]. Работа эта заинтересовала профессора физиологии Чикагского университета Клейтмана. Он упомянул о ней в своей монографии 1939 г., а через много лет, в начале 1950-х годов, после появления первых электроэнцефалографов, поручил своему аспиранту Ю. Азеринскому проверить эти данные» (Завалко, Ковальзон, 2014, с.57-58).

Этот же факт рассматривается в книге В.М. Ковальзона «Основы сомнологии. Физиология и нейрохимия цикла «бодрствование - сон» (2012), где автор констатирует: «Однажды Клейтману попала на глаза работа русских авторов М.П. Денисовой и Н.Л. Фигурина: «Периодические явления во сне у детей», опубликованная во II сборнике «Новое в рефлексологии и физиологии нервной системы» (1926), в которой описывались периодические эпизоды учащения дыхания и движений глазных яблок, сочетавшиеся со снижением общей двигательной активности, во сне у детей (от 2-х месяцев до 2-х лет). Эта работа послужила отправной точкой для революционного открытия четверть века спустя Клейтманом и его аспирантом Юджином Азеринским (1921-1998) «сна с быстрыми движениями глаз» (REM-sleep; синонимы: парадоксальный, быстрый, активированный...)» (Ковальзон, 2012, с.219).

**613. Приближение к открытию парадоксального сна в экспериментах Р. Клауэ и Л. Цкипуридзе.** Немецкий ученый Рудольф Клауэ и советский физиолог Леван Цкипуридзе – специалисты, открывавшие парадоксальный сон раньше Н. Клейтмана и М. Жуве. К сожалению, Клауэ и Цкипуридзе воздержались от проведения систематических исследований обнаруженного феномена, уступив первенство в этой области нейропсихологии (нейробиологии) другим ученым.

И.М. Завалко и В.М. Ковальзон в статье «Как возникла наука о сне» (журнал «Природа», 2014, № 3) пишут: «По-видимому, первым, кто адекватно описал быстрый сон у подопытных животных, был Р. Клауэ, аспирант известного немецкого нейрофизиолога А. Корнмюллера. Еще перед Второй мировой войной, в 1937 г., он опубликовал на немецком



языке статью с результатами (полученными с помощью игольчатых электродов) электрической активности головного мозга и мышц шеи при естественном сне подопытных кошек. Клауэ описал две стадии сна и назвал их «стадия 1» (легкий сон, сопровождаемый медленными волнами в ЭЭГ и снижением мышечного тонуса) и «стадия 2» (глубокий сон с уплощенной ЭЭГ, исчезновением мышечного тонуса и подергиванием конечностей). Ничего не зная о работе Клауэ, советский нейрофизиолог Л.Р. Цкипуридзе (к сожалению, безвременно умерший), ученик главы грузинской физиологической школы И.С. Бериташвили, описал стадии «спокойного» и «беспокойного» сна по ЭЭГ и поведению подопытных кошек [16]. Лишь через полвека текст этой пионерной статьи был переведен на английский язык, однако найти ее в Интернете нам не удалось. Демент (аспирант Клейтмана – Н.Н.Б.) ничего не знал о работе Клауэ, а тем более о работе Цкипуридзе и не владел методикой вживления хронических внутримозговых электродов подопытным животным» (Завалко, Ковальзон, 2014, с.59).

Здесь [16] – Цкипуридзе Л.Р. Электрическая деятельность коры больших полушарий нормальной кошки во время естественного сна // Труды Института физиологии им. И.С. Бериташвили АН Грузинской ССР. – 1950. – Том 8. – С.209-225.

Об этом же сообщает Е.И. Николаева в книге «Психофизиология» (2008): «В 30-х годах XX века немецкий ученый Р. Клу (R. Klaue), записывая ЭЭГ, обнаружил характерную последовательность смены более легкого сна, сопровождающегося более медленными волнами на ЭЭГ, более глубоким сном, во время которого регистрировалось ускорение ритмов (Jouvet, 1967). Однако эти данные не нашли отклика в научной среде. Позднее картину ЭЭГ бодрствования на фоне глубокого сна у кошек описал Л.Р. Цкипуридзе (1950), но и его статья, напечатанная на грузинском языке, оказалась незамеченной» (Николаева, 2008, с.255-256).

Эксперименты Л.Р. Цкипуридзе обсуждаются также во 2-ом томе книги «Бессознательное. Природа. Функции. Методы исследования» (Тбилиси, 1978): «Один из учеников И. С. Бериташвили Л. Р. Цкипуридзе [11], детально изучая динамику электрокортикограммы кошки в цикле бодрствование-сон, обнаружил, что периодически синхронизированные высокоамплитудные медленные потенциалы претерпевают угнетение, т. е. происходит десинхронизация электроэнцефалограммы, несмотря на отсутствие признаков поведенческого пробуждения. Так как в это время можно было отметить все соматические и, особенно, вегетативные признаки повышения эмоционального напряжения организма, эти периоды автором были названы «беспокойным сном». Фрагменты десинхронизации электроэнцефалограммы в течение сна были замечены и раньше [19; 23], но Цкипуридзе, несомненно, был первым, систематически описавшим данное явление и показавшим закономерное чередование двух различных фаз сна. К сожалению, после преждевременной кончины Л.Р. Цкипуридзе это интересное направление исследования не получило у нас дальнейшего развития и его единственная работа, опубликованная в трудах Института физиологии АН ГССР за 1950 г., осталась незамеченной специалистами в области физиологии сна. Спустя несколько лет Азеринский и Клейтман [12] показали, что сон у человека состоит из двух фаз и что в так называемой парадоксальной фазе развиваются сновидения» («Бессознательное...», 1978).

**614. Открытие супрахиазмального ядра, играющего важную роль в циркадианных ритмах животных и человека.** Изучая передний отдел гипоталамуса крысы, две научные группы, работавшие в США, - Р. Мур и В. Эйхлер, с одной стороны, и Ф. Стивен и И. Цукер, с другой, - независимо друг от друга обнаружили супрахиазмальное ядро – нервную структуру, играющую важную роль в наших циркадианных ритмах.

Гордон Шеперд во 2-ом томе книги «Нейробиология» (1987) пишет: «Зрительные пути, участвующие в регуляции циркадианных ритмов у позвоночных, показаны на рис. 26.5. Ключевую роль играет тонкий пучок волокон, отходящий от зрительного нерва и оканчивающийся в небольшом ядре у переднего края гипоталамуса. В 60-х годах Курт

Рихтер (Richter) из Университета Джона Гопкинса показал, что передний отдел гипоталамуса играет первостепенную роль в циркадианных ритмах у крысы. В начале 70-х годов Р. Мур (Moore) и В. Эйхлер (Eichler) в Чикаго и **независимо от них** Ф. Стивен (Stephen) и И. Цукер (Zucker) в Орегоне обнаружили в этом отделе небольшое ядро. Поскольку это ядро было расположено непосредственно над перекрестом зрительных нервов (хиазмой), оно получило название супрахиазменного ядра. В дальнейшем в ряде работ с использованием методов радиоавтографии был прослежен ретино-гипоталамический тракт, образованный аксонами ганглиозных клеток сетчатки, идущими к супрахиазменному ядру» (Шеперд, 1987, с.198).

**615. Открытие феномена аутизма.** Аутизм – это психическое расстройство, возникающее вследствие нарушения развития головного мозга и характеризующееся выраженным дефицитом социального взаимодействия и общения, а также ограниченными интересами и повторяющимися действиями. Феномен аутизма открыли независимо друг от друга американский психиатр Лео Каннер (1894-1981) и австрийский ученый Ганс Аспергер (1906-1980).

Дик Свааб в книге «Мы – это наш мозг. От матки до Альцгеймера» (2014) аргументирует: «Аутизм характеризуется заметными нарушениями социального взаимодействия и резким сокращением круга активности и интересов. Феномен аутизма описали, **независимо друг от друга** и именно под этим названием, в 1943 году Лео Каннер в Балтиморе и в 1944 году Ханс Аспергер в Вене. Эти описания, однако, имели большие различия. Дети, которых описывал Каннер, едва говорили, отличались слабыми способностями и в большинстве случаев имели неврологические синдромы. Дети, которых Аспергер описывал как *intelligenzautomaten* [умные автоматы], обладали не по годам развитой речью, могли рассказать о своих чувствах и переживаниях и имели нормальные способности. Публикации Аспергера не имели никакого влияния вплоть до 1981 года, когда был предложен термин «синдром Аспергера» в приложении к аутистам с нормальными умственными способностями» (Свааб, 2014, с.261).

Этот же факт рассматривает Франческа Аппе в книге «Введение в психологическую теорию аутизма» (2016): «История аутизма чем-то напоминает ожидание автобуса: годами – ничего, а потом – два сразу! В 1944 году, всего один год спустя после того, как Каннер опубликовал свою работу, австрийский терапевт Ганс Аспергер опубликовал диссертацию, посвященную «аутистической психопатии» у детей. <...> Ганс Аспергер заслуживает самой высокой оценки за некоторые глубокие идеи, некоторые из которых отсутствовали у Каннера (1943), и переоткрытие которых заняло много лет исследований. Перед тем, как рассматривать эти оригинальные находки Аспергера, стоит упомянуть то, в чем оба автора были согласны. Определения Каннера и Аспергера сходны во многих отношениях, что особенно удивительно, если вспомнить, что **ни один из них не знал** о новаторской работе другого. Выбор термина «аутистический» для описания пациентов сам по себе является необычным совпадением. Такой выбор отражает их общую убежденность в том, что социальные проблемы детей являются наиболее важным и характерным признаком этого нарушения» (Аппе, 2016, с.22-23).

Приведем еще одно свидетельство. В.С. Рамачандран в книге «Мозг рассказывает. Что делает нас людьми» (2013) пишет об открытии синдрома аутизма: «Это серьезное нарушение развития было открыто в 1940-х годах **независимо** двумя врачами, Лео Каннером из Балтимора и Гансом Аспергером из Вены. Они не были знакомы, но, несмотря на это, по необъяснимому стечению обстоятельств оба дали синдрому одно название аутизм. Слово образовано от греческого «autos», «сам», и точно объясняет самую поразительную особенность аутизма – полный уход от внешнего мира и заметные затруднения или неспособность взаимодействовать с людьми» (В.С. Рамачандран, 2013).

**616. Лечение сахарного диабета (СД) с помощью экстрактов поджелудочной железы.** Важным этапом в разработке способов лечения сахарного диабета (СД) стало применение экстрактов поджелудочной железы, а именно той ее части, которая называется «островками Лангерганса». Первооткрывателем указанного метода терапии СД считается канадский врач и физиолог Фредерик Бантинг (1891-1941), получивший в 1923 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине совместно с Джоном Маклеодом. Но независимо от Ф. Бантинга экстракты поджелудочной железы для лечения сахарного диабета использовали и другие ученые: Николае Константин Пэулеску (1869-1931) и Эжен Глей (1857-1930).

В.И. Утехин, Л.П. Чурилов и В.Гудиене в статье «Оскар Минковский: жизнь и вклад в становление патохимии» («Бюллетень ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова», 2013, июнь) пишут: «Биохимически и физиологически подтвержденной компенсации экспериментального СД, полученного по модели фон Меринга – Минковского, введением очищенного белкового препарата островков Лангерганса, запатентованного под названием «панкреин», достиг ученик первооткрывателя фибринолиза А. Дафра, выдающийся румынский патофизиолог Николае Константин Пэулеску (1869-1931), но его поиски (1916) были прерваны мировой войной и завершены лишь в 1920-1921 гг. [42, 43]» (Утехин и др., 2013, с.98).

Далее авторы пишут об Фредерике Бантинге, Джоне Маклеоде и Чарльзе Бесте, которым достались «лавры победителей»: «Представлять всех этих экспериментаторов как объединенную армию, сознательно служащую высокой идее, было бы идеализацией: порой, личное любопытство и честолюбие или фанатичная увлеченность двигали исследователями, сея между ними рознь. Так, канадские нобелианцы лже-цитировали в своей первой публикации румынского предшественника, неверно указав, что его панкреин не был якобы терапевтически эффективен, а в дальнейшем, отвечая на «неудобные» вопросы, ссылались на мнимую недоступность статей Пэулеску и трудности перевода (хотя румын опубликовал данные в авторитетных франкоязычных журналах, а Квебек, где работала канадская группа, населен франкофонами). Пэулеску, в свою очередь, так обиделся на непризнание Нобелевского комитета, что до конца дней придерживался версии заговора, ушел из патофизиологии в политику и стал одним из вдохновителей и вождей радикальных правых националистов [50]. Первооткрыватель (1891) функций околотитовидных желез Эжен Глей (1857-1930) еще в 1902 г. добился антигипергликемического действия экстрактом островков, но сознательно не опубликовал свои данные, зафиксировав их в письме, которое велел вскрыть через 20 лет (1922)» (там же, с.99).

**617. Открытие двойного оплодотворения у покрытосеменных (цветковых) растений.** Двойное оплодотворение у покрытосеменных растений открыли независимо друг от друга российский цитолог Сергей Гаврилович Навашин (1857-1930) и французский эмбриолог Жан Луи Леон Гиньяр (1852-1928).

П.М. Жуковский в статье «Русские классики ботаники» («Вестник АН СССР», 1945, № 5-6) повествует: «В ноябре 1898 года Навашин доложил на заседании Академии наук свою новую работу под скромным названием: «Пересмотр процессов оплодотворения у *Lilium Martagon* и *Fritillaria tenella*». Эти растения, будучи удобными для изучения вследствие крупных размеров половых элементов, являлись излюбленными объектами исследований таких эмбриологов, как Беляев, Страсбургер, Гиньяр и др. Оказалось, что в этот день Навашин доложил об одном из величайших открытий в биологии – о двойном оплодотворении у покрытосеменных (цветковых) растений» (Жуковский, 1945, с.134). Автор продолжает: «Через полгода после работы Навашина двойное оплодотворение **независимо от него** было открыто французским эмбриологом Гиньяром и опубликовано в 1899 году в «*Revue generale de la Botanique*». Так как Навашин в первом изложении своего открытия не дал рисунков, то рисунки Гиньяра вошли в учебные руководства, и некоторое время Гиньяр приписывал себе приоритет в открытии двойного оплодотворения. Однако

Навашин вскоре опубликовал обширную серию своих превосходных документов, положивших конец дискуссии о приоритете» (там же, с.135).

Об этом же сообщает В.П. Корж в статье «Сергей Гаврилович Навашин: два юбилея» (журнал «Цитология и генетика», 2008, № 3): «В 1898 г. Навашин показал, что в момент оплодотворения из пыльцевой трубочки, прильнувшей к семяпочке, выскальзывают не одно, а два мужских ядра, проникающих затем в семяпочку. Одно из этих ядер сливается, как было показано, с яйцевой клеткой, давая начало зародышу семени. Второе мужское ядро сливается с вторичным ядром зародышевого мешка, продукт их слияния делится, и вся свободная часть зародышевого мешка заполняется паренхимой или эндоспермом, который служит запасом питательных веществ, обеспечивающих прорастание зародыша. Таким образом, С.Г. Навашин доказал, что эндосперм и сам зародыш возникают в результате особого акта двойного оплодотворения, совершающегося одновременно в одном и том же зародышевом мешке. О своем открытии он сообщил в августе 1898 г. на проходившем в Киеве X съезде русских естествоиспытателей и врачей, а в ноябре того же года опубликовал на эту тему небольшую статью в «Известиях Петербургской академии наук» (Navashin, 1898). И, как положено каждому неординарному открытию, здесь не обошлось без борьбы за приоритет. Через полгода после Навашина и **независимо от него** это же явление описал всё тот же французский ботаник Леон Гиньяр [1], и именно его какое-то время считали автором этого открытия» (Корж, 2008, с.7).

К открытию двойного оплодотворения был близок еще один отечественный ученый – В.М. Арнольди (1871-1924). Л.В. Алексеев, Г.А. Белякова и В.А. Поддубная-Арнольди в книге «Владимир Митрофанович Арнольди» (2001) пишут: «Надо сказать, что незадолго до опубликования сообщения С.Г. Навашина Арнольди получил препарат зародышевого мешка *Scilla*, на котором с исключительной ясностью можно было видеть картину двойного оплодотворения. Однако В.М. Арнольди не решился сделать соответствующего вывода и старался объяснить иначе тесное соприкосновение мужского ядра с ядром зародышевого листка. Ознакомившись с работой С.Г. Навашина, В.М. Арнольди послал ему свой препарат. Препарат этот был настолько нагляден, что С.Г. Навашин нередко демонстрировал его студентам [Мейер, 1957. С.294-295]. Этот пример показывает, сколь научно принципиален и честен был Владимир Митрофанович – он понял, что ошибался, и тут же выслал С.Г. Навашину свой прекрасно выполненный, но неверно понятый препарат!» (Алексеев и др., 2001, с.23).

Этот же эпизод известен П.А. Баранову, который в книге «История эмбриологии растений» (1955) повествует: «История науки знает массу случаев, когда крупные открытия **упускались** учеными в силу гипноза традиционных представлений, воспринимавшихся как незыблемые истины. Ярким примером в этом отношении является случай с крупным русским эмбриологом В.М. Арнольди, получивший огласку благодаря сообщению Финна (1931). В.М. Арнольди первым увидел на препарате семяпочки подснежника (*Scilla sibirica*) слияние мужских гамет с яйцеклеткой и с ядром центральной клетки зародышевого мешка, т.е. двойное оплодотворение у растений, но это было так далеко от господствовавших представлений, что он не поверил своим глазам, посчитал вторую мужскую гамету случайно занесенной в зародышевый мешок, и прошел мимо возможности сделать огромной важности открытие, которое через ряд лет после Арнольди сделал С.Г. Навашин, обессмертив свое имя» (Баранов, 1955, с.253).

**618. Создание мутационной теории эволюции.** Как установлено историками науки, мутационную теорию эволюции предложили независимо друг от друга голландский ботаник Гуго де Фриз (1848-1935) и российский генетик-эволюционист Сергей Иванович Коржинский (1861-1900). Они выдвинули идею о том, что важную роль в возникновении новых видов растений и животных играют скачкообразные изменения (мутации), передающиеся по наследству.

П.М. Жуковский в статье «Русские классики ботаники» («Вестник АН СССР», 1945, № 5-6) пишет: «Обширнейшая часть ботаники, в которой русская наука дала многие классические образцы, относится к систематике, видообразованию и эволюции растений. Всем известна мутационная теория голландского ученого де Фриза, опубликованная в 1900 г. Однако за год до этого русский академик Сергей Иванович Коржинский доложил в Академии наук свою работу под названием «Гетерогенезис и эволюция». По существу, это была теория мутаций, но слово «мутация» здесь заменено словом «гетерогенезис». <...> Коржинский представил в своей работе обширное собрание фактов, показывающих внезапные отклонения растительных форм, взрывчато происходящие изменения видов, сохраняющиеся в потомстве и поэтому наследственные» (Жуковский, 1945, с.137-138).

Об этом же сообщает Н.Н. Воронцов в книге «Развитие эволюционных идей в биологии» (2004): «У де Фриза, с именем которого мы связываем мутационную теорию, был выдающийся предшественник – томский, а затем петербургский ботаник Сергей Иванович Коржинский (1861-1900). За год до смерти Коржинский опубликовал первую часть своей неоконченной работы «Гетерогенезис и эволюция. К теории происхождения видов» (1899), где развивал мысль о том, что все новые формы возникли не путем отбора мелких изменений, а за счет внезапных скачкообразных «гетерогенных» отклонений, и что эти наследственные отклонения могут дать начало новому таксону» (Воронцов, 2004, с.247).

Этот же вопрос обсуждает Н.И. Вавилов в статье «Генетик неуклонно и неумолимо вовлекается в продолжение дела Дарвина» (журнал «Природа», 1987, № 10): «Хотя Коржинский не столько был генетиком, как ботаником, географом и систематиком, но, тем не менее, в своих обобщениях он подошел, по существу, вполне определенно к развитию мутационной теории, и миновать этого крупного ботаника в истории генетики мы не можем, ибо даже по признанию Де Фриза и других исследователей-генетиков Коржинским отчетливо выражены основы мутационной идеи» (Вавилов, 1987, с.20).

Приведем еще один источник. Е.Б. Музрукова и Р.А. Фандо в статье «Исторические и методологические основания развития и восприятия дарвинизма и антидарвинизма» (журнал «Эпистемология и философия науки», 2015, том 45, № 3) подчеркивают: «Идею спонтанного видообразования выдвигал ботаник С.И. Коржинский в своей работе «Гетерогенезис и эволюция. К теории происхождения видов» (1899). По мнению Коржинского, проявляющиеся внезапные отклонения могут давать начало новым расам. Возникшие таксоны остаются относительно неизменными, но могут продуцировать новые формы за счет спонтанных изменений. Отбор отсекает некоторые вариации, но не способствует возникновению новых форм. За недооценку роли естественного отбора взгляды Коржинского были подвергнуты критике со стороны К.А. Тимирязева, поэтому работы ученого по спонтанному видообразованию были долгое время незаслуженно забыты» (Музрукова, Фандо, 2015, с.192).

Отметим, что Гуго де Фриз сформулировал мутационную теорию эволюции, индуктивно обобщая открытие мутаций у растения под названием «энотера», а эти мутации он обнаружил в результате длительного поиска, производимого методом проб и ошибок. В.Л. Комаров в книге «Учение о виде у растений» (2019) пишет о де Фризе: «Задавшись целью экспериментально создать новый вид и тем проверить теорию Дарвина, он пересмотрел и перекультивировал все доступные ему растения. Не найдя желаемых изменений у растений нормальных и здоровых, он стал брать семена для опытов с растениями уродливых, поврежденных, больных. Но всё тщетно, пока не наткнулся в 1886 г. на ламаркову энотеру (*Oenothera Lamarckiana* Ser.), росшую в большом количестве неподалеку от Амстердама близ деревни Гильверсум. Уже там, на лужайке среди кустарной заросли, оказалось, что это двухлетнее растение, дающее массу семян, способно давать новые формы. В опытном саду Де-Фриза постоянные пересевы продолжались более 17 лет и под наблюдением находилось более 15 000 растений. Здесь, по мнению Де-Фриза, ламаркова

энотера распалась на значительное число элементарных видов...» (Комаров, 2019, с.146-147).

**619. Разработка мутационной теории эволюции в трудах Уильяма Бэтсона.** Английский биолог Уильям Бэтсон (1861-1926) – еще один ученый, который независимо пришел к мутационной теории. Свои идеи и представления на этот счет он изложил в работе «Материалы к изучению изменчивости» (1894).

М.М. Новиков в книге «Великаны российского естествознания» (1960) указывает: «Нередко бывает, что новая мысль, подготовленная предшествующими научными изысканиями, как бы висит в воздухе, и несколько ученых высказывают ее одновременно и **независимо друг от друга**. Так было с теорией естественного отбора, которая была опубликована совместно Дарвином и Уоллесом. То же самое случилось с учением о мутации или гетерогенезе. Объективно говоря, первые соображения о серьезном значении внезапных скачков при развитии организмов высказал Бэтсон в книге «Материалы к изучению изменчивости», вышедшей в 1894 году. За ним последовал, **не зная**, однако, о его работе, Коржинский в 1899 году. И, наконец, в 1901 году де Фриз увенчал всё дело. Можно, следовательно, отметить, что это направление в изучении эволюции было создано англичанином Бэтсоном, русским Коржинским и голландцем де Фризом» (Новиков, 1960, с.138).

**620. Повторное открытие законов наследственности.** Важным этапом в развитии наших представлений о наследственной передаче признаков от родителей к их потомкам было открытие трех законов наследственности. Заслуга формулировки этих законов принадлежит чешскому монаху Грегору Менделю (1822-1884), который выявил следующие принципы передачи наследственных признаков: закон единообразия гибридов первого поколения, закон расщепления признаков и закон независимого наследования признаков. К сожалению, работы Г. Менделя (1865) не нашли своевременного понимания и оказались забыты. В 1900 г. его результаты заново открыли трое ученых – голландец Гуго де Фриз (1848-1935), немец Карл Корренс (1864-1933) и австриец Эрих Чермак (1871-1962), которые работали независимо друг от друга.

А.Б. Георгиевский в статье «К истории закона Харди - Вейнберга» (журнал «Историко-биологические исследования», 2011, том 3, № 1) пишет: «В 1900 г. установленные Менделем закономерности наследования одновременно и независимо обнаруживают Г. де Фриз, К. Корренс и Э. Чермак. В истории науки вряд ли найдутся примеры подобного тройного «соавторства», да еще в открытии основополагающих законов, сделанных столь синхронно. Все три автора утверждали, что они экспериментально **переоткрыли** законы Менделя до того, как ознакомились с его работой. Во всяком случае, к концу XIX в. в разных областях экспериментальной биологии, прежде всего, в цитологии и селекции накопились данные, которые с логической неизбежностью подводили к установлению менделевских законов. Исторический эпизод с их вторичным обнаружением явился естественным результатом изучения наследственной изменчивости...» (Георгиевский, 2011, с.65).

Об этом же сообщают Е.Б. Музрукова и Р.А. Фандо в статье «Создание хромосомной теории наследственности» (журнал «Природа», 2015, № 7): «В начале 20-го столетия в биологии стремительно вырос интерес к теории наследственности, которую несколькими десятилетиями раньше выдвинул Г.Мендель. В 1900 г. **независимо друг от друга** Г. де Фриз (Голландия), К. Корренс (Германия) и Э. Чермак (Австрия) обнаружили в своих опытах открытые ранее Менделем закономерности (1900 г. считается датой переоткрытия законов Менделя)» (Музрукова, Фандо, 2015, с.80).

Этот же вопрос рассматривает А. Азимов в книге «Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций» (2006): «И тут произошел, вероятно, самый поразительный случай во всей истории науки: в одном и том же году, по меньшей мере, три

человека – голландец Хуго де Фриз, немец Карл Эрих Корренс и австриец Эрих фон Чермак – **независимо пришли** к заключению, которое Мендель сделал около 30 лет назад. Не будучи знакомыми ни друг с другом, ни с работами Менделя, все трое в 1900 году подготовили материалы к публикации; все трое, при работе с литературой на эту тему, к своему великому удивлению, натолкнулись на статью Менделя...» (Азимов, 2006, с.539).

Приведем еще два источника. В.Н. Сойфер в книге «Арифметика наследственности» (1970) констатирует: «Три ботаника, голландец Хуго де Фриз, немец К. Корренс и австриец К. Чермак, занимались изучением закономерностей наследования признаков при скрещивании. Де Фриз исследовал энотеру, мак и дурман и открыл закон расщепления гибридов. Кооренс открыл тот же закон расщепления, но только на кукурузе. Чермак – на горохе. А дальше все три ученых, как и полагалось, решили изучить мировую литературу по этим вопросам, и все разом натолкнулись на исследования Менделя. Оказалось, что ничего нового по сравнению с Менделем они не открыли, более того, его выводы были глубже их собственных. Тогда все трое опубликовали восторженные статьи о создателе законов наследственности» (Сойфер, 1970, с.38-39).

Д.С. Долина, С.Е. Базылев и др. в книге «Генетика» (2022) отмечают «В 1900 г. Хуго де Фриз (1848-1935) в Голландии, Карл Корренс (1864-1933) в Германии и Эрих Чермак (1871-1962) в Австрии **независимо друг от друга** установили, что полученные ими результаты по наследованию признаков у растительных гибридов полностью согласуются с данными Г. Менделя, который за 35 лет до этого сформулировал правила наследственности. Г. де Фриз предложил установленные Г. Менделем правила называть законами наследования признаков» (Долина и др., 2022, с.7).

**621. Формулировка идеи о наследственной функции хромосом.** Идея о наследственной функции хромосом возникла после того, как была обнаружена аналогия между наследованием признаков по законам Менделя и поведением хромосом при оплодотворении. Эту аналогию заметили два исследователя независимо друг от друга – американский биолог Уолтер Саттон (1877-1916) и немецкий ученый Теодор Бовери (1862-1915).

Джеймс Уотсон и др. в книге «ДНК. История генетической революции» (2019) пишут: «Уолтер Саттон, получивший образование на медицинском факультете Колумбийского университета, осознал, что хромосомы во многом напоминают таинственные «менделевские факторы». Изучая хромосомы кузнечиков, Саттон заметил, что эти тельца, как правило, встречаются попарно – точно так же, как парные факторы Менделя» (Дж. Уотсон и др., 2019). «Немецкий ученый Теодор Бовери **независимо от Саттона** пришел к аналогичным выводам, а биологическая революция, предвосхищенная работами Уолтера Саттона и Теодора Бовери, стала называться «хромосомная теория наследственности Саттона - Бовери» (Дж. Уотсон и др., 2019).

Об этом же сообщает Н.П. Бочков в книге «Гены и судьбы» (1990): «...После переоткрытия законов Менделя два ученых – Т. Бовери в Германии и В. Сеттон в США – **независимо друг от друга** показали параллелизм поведения хромосом при оплодотворении с наследованием признаков по законам Менделя. Строго говоря, с этого момента (1902 г.) и начинается логическое формирование хромосомной теории наследственности, основной вклад в которую внесли Т. Морган и его школа, начиная с их работ на дрозофиле (1909 г.)» (Бочков, 1990, с.81).

**622. Открытие гигантских хромосом слюнных желез насекомых.** Как указывают специалисты, гигантские хромосомы слюнных желез насекомых открыли независимо друг от друга французский эмбриолог Эдуард-Жерар Бальбиани (1823-1899), американский генетик Кэлвин Бриджес (1889-1938) и его соотечественник Теофилус Пайнтер (1889-1969). Были и другие ученые, делавшие аналогичное открытие.

В.Н. Сойфер в книге «Арифметика наследственности» (1970) пишет: «В 1891 г. итальянский цитолог Г. Бальбиани, просматривая клетки слюнных желез личинок насекомого хирономуса (комара – Н.Н.Б.), описал длинные структуры, составленные из чередующихся темных и светлых дисков. Диски были разными – и потоньше, и потолще, местами темные диски разделялись еле заметными светлыми; иногда, напротив, светлые вдруг становились толстыми и совсем сдавливали темные диски. Бальбиани, хотя и описал структуры, но что к чему, не понял, а последующие поколения цитологов и без того имели много хлопот: начался золотой век цитологии – девяностые годы XIX столетия. Открытие итальянского цитолога так и осталось незамеченным» (Сойфер, 1970, с.94-95).

Далее автор говорит об исследованиях К. Бриджеса, сотрудника лаборатории Томаса Ханта Моргана: «Основное время Бриджес посвящал дрозофиле. Осенью 1934 года ученый ненадолго поехал в Нью-Йорк на Станцию по экспериментальному изучению эволюции. И там примерно через месяц он наткнулся на непонятную структуру в ядрах клеток слюнных желез дрозофилы. Одновременно с Бриджесом те же структуры обнаружили Гейтц в Германии и Пайнтер в Америке. Все трое сообщили, что ими открыты гигантские хромосомы слюнных желез дрозофилы. Эти гигантские хромосомы были в 100-200 раз длиннее обычных и примерно во столько же раз толще» (там же, с.95). «Бриджес и Пайнтер быстро поняли, что напали на «золотоносную жилу». Темные диски они отождествили с генами. К тому же выводу пришел и русский ученый Н.К. Кольцов. Теперь гены можно было не то что пересчитать, но и рассмотреть» (там же, с.95).

Об этом же сообщает Н.В. Лучник в книге «Почему я похож на папу» (1969): «В конце прошлого века итальянский цитолог Бальбиани исследовал под микроскопом личинок садовой мошки – мелкой мухи из семейства толстоножек. Когда он стал рассматривать слюнные железы, то увидел совершенно необычную картину. Железы состояли из огромных клеток, во много раз превышавших размеры обычных. В клетках было что-то похожее на ядра, но тоже очень больших размеров и совершенно необычной структуры. Под микроскопом эти структуры выглядели, как комок толстого каната с поперечными полосками. Бальбиани удивился, описал наблюдаемую картину и этим ограничился. И долго никто не интересовался странными образованиями. Обратили на них внимание только в 1933 году, когда, наконец, выяснили природу структур, описанных некогда наблюдательным Бальбиани. Сделали это одновременно и **независимо друг от друга** Хейц и Бауер в Германии и Пайнтер в США. Помогла новая методика изготовления препаратов» (Лучник, 1969, с.82-83).

О заслугах американского цитогенетика Теофиуса Пайнтера, независимо открывшего гигантские (политенные) хромосомы у дрозофилы, пишет Д.С. Долина с соавторами в книге «Генетика» (2022): «После построения генетических карт встал вопрос о том, отвечает ли расположение генов в хромосоме, построенное на основании частоты кроссинговера, истинному расположению. С этой целью генетические карты нужно было сравнить с цитологическими. В 30-х гг. прошлого столетия Т. Пайнтер открыл в слюнных железах дрозофилы гигантские хромосомы, строение которых можно было изучать под микроскопом. Появилась возможность сверить генетические карты с фактическим расположением генов в хромосомах» (Долина и др., 2022, с.61).

**623. Открытие групп крови.** Согласно традиционной точке зрения, первооткрывателем групп крови является австрийский врач и иммунолог Карл Ландштейнер (1868-1943), который в 1930 г. получил за это открытие Нобелевскую премию по физиологии и медицине. Однако независимо от него группы крови обнаружил и описал чешский врач Ян Янский (1873-1921).

В.В. Кованов в книге «Эксперимент в хирургии» (1989) пишет: «Учение о группах крови связано с именем польского ученого К. Ландштейнера, который в 1901 году обнаружил, что сыворотка одних людей может агглютинировать (склеивать) эритроциты других. По указанным свойствам он разделил всех людей на 3 группы. Позднее, в 1907 году



польский врач Я. Янский **независимо** от К. Ландштейнера повторил открытие, но установил еще и четвертую группу крови. Это учение не сразу нашло сторонников, и определение группы крови игнорировалось некоторыми врачами...» (Кованов, 1989, с.147-148).

Об этом же сообщает Игорь Кветной в книге «30 величайших открытий в истории медицины, которые навсегда изменили нашу жизнь» (2013): «Справедливости ради следует отметить, что, **независимо** от К. Ландштейнера, чешский врач Ян Янский в начале XX века, анализируя в Карловом университете в Праге 3000 проб крови, полученных у психически больных, также открыл четыре группы крови, но австрийский иммунолог был все же первым» (И. Кветной, 2013).

Аналогичные сведения можно найти в книге Марка Поповского «Путь к сердцу. Рассказы о медицине и ее творцах» (1960), где автор повествует: «В 1906 году профессор Пражского университета психиатр Ян Янский, **не зная о работах** венского коллеги (Ландштейнера – Н.Н.Б.), тоже открыл группы крови. Кстати, Янский совершенно правильно указал, что групп этих не три, а четыре. Еще четыре года спустя **независимо** от Янского и Ландштейнера группы крови обнаружил американец Мосс. Все эти исследования обсуждались многократно в медицинской прессе, но вне всякой связи с переливанием крови. Прошло много лет, пока общество и сами открыватели поняли действительную ценность этого вклада в науку» (Поповский, 1960, с.261).

**624. Открытие закона Харди – Вайнберга.** Как известно, данный закон утверждает, что в биологической популяции бесконечно большого размера, в которой не действует естественный отбор, не идет мутационный процесс, не происходит дрейф генов, - частоты генотипов по какому-либо гену будут неизменными (постоянными) из поколения в поколение. Эту закономерность, позволяющую оценить популяционный риск генетически обусловленных заболеваний, открыли независимо друг от друга английский математик Годфри Харди (1877-1947) и немецкий врач Вильгельм Вайнберг (1862-1937).

Н.В. Лебедева, Н.Н. Дроздов и Д.А. Криволюцкий в книге «Биологическое разнообразие» (2004) сообщают: «Закон Харди – Вайнберга сформулировали в 1908 г. **независимо друг от друга** математик Г.Х. Харди в Англии и врач В. Вайнберг в Германии» (Лебедева и др., 2004, с.31). «Закон Харди – Вайнберга гласит, что процесс наследования преобладает сам по себе не ведет к изменению частот аллелей и (при случайном скрещивании) частот генотипов по определенному локусу. Более того, при случайном скрещивании равновесные частоты генотипов по данному локусу достигаются за одно поколение, если исходные частоты аллелей одинаковы у обоих полов» (там же, с.32).

Об этом же пишут Д.С. Долина, С.Е. Базылев и др. в книге «Генетика» (2022): «Изучение генетических особенностей популяций связано с исследованиями английского математика Г. Харди и немецкого врача В. Вайнберга, которые **независимо друг от друга** в 1908 г. установили математическую закономерность постоянства генетического состава панмиктической популяции. В таких популяциях частоты генов и частоты генотипов не изменяются из поколения в поколение, они имеют постоянное соотношение. О популяциях с постоянным соотношением говорят, что они находятся в равновесии Харди - Вайнберга» (Долина и др., 2022, с.159-160).

**625. Рождение концепции параллельных рядов эволюции генетических и гистологических признаков.** Автором теории параллельных рядов генетических признаков (гомологических рядов наследственной изменчивости) является Николай Иванович Вавилов (1887-1943), а создателем теории параллельных рядов гистологических признаков (параллельных рядов эволюционных изменений тканей и клеток) – Алексей Алексеевич Заварзин (1886-1945). Несмотря на значительное сходство двух указанных концепций, их авторы работали совершенно независимо, не зная о результатах друг друга.

Г.А. Невмывака в книге «Алексей Алексеевич Заварзин» (1971) пишет об этих теориях, упоминая также концепцию номогенеза Льва Семеновича Берга: «Опубликование теории параллелизма тканевых структур А.А. Заварзина (1923) по времени почти совпало с появлением теории гомологических рядов Н.И. Вавилова (1921) и теорией номогенеза Л.С. Берга (1922). Основой для этих трех теорий наших выдающихся ученых послужило явление параллелизма, понятое как независимо возникновение сходных признаков в эволюции организмов, с дальнейшим развитием их в одинаковых направлениях. Первая из указанных теорий трактует параллелизм в клетках и тканях, вторая – в наследственных механизмах систематических признаков сравнительно близких форм (родов и видов), третья – в сравнительно-анатомических рядах. Теории эти были созданы совершенно **независимо друг от друга**; их авторы во время работы над ними находились в разных городах и вряд ли даже знали что-нибудь друг о друге. При этом многие факты, послужившие в дальнейшем А.А. Заварзину главными опорами для теории параллелизма, были опубликованы им еще в 1913 г.» (Невмывака, 1971, с.6-7).

**626. Открытие генетических мутаций, вызванных рентгеновским и радиоактивным излучением.** Американский генетик Герман Меллер (1890-1967), проводя эксперименты по воздействию различных доз рентгеновского излучения на мух-дрозофил, открыл мутагенный эффект этого излучения и тем самым показал, как можно вызывать искусственные наследственные изменения у различных животных. В 1946 г. Г. Меллер удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине. Вместе с тем, следует отметить, что независимо от Г. Меллера советский биолог Георгий Адамович Надсон (1867-1939) сделал аналогичное открытие, обнаружив появление мутаций у дрожжевых клеток под влиянием радиационного излучения.

С.Э. Шноль в книге «Герои, злодеи, конформисты отечественной науки» (2010) повествует: «Сначала искусственное ускорение мутаций вызывали с помощью рентгеновского и радиоактивного излучений. За такие эксперименты с дрозофилой всемирно известный Г.Дж. Меллер получил Нобелевскую премию. Однако почти никто не знает, что **независимо** и, может быть, раньше Меллера радиационный мутагенез в опытах на дрожжах открыл академик Г.А. Надсон, арестованный и погубленный в 1937 г.» (Шноль, 2010, с.388).

Г.А. Надсон получил также мутации при работе с грибами. Т.А. Курсанова в статье «Судьба ученого в контексте идеологической борьбы в Академии наук СССР. К 150-летию академика Г.А. Надсона» (журнал «Историко-биологические исследования», 2017, том 9, № 3) пишет: «В мае 1925 г. на III Всесоюзном съезде рентгенологов и радиологов в Ленинграде Надсон доложил о других результатах работ, проведенных с Г.С. Филипповым. В данной работе безупречными опытами была продемонстрирована возможность получить при действии точно дозируемого физического фактора наследственно стойких измененных форм – мутантов. Авторы описали результаты по получению наследственных изменений у двух плесневых грибов – *Mucor genevensis* и *Zygorrhynchus moelleri*. Опыты ставились четко и просто, наблюдения велись прижизненные, брались чистые культуры, продолжительность облучения варьировалась, исследования под микроскопом проводились как непосредственно после облучения, так и по фазам развития реакции живых организмов на лучевое воздействие. Обязательно рассматривали контрольные культуры, то есть развившиеся в тех же условиях, но не облученные» (Курсанова, 2017, с.61).

Автор резюмирует: «Г.А. Надсон отчетливо понимал научное значение сделанного им открытия и видел его громадные перспективы. Он всегда интересовался возможным применением результатов своих исследований на практике. Уделяя в работах внимание вопросам радиационной селекции, он указывал на заманчивость получения при помощи рентгеновых лучей или радия полезных форм микроорганизмов и растений. Первые успешные опыты по радиационной селекции микроорганизмов были получены в его

лабораториях. Это дает основание считать Надсона основоположником не только радиационной генетики, но и радиационной селекции микроорганизмов» (Курсанова, 2017, с.64-65).

Этот же вопрос обсуждает Р.А. Фандо в книге «Формирование научных школ в отечественной генетике в 1930-1940-е гг.» (2005): «Первые рентгеномутации были получены отечественными исследователями Г.А. Надсоном и Г.С. Филипповым в опытах на плесневых грибах *Mucor genevensis* и *Zygorrhynchus moelleri* (1925), а затем на дрожжах: *Sporobolomyces* (Г.А. Надсон, Г.С. Филиппов, 1931) и *Saccharomyces* (Г.А. Надсон, Е.А. Штерн, 1931). Наибольший интерес у ученых вызвал тот факт, что после рентгеновского облучения родительских форм в последующих поколениях образовались новые расы грибов, которые соответствовали мутантам. Таким образом, было показано, что рентгеновское облучение увеличивает процент мутантных особей, то есть является мутагеном. В 1927 г. Г. Меллер доказал влияние рентгеновских лучей на мутационный процесс у дрозофилы» (Фандо, 2005, с.86-87).

Автор приводит соответствующие публикации Г.А. Надсона и его соавторов:

- Надсон Г.А., Филиппов Г.С. О влиянии рентгеновских лучей на половой процесс и образование мутантов у низших грибов (Mucoraceae) // Вестник рентгенологии и радиологии. – 1925. – Том III. – Вып.6.

- Надсон Г.А., Штерн Е.А. О действии ультрафиолетовых и рентгеновских лучей на клетку дрожжей // сборник «Классики советской генетики». – Ленинград: «Наука», 1968. – С.129-132.

Процитируем еще одну работу. Н.В. Лучник в книге «Почему я похож на папу» (1969) повествует: «...Еще за два года до Меллера удалось искусственно получить мутации двум ленинградским ученым – академику Георгию Адамовичу Надсону и его молодому сотруднику Григорию Семеновичу Филиппову, работавшим в Институте рентгенологии и радиологии. Они получили мутации под действием радиоактивных веществ. Объектом, который они использовали в своих опытах, были дрожжи. Их первая статья об этих опытах была напечатана в трудах института, в котором они работали, в 1925 году. Тогда же они опубликовали статью о полученных ими результатах и во французском журнале. Таким образом, в первых же опытах мутации были получены и у животных, и у растений, и у микроорганизмов. Во всех трех случаях мутации были вызваны с помощью радиации. С этого времени начала быстро развиваться новая наука – радиационная генетика. Как это ни печально, но возникновение радиационной генетики обычно связывают с именами Меллера и Стадлера, преимущественно с именем Меллера. Особенно это печально потому, что в работе Надсона и Филиппова речь идет вовсе не о случайном наблюдении, которому авторы сами не придали значения, как это нередко бывает. Нет, ученые пришли к своим опытам вполне сознательно: ведь и работали они в рентгеновском институте. И вполне оценили возможное значение своего открытия» (Лучник, 1969, с.145-146).

**627. Открытие кроссинговера хромосом.** Кроссинговер хромосом экспериментально обнаружили независимо друг от друга немецкий генетик Курт Штерн (1902-1981) и американская женщина-ученый Барбара Мак-Клинтон (1902-1992), которая в наибольшей степени известна открытием мобильных генов, за что получила в 1983 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине.

А.Д. Ноздрачев, М.А. Пальцев, Е.Л. Поляков и другие в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) пишут о Барбаре Мак-Клинтон: «Она вместе с генетиком Хэриет Крейтон (Creighton, 1909-2004) впервые обнаружила, что хромосомы кукурузы обмениваются генетическим материалом и информацией во время кроссинговера хромосом на ранних стадиях мейоза – процесса деления клеток, в результате которого происходит образование зародышевых, или половых клеток, имеющих вдвое меньшее число хромосом, чем соматические, или тканевые, клетки. Во время оплодотворения число хромосом удваивается» (Ноздрачев и др., 2019, с.325).

«В 1933 г. получила стипендию Фонда Гуггенхейма для работы в Германии с немецким генетиком Куртом Штерном (Stern, 1902-1981), который показал наличие кроссинговера хромосом у дрозофилы **неделями позже**, чем она с Х. Крейтон обнаружили это явление в опытах с кукурузой» (там же, с.326).

О независимом открытии Курта Штерна сообщает Валерий Сойфер в книге «Арифметика наследственности» (1970): «Успех выпал на долю немецкого генетика Курта Штерна. Этот ученый сумел соединить в одном лице изящество хирурга, абстрактность мышления генетика и экспериментальную точность цитолога. <...> Как уже говорилось, само по себе переплетение хромосом не может служить достаточно надежным доказательством обмена кусками. Вот если бы одна хромосома как-то отличалась от другой своей формой, то тогда можно было бы следить за хромосомами под микроскопом. Но, к сожалению, отличия гомологичных хромосом слишком незначительны и не позволяют провести такое исследование. И тогда Курт Штерн решил «переделать» хромосомы по-своему. Прежде всего, он получил две расы дрозофил, отличающихся своими генами. Самки имели две доминантные мутации, а у самцов те же гены были в рецессивном состоянии. Наличие разных генов (маркирующих) очень пригодилось Штерну. Он мог следить за перемещениями генов в случае возможного кроссинговера. Теперь Штерн берется отобрать мух, у которых различия между хромосомами были бы хорошо видны» (Сойфер, 1970, с.92-93).

Автор продолжает: «Генетику Штерну ничего не стоило совместить обе «уродливые» хромосомы в клетках одной самки, и теперь оставалось подобрать подходящего самца, чтобы перекрестить меченые хромосомы самки с обычной X-хромосомой отца. Последнюю операцию Штерн также блестяще осуществил. Отличить место перекреста хромосом не составило труда» (там же, с.94).

## **628. Открытие теломеров – структур, защищающих хромосомы от деградации.**

Участки молекул ДНК, защищающие хромосомы от деградации и названные «теломерами», открыли независимо друг от друга два исследователя - Барбара Мак-Клинток (упомянутая выше) и Герман Меллер, разделяющий с Г.А. Надсоном честь открытия мутагенного эффекта рентгеновских и радиоактивных лучей. Как известно, в 1960-х годах Леонард Хейфлик открыл ограниченную способность репликации соматических клеток, а российский ученый Алексей Матвеевич Оловников (1936-2022) обнаружил связь между этой ограниченной способностью (лимитом Хейфлика) и укорочением теломер. Тем самым была выявлена связь между активностью теломер и клеточным старением, что лишнее подчеркивает значимость открытия, которое сделали Б. Мак-Клинток и Г. Меллер независимо друг от друга.

О.М. Драпкина и Р.Н. Шепель в статье «Теломеры и теломеразный комплекс. Основные клинические проявления генетического сбоя» (журнал «Кардиоваскулярная терапия и профилактика», 2015, № 14 (1)) сообщают: «В 1938 г. генетики Барбара Мак-Клинток (McClintock B.) и Герман Меллер (Muller H.J.) **независимо друг от друга** установили, что фрагментация хромосом и появление у них дополнительных концов ведут к хромосомным перестройкам и их деградации. В сохранности остаются лишь области хромосом, прилегающие к их естественным концам. Лишенные концевых теломер хромосомы начинают с большей частотой сливаться, что ведет к формированию тяжелых генетических аномалий. Ученые пришли к выводу, что естественные концы линейных хромосом защищены специальными структурами. Г.Меллер предложил называть их теломерами (от греч. «telos» - конец и «meros» - часть)» (Драпкина, Шепель, 2015, с.70).

Об этом же пишет А.А. Богданов в статье «Теломеры и теломераза» («Соросовский образовательный журнал», 1998, № 12): «Существование специальных структур на концах хромосом было постулировано в 1938 году классиками генетики, лауреатами Нобелевской премии Барбарой Мак-Клинток и Германом Мёллером. **Независимо друг от друга** они обнаружили, что фрагментация хромосом (под действием рентгеновского облучения) и

появление у них дополнительных концов ведут к хромосомным перестройкам и деградации хромосом. В сохранности оставались лишь области хромосом, прилегающие к их естественным концам. Лишенные концевых теломер, хромосомы начинают сливаться с большой частотой, что ведет к тяжелым генетическим аномалиям. Следовательно, заключили они, естественные концы линейных хромосом защищены специальными структурами. Г. Мёллер предложил называть их теломерами (от греч. телос – конец и мерос – часть)» (Богданов, 1998, с.13).

**629. Рождение концепции «один ген – один фермент».** Принято считать, что авторами концепции «один ген – один фермент» являются американские генетики Джордж Бидл (1903-1989) и Эдуард Тейтем (1909-1975), которые в 1940-х годах экспериментально показали, что генные мутации лишают организм способности синтезировать необходимые для роста аминокислоты или витамины. Этот результат принес им в 1958 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине. Однако задолго до исследований Дж. Бидла и Э. Тейтема концепцию «один ген – один фермент» сформулировали независимо друг от друга английский физиолог и эволюционист Джон Холдейн (1892-1964) и немецкий генетик Рихард Гольдшмидт (1878-1958). Аналогичную теорию предлагал также британский генетик и статистик Сьюалл Райт (1889-1988).

Г.Э. Фельдман в книге «Джон Бэрдон Сандерсон Холдейн» (1976) пишет: «Основную гипотезу, известную как закон «один ген – один фермент», Холдейн сформулировал еще в 1920 г. Он был уверен и часто подчеркивал, что она справедлива в отношении всех организмов, в том числе и человека. Однако идея эта была высказана не только Холдейном, **независимо от него** и почти одновременно с ним С. Райт и Р. Гольдшмидт пришли к аналогичному выводу. Холдейн писал, что эта мысль возникла у него под влиянием работы Л. Кэно, который впервые исследовал генетические особенности пигментации у мышей и пришел к выводу о взаимодействии и контролирующем влиянии генов, участвующих в формировании окраски покровов» (Г.Э. Фельдман, 1976).

**630. Открытие бактериофагов (вирусов, инфицирующих бактерии).** Представление о существовании бактериофагов вошло в науку благодаря исследованиям двух ученых – англичанина Фредерика Уильяма Туорта (1877-1950) и канадца Феликса Губерта Д'Эрелля (1873-1949), которые работали независимо друг от друга.

А. Азимов в книге «Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций» (2006) указывает: «Наиболее четкое и подробное представление о механизме инфицирования клетки вирусными частицами дало изучение группы вирусов, так называемых бактериофагов, которых открыли **независимо друг от друга** английский и канадский микробиологи Фредерик Уильям Туорт и Феликс Губерт Д'Эрелль, соответственно в 1915-м и в 1917 годах. Как ни странно, эти вирусы являются микроорганизмами, которые охотятся за другими микроорганизмами, а именно бактериями» (Азимов, 2006, с.621).

Аналогичные сведения можно найти в книге Н.В. Литусова «История микробиологии» (2012), где автор отмечает: «В отличие от бактерий, вирусы не имеют клеточного строения и способны размножаться только внутри живой клетки. На питательных средах они не культивируются. В последующие годы были открыты многие вирусы, поражающие человека, животных, растения и даже бактерий (бактериофаги). Так, в 1915 г. английский бактериолог Фредерик Туорт описал агент, который вызывал лизис стафилококков и был способен проходить через бактериальный фильтр. **Независимо от него** в 1917 г. французско-канадский микробиолог Феликс Хьюберт Д'Эрель сообщил об открытии бактериофагов» (Литусов, 2012, с.22-23).

**631. Открытие физиологического действия экстрактов надпочечников (эффекта адреналина).** Физиологическое действие экстрактов надпочечников, то есть

биологический эффект адреналина, обнаружили независимо друг от друга польско-русский ученый Наполеон Осипович Цибульский (1854-1919) и Л. Шиманович, с одной стороны, и британские физиологи Эдвард Альберт Шарпи-Шефер (1850-1935) и Джордж Оливер (1841-1915).

Х.С. Коштоянц в статье «Выдающийся польский физиолог» (журнал «Природа», 1955, № 7) пишет: «Идя совершенно самостоятельными путями, одновременно (а, может быть, и несколько раньше) и **независимо от Оливера и Шефера**, Цибульский и Шиманович открыли физиологическое действие экстрактов надпочечников (т.е. адреналина и адреналиноподобных веществ). Особенно примечательно, что в работах Цибульского и Шимановича ясно указывается факт окисляемости адреналина и возникновение при этом продуктов, теряющих первоначальную активность и имеющих даже токсическое действие. Как известно, первое сообщение о результатах опытов, касающихся вопроса о функции надпочечной железы, было сделано Н.О. Цибульским в начале марта 1895 г. в Обществе врачей в Кракове» (Коштоянц, 1955, с.80).

Об этом же сообщают Т.К. Мавропуло, Д.О. Иванов, Ю.В. Петренко и Д.Н. Сурков в статье «Некоторые штрихи к открытию гормонов надпочечников» («Бюллетень Федерального центра сердца, крови и эндокринологии (ФЦСКЭ) им. В.А. Алмазова», 2013, октябрь): «Выделение и синтез самих гормонов надпочечников состоялось в XX веке. И это тоже, на наш взгляд, интересная история. Официально всё выглядит следующим образом. В 1901 американский ученый Т. Олдрич и японский исследователь Дж. Такаминэ, независимо друг от друга, выделили в кристаллическом виде гормон мозгового вещества надпочечников - адреналин, а в 1905 немецкий профессор Ф. Штольц и английский естествоиспытатель Х. Дакин синтезировали его. Ну, есть один нюанс. В майском номере «Военно-медицинского журнала» в 1896 году была опубликована статья Н.О. Цибульского «О функции надпочечной железы» [17]. По сути, смысл его работы хорошо суммировал П.П. Саксонов в 1950 году. Позволим себе небольшую выдержку: «Цибульский и его сотрудник Шиманович начали свое исследование в 1891 г. Они приготовили водную вытяжку из мозгового слоя надпочечников и подробно изучили ее физиологическое действие на кровообращение и дыхание животных. Цибульский пытался определить химическую природу вещества, но это ему не удалось «вследствие очень малых количеств, которые можно было получить в чистом виде после испарения растворителей». Последнее свидетельствует о том, что Цибульский, очевидно, выделил адреналин в чистом, кристаллическом виде. Следовательно, приоритет в этом отношении принадлежит ему, а не Абелю (1897, 1899), Фюрту (1900), Такаминэ (1901), Эльдриху (1901) и др.; Цибульский опередил их, по крайней мере, на 8-10 лет» (Мавропуло и др., 2013, с.94-95).

Авторы продолжают цитировать П.П. Саксонова: «Приведенная работа Цибульского красноречиво свидетельствует о том, что **независимо от Оливера и Шеффера** и одновременно с ними (а, может быть, даже раньше!) установил наличие гормона в мозговом слое надпочечников и изучил его важнейшие физиологические свойства, но в отличие от них выделил его в чистом, кристаллическом виде, отнеся к группе алкалоидов» (там же, с.95).

Дополнительная литература по теме:

- Шифрин М. 100 рассказов из истории медицины. Величайшие открытия, подвиги и преступления во имя вашего здоровья и долголетия. – М.: «Альпина Паблицер», 2019. – 696 с.

**632. Выделение кристаллического адреналина в исследованиях Т.Б. Олдрича и Т. Такаминэ.** Выделение кристаллического адреналина из коры надпочечников также не было открытием, сделанным одним-единственным ученым. Этот исследовательский успех – результат кропотливой работы двух биохимиков, проводивших эксперименты независимо друг от друга. Мы имеем в виду японца Дзекити (Йокичи) Такаминэ и Томаса Белла Олдрича.

В книге «История биологии от начала XX века до наших дней» (1975) сообщается: «В 1901 г. **независимо друг от друга** И. Такамина и Т.Б. Олдрич выделили из ткани надпочечника кристаллический адреналин. Этот факт явился выдающимся событием, так как впервые было получено в химически чистом виде вещество, образуемое железой внутренней секреции. С этого времени ведет свое начало современный этап физиологии желез внутренней секреции» («История биологии...», 1975, с.102).

Об этом же сообщают Л.П. Чурилов и Ю.И. Строев в статье «Эндокринология как междисциплинарная область медицины: ее становление и перспективы развития» (журнал «Клиническая патофизиология», 2016, № 2): «В 1900 г. японский инженер-химик и американский предприниматель (производитель sake) Йокитчи Такаmine выделил вместе с помощником Кейдзо Уенакой из надпочечников скота простое кристаллическое вещество, полностью воспроизводившее в эксперименте все симптомы возбуждения симпатической нервной системы [19], и, запатентовав его 5 ноября 1900 г., стал производить этот субстрат под названием «адреналин» для компании «Парк, Дейвис и К°. Американец Томас Белл Олдрич выделил это вещество **независимо** и даже правильнее, чем Й. Такаmine, определил его формулу, но его публикация была лишь второй. (Конкурирующая фирма ввела для аналогичного продукта Олдрича укрепившееся в США и Канаде наименование «эпинефрин»). Это открытие имело огромное влияние на умы медиков и всех читающих людей: шутка ли – явления, наблюдаемые при гневе, ярости, волнении и страхе, как оказалось, не сумма высоких духовно-психических флюидов или же взаимодействий таинственных нейроанатомических структур, а результат влияния конкретной простой и «безмозглой» аптечной субстанции!» (Чурилов, Строев, 2016, с.6).

Здесь [19] – публикация Д. Такаминэ (1901).

**633. Открытие химической передачи нервных импульсов.** Как известно, в 1921 г., изучая влияние блуждающего нерва на интенсивность сердечной деятельности, австрийско-немецкий фармаколог Отто Леви (1873-1961) произвел интересный опыт. Сердце лягушки с блуждающим нервом было отделено и помещено в сосуд с питательным раствором, не влияющим на частоту сердечных сокращений. Возбуждая нерв, Леви добивался остановки сердца, после чего раствор из этого сосуда он добавлял в другой сосуд, где сокращалось сердце такой же лягушки, но без нерва. В результате деятельность этого сердца также ослабевала и прекращалась совсем. Отсюда Леви пришел к выводу, что при возбуждении нерва освобождается некое вещество, которое сохраняет свое действие в растворе. Позже выяснилось, что этим веществом является ацетилхолин (один из первых нейромедиаторов, открытых учеными). В 1936 г. этот эксперимент принес Леви Нобелевскую премию по физиологии и медицине с формулировкой «за открытия, связанные с химической передачей нервных импульсов». Поставим вопрос: проводились ли похожие исследования в 1920-е годы и приходил ли кто-нибудь из физиологов к тем же выводам, что и Отто Леви? Да, проводились. Автором этих исследований был американский исследователь Уолтер Кеннон (1871-1945), который независимо от своего европейского коллеги получил аналогичный результат. Он установил, что раздражение симпатических нервов приводит к выделению их окончаниями химического вещества, которое способно вызывать симпатико-подобные реакции.

М.Г. Ярошевский и С.А. Чеснокова в книге «Уолтер Кеннон» (1976) пишут: «К 20-м годам ученым были известны тесты на содержание адреналина в крови или в исследуемой жидкости. Особую чувствительность к адреналину, как оказалось, проявляет мигательная мембрана глаза кошки, денервированное или изолированное сердце теплокровных животных, небеременная матка кошки. Кеннон использовал эти тесты в то время, когда Отто Леви в Австрии пытался доказать наличие медиатора, выделяемого блуждающим нервом в сердце лягушки. Кеннон с сотрудниками в Соединенных Штатах Америки с неменьшим упорством искали пути доказательства того, что симпатический нерв действует на ткани также с помощью медиатора. Работа Кеннона и Урайдла [27] была опубликована

в «Американском физиологическом журнале» в 1921 г., в том же году, что и работа Леви. **Независимо от Леви и одновременно** с ним Кеннон, используя совершенно другую методику, доказал, что раздражение симпатических нервов приводит к выделению их окончаниями химического вещества, способного проникать в кровь, разноситься с кровотоком по организму и вызывать симпатико-подобные реакции. Опыты ставились на кошках, причем одно и то же животное служило как источник симпатического медиатора и одновременно как объект, на котором тестировался получаемый медиатор» (Ярошевский, Чеснокова, 1976, с.243). Авторы резюмируют: «Серия других (аналогичных – Н.Н.Б.) опытов позволила Кеннону и Урайдлу сделать вывод, что окончания симпатического нерва в печени выделяют химическое вещество, действующее на сердце так же, как адреналин. По своему значению это открытие **не уступало** открытию Леви» (там же, с.244).

Здесь [27] – Cannon W., Uridil J. Studies on the conditions of activity in endocrine glands. Some effects on the denervated heart of stimulating the nerves of the liver // American Journal of Physiology. – 1921. – Vol.58. – P.353-364.

**634. Открытие процесса превращения эргостерола в витамин D под действием света.** Исследования, которые завершились данным открытием, проводили независимо друг от друга британский биохимик Отто Розенхайм (1871-1955) и немецкий ученый Адольф Виндаус (1876-1959), лауреат Нобелевской премии по химии за 1928 год. О. Розенхайм работал совместно с Т.А. Вебстером.

А. Азимов в книге «Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций» (2006) указывает: «Расщепляя жиры на фракции и воздействуя на эти фракции солнечным светом, исследователи установили, что вещество, которое при действии света переходит в витамин D, является стероидом. Но какой это стероид? Они проверили холестерин и другие известные природные стероиды, но не обнаружили у них свойств витамина D. Позже, в 1926 году, американские биохимики Отто Розенхайм и Т.А. Вебстер обнаружили, что под действием света в витамин D превращается очень близкое к нему по химической структуре вещество эргостерол, которое было выделено ранее из ржи, пораженной спорыньей. **Одновременно и независимо** от них это же открытие сделал немецкий химик Адольф Виндаус. За эту работу, а также и за другие достижения в области изучения стероидов Виндаус в 1928 году был удостоен звания лауреата Нобелевской премии в области химии» (Азимов, 2006, с.658-659).

**635. Открытие гормона эстрогена.** Гормон под названием «эстроген» открыли независимо друг от друга два исследователя – немецкий биохимик Адольф Бутенандт (1903-1995) и американский ученый Эдуард Дойзи (1893-1986). А. Бутенандт получил Нобелевскую премию (по химии) в 1939 г., а Э. Дойзи – ту же премию (по физиологии и медицине) в 1943 г.

А. Азимов в книге «Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций» (2006) указывает: «История открытия стероидных гормонов восходит к 1927 году, когда два немецких физиолога Бернхард Цондек и Зелмар Ашхейм обнаружили интересный факт: экстракт мочи беременных женщин при введении его самкам мышей или крыс вызывал у животных течку. <...> Исследователям сразу же стало ясно, что они открыли неизвестный ранее гормон, выполняющий специфические функции, - половой гормон. Два года спустя ученые Адольф Фридрих Бутенандт, в Германии, и Эдвард Эдалберт Дойси, в Америке, **независимо выделили** этот гормон в чистом виде. Ему дали название эстрон (от слова «эструс», которое означает течку у самок животных). Структура эстрона была быстро установлена – это был стероид, основу которого составляли четыре сочлененных кольца холестерина. За свой вклад в открытие половых гормонов Бутенандту в 1939 году была присуждена Нобелевская премия по химии» (Азимов, 2006, с.685-686).

Об этом же сообщают Л. Физер и М. Физер в книге «Стероиды» (1964): «Большого прогресса в отношении разработки метода выделения чистого гормона не наблюдалось до



1927 г., когда Ашхейм и Цондек [2] установили, что эстрогенные вещества выделяются в значительном количестве с мочой беременных женщин. Это наблюдение имело огромное значение и позволило путем экстрагирования мочи беременных женщин бензолом или эфиром получать растворы гормона высокой биологической активности и с меньшим содержанием загрязняющих примесей, чем при экстрагировании тканей. Наличие надежного биологического метода испытания физиологической активности гормона и доступного и удобного источника его получения позволило быстро завершить работу по разработке метода выделения чистого гормона, и в 1929 г. он был получен в чистом кристаллическом состоянии двумя группами исследователей: Дойзи с сотрудниками [3] в Высшей медицинской школе в Сен-Луи и Бутенандтом [4] в Геттингене. Оба исследователя в качестве исходного материала использовали мочу беременных женщин» (Л. Физер, М. Физер, 1964, с.464).

Аналогичная информация представлена в книге А.Д. Ноздрачева, М.А. Пальцева, Е.Л. Полякова и др. «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019), где авторы говорят об Эдуарде Дойзи: «В 1929-1930 гг. он преуспел в выделении эстрогена одновременно с немецким химиком и физиологом Адольфом Бутенандтом и **независимо от него**, но только Бутенандт (без Дойзи) был удостоен (совместно с Леопольдом Ружичкой) Нобелевской премии по химии в 1939 г.» (Ноздрачев и др., 2019, с.174).

Приведем еще один источник. В 1-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) сообщается: «Шеринг корпорейшн» предоставила в распоряжение Бутенандта концентрированные экстракты биологически активного гормонального вещества, полученного из мочи беременных женщин. Из этого вещества Бутенандт выделил в 1929 г. женский половой гормон в чистой кристаллической форме. Поскольку он был синтезирован и выделен клетками, которые заполняют фолликулы яичника, Бутенандт назвал это вещество фолликулином. Позднее переименованный в эстрон, этот гормон представляет собой эстроген, который определяет особенности телосложения женщин, стимулирует развитие женских половых органов. Приблизительно в то же самое время **независимо от Бутенандта** американский биохимик Эдуард А. Дойзи синтезировал эстрон в кристаллическом виде» («Лауреаты Нобелевской премии», 1992, с.209-210).

**636. Создание гормональной теории фототропизма.** Гормональную теорию фототропизма растений разработали независимо друг от друга русский ботаник Николай Григорьевич Холодный (1882-1953) и голландский исследователь Фритс Вармолт Вент (1903-1990).

В.В. Кузнецов и Г.А. Дмитриева в учебном пособии «Физиология растений» (2006) пишут: «Родоначальником учения о фототропизме признан Ч. Дарвин. <...> Чтобы выяснить, какая часть растения воспринимает световое раздражение, Дарвин освещал проростки канареечной травы с одной стороны. При этом у одних колеоптилей были закрыты черной бумагой верхушки, а у других – средняя часть. Контрольные колеоптили освещались полностью. На следующий день непокрытые колеоптили и колеоптили с непокрытой верхушкой изогнулись по направлению к свету, в то время как колеоптили с колпачком на верхушке продолжали расти вертикально вверх. На основании этого опыта Дарвин сделал вывод: направление света воспринимает верхушка колеоптиля, ответная реакция – изгиб – возникает в зоне растяжения, лежащей ниже. Следовательно, клетки, воспринимающие действие света (рецептор), и клетки, отвечающие на это раздражение (эффектор), пространственно разделены. Поэтому Дарвин предположил, что у растений должны существовать вещества, которые синтезируются в одних клетках и передвигаются в другие. Гипотеза Ч. Дарвина была подтверждена П. Бойсен-Иенсеном (Дания) в 1913 г. с помощью простого опыта» (Кузнецов, Дмитриева, 2006, с.528-529). Далее авторы указывают: «В 1928 г. два физиолога растений – Н.Г. Холодный (СССР) и Ф.В. Вент (Нидерланды) – **независимо друг от друга** сформулировали гормональную теорию фототропизма. Они разделили фототропическую реакцию на 4 этапа: 1) восприятие

светового раздражения (рецепция); 2) возбуждение; 3) передача возбуждения; 4) реакция - изгиб» (там же, с.530).

Об этом же сообщают Н.Д. Алехина, Ю.В. Балнокин, В.Ф. Гавриленко и др. в книге «Физиология растений» (2005). Авторы описывают опыт, прояснивший природу сигнала, который обуславливает явление фототропизма: «...Наш соотечественник Н.Г. Холодный и немец Ф.В. Вент **независимо друг от друга** провели эксперименты для изучения природы этого сигнала. Вещество, передающее сигнал из апекса в зону изгиба, должно растворяться в воде. Значит, при помещении побеговых апексов в воду, в раствор перейдут и гипотетические ауксины. Затем нужно создать несимметричное распределение «ауксина»: верхушку с собственными ауксинами удалить, а на срез несимметрично нанести водный экстракт апексов. По техническим причинам опыт видоизменили: апексы располагали на агаровом геле, а растение декапитировали и сбоку накладывали на срез кубик агара с экстрактом. В таких условиях растения изгибались в сторону, противоположную наложенному агаровому блоку. Контролем служил агаровый блок, не пропитанный экстрактом побеговых апексов, - изгиба не было. Н.Г. Холодный и Ф.В. Вент доказали, что ростовое вещество существует и вызывает растяжение клеток» (там же, с.429-430).

История исследования фототропизма рассматривается также в статье О.Н. Кулаевой «Гормональная регуляция жизни растений» (энциклопедия «Современное естествознание», том 2, 2000): «Учение о гормонах растений ведет свое начало с 1880 г., когда была опубликована работа Ч. Дарвина и его сына, доказавших, что росточки канареечной травы, изгибаясь в сторону света, воспринимают его своей верхушкой, а реагируют на него изгибом ниже расположенной части. Они сделали вывод о существовании в растении сигнальной системы, которая воспринимает сигнал в одном участке и передает его в другой участок, где и осуществляется ответ на принятый сигнал. Дальнейшее развитие эти идеи получили в 20-30-е гг. нашего столетия, когда Ф. Вент в Америке и Н.Г. Холодный в нашей стране **независимо и одновременно** разработали основные положения теории гормональной регуляции роста растений, которая во всем мире называется теорией Вента - Холодного» (Кулаева, 2000, с.288).

Процитируем еще одну работу. Л.П. Бреславец, Б.Л. Исаченко, Н.А. Комарницкий и др. в книге «Очерки по истории русской ботаники» (1947) сообщают: «Путем тонких и остроумных опытов Холодный доказал, что здесь действительно имеет место передача особого ускоряющего рост вещества, обладающего свойствами гормона. Изгиб горизонтально положенного стебля вверх является результатом того, что этот гормон скапливается (скапливается – Н.Н.Б.) на нижней стороне и вызывает ее усиленный рост и, аналогично, смещением гормона на затененную сторону объясняется изгибание стебля по направлению к источнику света. Так была создана гормональная теория тропизмов, впервые сформулированная Холодным [69] в 1926 г., а так как **одновременно и независимо** к тем же заключениям пришел и голландский ботаник-физиолог Вент [70] (младший), то эта теория получила название теории Холодного – Вента. В настоящее время она является общепринятой в науке» (Бреславец и др., 1947, с.240-241).

**637. Обнаружение того, что этилен является гормоном растений.** Тот факт, что этилен используется в организме растений в качестве гормона, установили независимо друг от друга русский ботаник и физиолог Дмитрий Николаевич Нелюбов (1866-1926) и американский ученый Фрэнк Денни (Frank Denny, 1884-1971). Д.Н. Нелюбов открыл гормональную функцию этилена в 1901 г., а Ф. Дэнни – в 1920-е годы.

О.Н. Кулаева в статье «Гормональная регуляция жизни растений» (энциклопедия «Современное естествознание», том 2, 2000) пишет: «К гормонам растений относится также этилен. Это его свойство было открыто в 1901 г. в Санкт-Петербургском университете Д.Н. Нелюбовым. Он показал, что светильный газ (в который входит этилен) оказывает тройное воздействие на проростки гороха: подавляет рост стебля, вызывает его утолщение и изменяет ориентацию стебля в пространстве. Это открытие хотя и было опубликовано, но

долго оставалось не оцененным научной общественностью. Этилен как гормон растений, ускоряющий созревание плодов, снова был «открыт» в 20-е гг. В последующем было показано, что растения синтезируют этилен, и был установлен путь его биосинтеза» (Кулаева, 2000, с.291-292).

Аналогичные сведения можно найти в статье О.Н. Кулаевой «Этилен в жизни растений» («Соросовский образовательный журнал», 1998, № 11): «Участие этилена в регуляции роста растений открыто Д.Н. Нелюбовым в Санкт-Петербургском университете в 1901 г. Д.Н. Нелюбов установил, что содержащий этилен светильный газ вызывает большие изменения в росте проростков гороха. В крайне малых концентрациях (1 часть на 1600 000 частей воздуха) этилен вызывал тройную реакцию стебля этиолированных (выращенных в темноте) проростков гороха: он подавлял рост стебля в длину, вызывал его утолщение и изгиб в горизонтальном направлении. Несмотря на публикацию этих сведений, мировая научная общественность не обратила внимания на регуляторное действие этилена на рост растений. Этилен был **заново открыт** в качестве регулятора физиологических процессов у растений в 20-е годы в результате работ Ф. Денни (США) по ускорению созревания плодов под воздействием этилена» (Кулаева, 1998, с.78-79).

**638. Открытие абсцизовой кислоты – нового гормона растений.** Абсцизовая кислота (АБК) – очередной гормон растений, влияющий на их рост и развитие. У растений АБК содержится во всех органах – корнях, стеблях, почках, листьях, плодах. Данная кислота присутствует в клетках растений как в свободной форме, так и в виде конъюгатов с глюкозой. АБК была открыта разными учеными независимо друг от друга.

О.Н. Кулаева в статье «Гормональная регуляция жизни растений» (энциклопедия «Современное естествознание», том 2, 2000) пишет: «К числу гормонов растений относится абсцизовая кислота (АБК), выделенная в 1963 г. **одновременно и независимо** английским ученым Ф. Уорингом из листьев березы и явора и американскими специалистами Ф. Эддикотом, Б. Милборроу и К. Окумой из молодых коробочек хлопчатника. Ее формула была установлена в 1965 г. английским ученым Дж. Корнфордом и Окумой. АБК подавляет ростовые реакции растений, вызванные ауксином, цитокинином и гиббереллином, она тормозит дифференцировку хлоропластов, активируемую цитокинином» (Кулаева, 2000, с.291).

Этот же вопрос рассматривается в статье О.Н. Кулаевой «Как регулируется жизнь растений» («Соросовский образовательный журнал», 1995, № 1): «К числу гормонов растений относится абсцизовая кислота (АБК), выделенная в 1963 г. **одновременно и независимо** Ф. Уорингом из листьев березы и явора и Ф. Эддикотом, Б. Милборроу и К. Окумой из молодых коробочек хлопчатника [5]. Ее формула была установлена в 1965 г. Дж. Корнфордом и К. Окумой. АБК подавляет ростовые реакции растений, вызванные ауксином, цитокинином и гиббереллином, она тормозит дифференцировку хлоропластов, активируемую цитокинином» (Кулаева, 1995, с.23).

Здесь [5] – Уоринг Ф., Филлипс И. Рост растений и дифференцировка. – М.: «Мир», 1984.

**639. Открытие антибактериальных свойств плесени.** В 1928 г. в ходе одного из экспериментов британский микробиолог Александр Флеминг (1881-1955) случайно обнаружил, что колония плесневых грибов, попавшая в чашку Петри, где ученый выращивал и изучал бактерии определенного вида, стала подавлять рост и развитие этих бактерий. Ученый сделал правильный вывод о том, что плесневые грибы выделяют какое-то вещество, убивающее микробов. Впоследствии удалось выделить это вещество (названное пенициллином), которое оказалось эффективным средством борьбы с микробами. В 1945 г. Александр Флеминг удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине. Удивительный факт состоит в том, что независимо от А. Флеминга

антибактериальное действие плесени открывал в 1897 г. молодой французский ученый Эрнест Дюшен (1874-1912).

С.А. Кутя в статье «Вклад студентов-медиков в экспериментальную и клиническую медицину (из истории открытий)» («Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины», 2011, том 1, № 2 (2)) пишет: «В 1985 году в архивах Лионского университета была найдена диссертация студента-медика Эрнеста Августина Дюшена (1874-1912) «Новое в изучении жизненной конкуренции микроорганизмов. Антагонизм между плесенями и микробами», написанная им в 1897 г. В этой работе молодой ученый подробно описал свои эксперименты о применении плесени *Penicillium glaucum* у морских свинок для лечения тифа, продемонстрировавшей свою эффективность в отношении бактерии *Escherichia coli*. Это было первое в мире клиническое испытание того, что вскоре станет известным всему миру как пенициллин (только через тридцать с лишним лет пенициллин будет повторно открыт Александром Флемингом). Мысль об использовании плесени для лечения инфекционных заболеваний возникла после того, как будущий военный врач увидел арабских мальчишек-конюхов, использовавших плесень с еще сырых седел для обработки ран на спинах лошадей, натертых седлами. Считая целесообразным продолжить исследования в этой области, Дюшен отправил свою диссертацию в Парижский институт Пастера, но на его работу не обратили внимания и даже не прислали подтверждение о получении. Дюшен умер в неизвестности от туберкулеза в возрасте 37 лет [7]» (Кутя, 2011, с.137).

Об этом же сообщают К.А. Бугаевский, О.В. Пешиков и М.В. Пешикова в статье «Открытие пенициллина и стрептомицина, антибиотики и их создатели...» («Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии», 2021, том 1, № 2 (3)): «Еще в далеком 1897 году молодой военный врач из Лиона Эрнест Дюшен, наблюдая, как арабские конюхи смазывают раны у лошадей, натертые седлами, соскребая плесень с этих же влажных седел, сделал упомянутое выше открытие. Он провел исследования на морских свинках и написал докторскую диссертацию о полезных свойствах пенициллина. Однако Парижский институт Пастера не принял эту работу даже к рассмотрению, сославшись на то, что автору было всего 23 года» (Бугаевский и др., 2021, с.28).

**640. Разработка концепции происхождения жизни на Земле.** Теория возникновения жизни из первичного «бульона» органических веществ была разработана двумя биологами, работавшими независимо друг от друга. В 1924 г. эту концепцию предложил советский ученый Александр Иванович Опарин (1894-1980), а спустя пять лет – британский генетик и эволюционист Джон Холдейн (один из авторов идеи «один ген – один фермент»).

Майкл Джералд в книге «Великая биология. От зарождения жизни до эпигенетики» (2018) повествует: «Русский биохимик Александр Иванович Опарин и британский биолог-эволюционист Джон Бердон Сандерсон Холдейн **независимо друг от друга** предположили, что условия на первозданной Земле значительно отличались от тех, что существуют сейчас. В этих условиях могли протекать химические реакции, в результате которых из неорганических веществ образовывались органические компоненты. Научная литература изобилует теориями о том, как именно возникла жизнь, но ни одна из них не получила всеобщего признания. Большинство этих гипотез в том или ином виде основаны на гипотезе Опарина - Холдейна» (Джералд, 2018, с.10).

Об этом же сообщают Н.С. Евсеева, О.Н. Лефлат и Т.Н. Жилина в книге «Палеогеография (историческое земледевие)» (2016): «3 мая 1924 г. на собрании Русского ботанического общества молодой советский ученый А.И. Опарин с дерзостью, присущей молодости, позволил себе с новой точки зрения рассмотреть проблему возникновения жизни. Его доклад «О возникновении жизни» стал исходной точкой нового взгляда на вечную проблему «откуда мы пришли?» Пять лет спустя **независимо от Опарина** сходные идеи были развиты английским ученым Дж. Холдейном. Общим во

взглядах Опарина и Холдейна является попытка объяснить возникновение жизни в результате химической эволюции на первичной Земле» (Евсеева и др., 2016, с.75).

**641. Формулировка концепции неадаптивной эволюции.** Концепцию неадаптивной эволюции в форме теории дрейфа генов разработали британец Рональд Фишер (1890-1962) и упоминавшийся выше американский генетик и статистик С. Райт. Независимо от них аналогичную концепцию в форме теории генетико-автоматических процессов предложили советские ученые Николай Петрович Дубинин (1907-1998) и Дмитрий Дмитриевич Ромашов (1899-1963). Следует отметить, что возможность неадаптивной эволюции отмечали еще Сергей Сергеевич Четвериков (1880-1959) и Александр Сергеевич Серебровский (1892-1948).

Р.А. Фандо в книге «Формирование научных школ в отечественной генетике в 1930-1940-е гг.» (2005) пишет: «В 1920-1930-х годах в генетике начали обсуждаться идеи неадаптивной эволюции. В 1926 г. С.С. Четвериков писал: «У нас нет оснований отрицать возможность неадаптивной эволюции. Во многих случаях можно предполагать, что существующие адаптивные различия между близкими формами были не причиной расхождения последних, а, напротив, специфический характер этих адаптивных признаков является следствием уже ранее наступившего обособления форм». Аналогичные идеи об автоматических процессах изменения генных частот в популяциях были высказаны А.С. Серебровским (1927). Взяв за основу подобные гипотетические воззрения, Н.П. Дубинин и Д.Д. Ромашов разработали концепцию генетико-автоматических процессов (1931, 1932). Благодаря появлению идеи о генетико-автоматических процессах многие представления дарвиновской эволюции были значительно дополнены. Изменился взгляд классического дарвинизма по вопросу об адаптивной приспособленности признаков. Примерно в то же время идея о неадаптивных изменениях появилась в работах Р. Фишера (R.A. Fisher, 1930), С. Райта (S. Wright, 1931). Отечественными и зарубежными учеными **независимо друг от друга** было установлено, что изменение частот аллелей генов зависит не только от панмиктических процессов в популяции и силы отборного фактора, но и от случайных стохастических процессов, которые получили на Западе название «дрейфа генов», а в отечественной литературе «генетико-автоматических процессов» (Фандо, 2005, с.120).

Автор добавляет: «Впоследствии идеи о неадаптивности эволюционных преобразований снова стали популярными. На основе анализа белкового полиморфизма возникла идея «нейтральной эволюции», базирующаяся на неадаптивности эволюционных процессов, которые объясняются механизмами накопления нейтральных мутаций (М. Kimura, 1968, 1982, 1983). Подобные идеи были высказаны также сторонниками «недарвиновской эволюции» (J.L. King, T.H. Jukes, 1969)» (Фандо, 2005, с.122).

Об этом же сообщает Н.Н. Воронцов в статье «Разноликий Тимофеев-Ресовский» (журнал «Природа», 1995, № 10). Автор пишет о генетике популяций: «На Западе она выросла из теоретических работ Р. Фишера, Дж. Холдейна и С. Райта, превратившись в математическую генетику популяций. Это направление в нашей стране в 30-е годы было развито А.Н. Колмогоровым. Он был школьным другом генетика Д.Д. Ромашова – товарища Тимофеева (Тимофеева-Ресовского – Н.Н.Б.) по Четвериковскому семинару. <...> Ромашов вместе с Дубининым в 1931-1932 гг. **независимо** от «дрейфа генов», описанного Фишером и Райтом в 1920-1931 гг., пришли к идее «генетико-автоматических процессов». На модельных статистических экспериментах они показали, что возрастание или убывание частоты определенного гена (точнее, аллелей гена – взаимоконстрастирующих альтернативных состояний гена) может идти не под действием естественного отбора, а чисто случайно, стохастически, как итог изоляции одной популяции от другой» (Воронцов, 1995, с.101).

Аналогичная информация представлена в статье А.И. Ермолаева «Роль Сьюэла Райта в создании популяционной генетики» (журнал «Историко-биологические исследования», 2012, том 4, № 2), где автор сообщает: «...Открытие случайного дрейфа генов, сделанное

С. Райтом, было закономерным в научном плане событием. Почти к тем же выводам в те же годы пришел ученик С.С. Четверикова Дмитрий Дмитриевич Ромашов (1899-1963). Развивая идеи учителя, Д.Д. Ромашов в 1931 г. описал случайные процессы в популяции, которые он назвал «автоматическими», и для которых ученик А.С. Серебровского Н.П. Дубинин в том же 1931 г. предложил название «генетико-автоматические процессы» (ГАП). Существование ГАП Ромашов с Дубининым подтвердили в модельных опытах с выниманием черных и белых шаров из специальных урн. В 1932 г. они подготовили об этом статью – и (о ужас!) обнаружили, что **чуть раньше** их значительно более разработанную в математическом плане модель внутривидовых генетических процессов опубликовал американский генетик Сьюэл Райт» (Ермолаев, 2012, с.90).

Далее автор объясняет, почему Н.П. Дубинин никогда не ссылался на работы С. Райта: «Скорее всего, ему было трудно до конца изжить то разочарование, которое ему пришлось испытать на рубеже 1931-1932 годов, прочтя знаменитую статью Райта и поняв, что Райт **одновременно** с Ромашовым и Дубининым сделал то же самое открытие. <...> В своих мемуарах Н.П. Дубинин вспоминает Райта лишь единожды, когда говорит, что Райт «назвал это явление [генетико-автоматические процессы] дрейфом генов (Дубинин, 1989, с.121)» (Ермолаев, 2012, с.91).

Приведем еще один источник. Э.И. Колчинский в монографии «Единство эволюционной теории в разделенном мире XX века» (2015) подчеркивает: «**Независимо от С. Райта** Н.П. Дубинин и Д.Д. Ромашов в 1932 г. выдвинули идею генетико-автоматических процессов, положившую начало дискуссиям об эволюционном значении случайных изменений в концентрации генов в малых изолированных популяциях» (Колчинский, 2015, с.316).

**642. Выдвижение гипотезы о том, что гетерозис (увеличение жизнеспособности гибридов) отражает общую тенденцию эволюции вида.** Указанную гипотезу сформулировали независимо друг от друга Александр Сергеевич Серебровский (упомянутый выше) и Дмитрий Дмитриевич Ромашов (автор теории генетико-автоматических процессов).

А.А. Малиновский в статье «Системная логика дарвинизма» (журнал «Природа», 1983, № 10) пишет: «Английский генетик Р. Фишер еще в 1930 г. обнаружил, что рецессивных мутаций значительно больше, чем доминантных, и что они, как правило, понижают приспособленность организма. Основываясь на этом, он выдвинул гипотезу, по которой из двух аллелей одного гена более благоприятный для изменения вида эволюционирует в сторону доминантности. Дж. Б. С. Холдейн поддержал представление об эволюции доминантности, хотя высказал несколько иное мнение о механизме этой эволюции. А.С. Серебровский и, **независимо от него**, Д.Д. Ромашов соединили эти две гипотезы и пришли на их основании к выводу, что гетерозис должен отражать общую тенденцию эволюции вида, к которому относятся обе скрещиваемые формы, в эпоху, начавшуюся с момента их расхождения [10]» (Малиновский, 1983, с.52).

Здесь [10] – Малиновский А.А. Незавершенные идеи некоторых советских генетиков // Природа. – 1970. - № 2. – С.79.

**643. Формулировка вывода о том, что процесс видообразования характерен для небольших изолированных популяций.** Идея о том, что процесс видообразования характерен для изолированных популяций небольшого размера, высказывалась рядом исследователей. Прежде всего, следует упомянуть Джона Холдейна и Сьюэлла Райта, которые пришли к ней независимо друг от друга.

М. Кимура в монографии «Молекулярная эволюция: теория нейтральности» (1985) повествует об исследованиях Джона Холдейна: «Он предположил, что процесс видообразования сводится к нарушению метастабильного равновесия и что такое отклонение от равновесия особенно вероятно для небольших изолированных сообществ.

Весьма примечательно сходство этого вывода с теорией Райта, предложенной **независимо от Холдейна** и трактующей эволюцию как процесс проб и ошибок, который рассматривается в рамках концепции многомерной адаптивной поверхности («теория смещающегося равновесия», принадлежащая Райту, будет обсуждаться позднее). Результаты Холдейна, полученные им к этому времени, подытожены в его книге «Факторы эволюции», опубликованной в 1932 г. [157]» (Кимура, 1985, с.26-27).

Об этом же сообщает А.И. Ермолаев в статье «Роль Сьюэла Райта в создании популяционной генетики» (журнал «Историко-биологические исследования», 2012, том 4, № 2): «...Райт считал, что даже при отсутствии отбора «реальная» (если так можно выразиться о математической абстракции) биологическая популяция живет не по закону Харди-Вайнберга, то есть вовсе не воспроизводит себя в одних и тех же генных частотах из поколения в поколение, а подвержена случайным колебаниям генных частот, которые сказываются тем сильнее, чем меньше размер популяции. К **похожим выводам** пришли Фишер и Холдейн, но из троих именно Райт придавал случайным колебаниям наибольшее значение» (Ермолаев, 2012, с.86).

**644. Рождение концепции «мутационного груза».** Концепцию «мутационного груза» сформулировали независимо друг от друга Джон Холдейн и Герман Меллер (получивший в 1946 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине за открытие мутаций, вызванных рентгеновским излучением).

М. Кимура в монографии «Молекулярная эволюция: теория нейтральности» (1985) пишет о мутационном грузе: «Появление этого груза обусловлено элиминацией повторных вредных мутаций. Рассмотрим некий аутосомный локус в очень большой диплоидной популяции со случайным скрещиванием. Холдейн [158] впервые показал, что снижение приспособленности, обусловленное появлением полностью рецессивных вредных мутаций, равно скорости мутирования (на гамету), то есть в этом случае  $L_{\text{мут}} = \nu$ . Для полудоминантных мутаций  $L_{\text{мут}} = 2\nu$ , то есть груз равен скорости мутирования на зиготу. Существенно, что в этих случаях груз почти не зависит от степени вредности мутаций. Точно такой же вывод **независимым путем** был получен и Меллером [388], который использовал концепцию «генетической гибели» (Кимура, 1985, с.154-155).

Здесь [158] – работа Дж. Холдейна (1937);

[388] – работа Г. Меллера (1950).

**645. Разработка концепции нейтральной молекулярной эволюции.** Речь идет о теории, утверждающей, что подавляющее число мутаций на молекулярном уровне носит нейтральный характер, то есть не влияет на жизнеспособность особей и, следовательно, «ускользает» от действия естественного отбора, который, как известно, выбраковывает особей с вредными мутациями и поддерживает носителей положительных мутаций. Теорию нейтральной молекулярной эволюции разработал в 1960-х годах японский биолог Мотоо Кимура (1924-1994). Независимо от него аналогичную теорию опубликовали американские ученые Джек Лестер Кинг (1934-1983) и Томас Хьюз Джукс (1906-1999).

В.И. Назаров в книге «Эволюция не по Дарвину. Смена эволюционной модели» (2007) пишет: «В науке вовсе не редка ситуация, когда назревшую объективную потребность в прорыве к новому знанию осуществляют **одновременно** двое или более ученых, каждый из которых идет к нему своим путем, не подозревая о существовании «конкурента». В 1969 г., всего год спустя после того, как Кимура обнародовал свою версию теории нейтральности, в американском журнале «Science» появилась статья молекулярных биологов Дж. Кинга и Т. Джукса (King, Jukes, 1969) «Недарвиновская эволюция», в которой эти авторы **независимо от Кимуры** пришли к той же гипотезе» (Назаров, 2007, с.358).

Аналогичные сведения можно найти в книге Б.Б. Жукова «Дарвинизм в XXI веке» (2020), где автор повествует о событиях XX столетия: «...Во второй половине века была выдвинута, пожалуй, только одна эволюционная концепция, не являющаяся

интерпретацией дарвинизма. Речь идет о теории «нейтральной эволюции», предложенной в 1968 г. японским генетиком Мотоо Кимура и **независимо от него** годом позже – американцами Джеком Кингом и Томасом Джуксом. Всё началось с того, что в аминокислотных последовательностях природных белков обнаружили многочисленные разночтения, не оказывавшие заметного влияния на функциональные свойства. Кимура предположил, что мутации, вызывающие такие замены, нейтральны (не полезны и не вредны), а их закрепление в генотипе – результат не отбора, а чистого случая» (Б.Б. Жуков, 2020).

Этот же факт (факт независимости исследований Кимуры, Кинга и Джукса) рассматривает Евгений Кунин в книге «Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции» (2014): «Вероятно, важнейшим прорывом в эволюционной биологии после СТЭ (синтетической теории эволюции – Н.Н.Б.) стала нейтральная теория молекулярной эволюции. Как правило, ее связывают с именем Мото Кимуры (Kimura, 1983), хотя Джукс и Кинг **одновременно и независимо** развивали аналогичные идеи. Вначале нейтральная теория развивалась как логическое продолжение популяционно-генетических идей Райта, основанных на важности генетического дрейфа в эволюции. Согласно нейтральной теории, значительное большинство всех фиксируемых в процессе эволюции мутаций являются относительно нейтральными; таким образом, фиксация возникает на основе случайного дрейфа» (Е. Кунин, 2014).

**646. Разработка теории экосистем, иначе называемых биогеоценозами.** Теорию экосистем, иначе называемых биогеоценозами, создали независимо друг от друга два исследователя – английский ботаник Артур Тэнсли (1871-1955) и советский ученый Владимир Николаевич Сукачев (1880-1967).

Виктор Данилов-Данильян и Игорь Рейф в статье «Траектория экологической мысли. На пути к современному пониманию биосферы» (журнал «Наука и жизнь», 2010, № 3) пишут: «Честь введения понятия «экосистема», а произошло это в 1935 году, по праву принадлежит английскому ботанику Артуру Тэнсли (1871–1955). Конечно, у него были свои достаточно авторитетные предшественники — в частности, американский гидробиолог Эдвард Бёрдж (1851–1950), изучавший в начале XX века на материале озёрных сообществ роль организмов в круговороте вещества и трансформации энергии, или его немецкий коллега Август Тинеманн (1882–1960), сформулировавший в 1920-е годы такие важные для экологии понятия, как биомасса и биологическая продукция. Но всё же именно 1935 год принято считать годом рождения общей экологии как самостоятельной науки. Основное достижение Тэнсли заключалось в успешной попытке интегрировать биоценоз с биотопом на уровне новой функциональной единицы — экосистемы. <...> А в 1942 году, **независимо** от Тэнсли, российский геоботаник В. Н. Сукачёв (1880–1967) на примере лесных сообществ разработал понятие о биогеоценозе. Будучи, в принципе, аналогом экосистемы, биогеоценоз характеризуется ограниченной протяжённостью и однородностью природно-климатических условий» (Данилов-Данильян, Рейф, 2010, с.6).

Об этом же сообщают А.Н. Гриднев и Н.В. Гриднева в книге «Основы лесной биогеоценологии» (2016): «Основное достижение А. Тенсли заключается в успешной попытке интегрировать биоценоз с биотопом на уровне новой функциональной единицы – экосистемы. Почти **одновременно** с А. Тенсли В.Н. Сукачев в 1942 году, следуя Г.Ф. Морозову, разработал систему понятий о лесном биогеоценозе как о природной системе, однородной по всем параметрам. Биогеоценоз В.Н. Сукачева – практически полный аналог экосистемы А. Тенсли» (А.Н. Гриднев, Н.В. Гриднева, 2016, с.18).

**647. Создание теории континуальности растительного покрова.** Данную теорию разработали независимо друг от друга русский ботаник Леонтий Григорьевич Раменский (1884-1953) и американский ученый Генри Аллан Глисон (Глизон, 1882-1975). Концепция



континуальности растительного покрова опередила свое время – ее не смог поддержать и одобрить автор теории биогеоценозов В.Н. Сукачев.

Б.М. Миркин и Л.Г. Наумова в статье «Растительность как континуум» (журнал «Природа», 1994, № 7) пишут: «Напомним, что континуум в данном случае – это непрерывное и многомерное изменение состава сообществ и экосистем при постепенном изменении градиентов среды. Континуалисты рассматривают любые сообщества или экосистемы или их типы как условно однородные части многомерного континуума, хотя допускают в отдельных случаях существование резких границ – при перепаде условий среды или под влиянием внутренних механизмов, при «нуклеации» - формировании ансамблей видов – или при «переключении», когда сообщество авторегулятивно ограничивает свое пространственное распределение...» (Миркин, Наумова, 1994, с.120).

Далее авторы указывают: «Континуализм в начале столетия **независимо и одновременно** возник в России и США благодаря Л.Г. Раменскому и Г. Глизону. Высказав сходные представления (хотя представления у Раменского о континууме были глубже) о природе растительности, оба родоначальника новой экологии попали в сходное положение экстраординарных ученых «стресс-толерантов», которых затенили могучие авторитеты – лидеры ординарной науки того времени В.Н. Сукачев и Ф. Клементс. «Белые вороны», опередившие свое время, Раменский и Глизон смогли лишь сформулировать положения континуума, но не добились их признания и внедрения в широкую практику анализа растительности и экосистем. Признание континуума пришло уже после их смерти, в конце 50-х годов, благодаря работам двух коллективов американских экологов, которыми руководили Дж. Кертис и Р. Уиттекер» (там же, с.120).

После работ Л.Г. Раменского и Г.А. Глисона (Глизона) к аналогичной концепции вполне самостоятельно (независимо) пришли итальянец Г. Негри и француз Ф. Ленобль. Это заставило Г.А. Глисона напомнить о своем приоритете (хотя приоритет принадлежал Л.Г. Раменскому). Г.С. Розенберг в статье «Во мне назрел душевный перелом, и я на распутье. К жизни!» (журнал «Историко-биологические исследования», 2019, том 11, № 1) пишет о Г.А. Глидоне: «...Похоже, он пытается убедить читателя (а может, и самого себя?) в том, что идеи концепции непрерывности растительности и индивидуалистическая гипотеза были предложены им еще в начале XX века. По-видимому, необходимость отстаивать приоритет возникла после появления статей итальянца Г. Негри (Giovanni Negri) в 1914 г. и француза Ф. Ленобля (Felix Lenoble) в 1926 г., которые **независимо пришли** к сходным представлениям (Миркин, Наумова, 1998). Следует заметить, что статьи Раменского о концепции континуума и методах ординации растительности на немецком языке стали появляться только во второй половине 1920-х годов (Ramensky, 1926, 1930, 1932 и др.); однако доклад по этой проблеме и его тезисы, как уже отмечалось, появились в начале января 1910 г., что полностью доказывает приоритет Раменского в решении этого вопроса...» (Розенберг, 2019, с.89).

Процитируем еще одну работу. Б.М. Миркин и Л.Г. Наумова в статье «Наука о растительности: взгляд из Германии» (журнал «Природа», 1996, № 2) пишут: «При ретроспективном взгляде на науку обнаруживается, что нередко сходные (а подчас и одинаковые) идеи **независимо возникают** в разных научных коллективах, а затем конвергируют в единую теорию. Достаточно вспомнить, как четырежды заново формулировалась концепция континуума (применительно к растительности) – в России (Л.Г. Раменским), США (Г. Глизонем), Италии (Г. Негри) и Франции (Ф. Леноблом). Или привести в пример **независимое открытие** треугольной системы типов стратегии растений Л.Г. Раменским (образно назвавшем свои типы львами, верблюдами и шакалами) и Дж. Граймом (Великобритания). <...> Эту схему достижения истины можно уподобить штурму высокой вершины несколькими группами альпинистов, которые идут **независимыми** маршрутами, причем удачность выбранного маршрута может быть оценена только после того, как процесс покорения вершины завершится» (Миркин, Наумова, 1996, с.123).

**648. Формулировка идеи о существовании консортивных групп (консорций) в биоценозах.** Идею о существовании консортивных групп выдвинули в 1951-1952 гг. независимо друг от друга два русских биолога – Владимир Николаевич Беклемишев (1890-1962) и Леонтий Григорьевич Раменский (упомянутый выше). Под этими группами (консорциями) они понимали сочетание разнородных организмов, тесно связанных друг с другом в их жизнедеятельности известной общностью их судьбы. Такова, например, древесная порода (ель, береза, липа, дуб) со свойственными ей паразитами, сапрофитами, эпифитами (лишайники, мхи), симбионтами, вредителями, переносчиками пыльцы, семян и т.д.

Т.А. Работнов в статье «Консорция как структурная единица биогеоценоза» (журнал «Природа», 1974, № 2) пишет: «Представления о консорциях сформулированы были впервые советскими учеными – зоологом В.М. Беклемишевым и ботаником Л.Г. Раменским. И Беклемишев, и Раменский много лет изучали биоценозы в природных условиях. Оба обладали склонностью к теоретическим обобщениям и **независимо один от другого** сформулировали сходные представления о консорциях» (Работнов, 1974, с.27).

Об этом же сообщает Г.С. Розенберг в статье «Инженеры экосистем: «старые песни о главном» или концепция, которую у нас практически не заметили» («Журнал общей биологии», 2022, том 83, № 3): «Не будем забывать и о том, что в начале 50-х годов прошлого века В.Н. Беклемишевым (1951) и Л.Г. Раменским (1952) почти одновременно и **независимо друг от друга** было предложено понятие «консорция» - это совокупность популяций организмов (структурная единица биоценоза), жизнедеятельность которых в пределах одного биоценоза трофически, форически, фабрически или топически связана с центральным видом (Мазинг, 1966). Во многом вид-консорт (детерминант консорции) является видом – средообразователем и, следовательно, инженером экосистемы» (Розенберг, 2022, с.221).

Приведем еще один источник. В.В. Плотников в книге «На перекрестках экологии» (1985) указывает: «В 1952 г. ботаник Л.Г. Раменский и зоолог В.М. Беклемишев **независимо один от другого** высказали свои соображения о консорциях как устойчивых внутриценозных объединениях организмов отдаленной таксономической принадлежности, субординированных в каких-либо аспектах своей жизнедеятельности. Позднее, в трудах главным образом ботаников, представления о консорциях как основных структурных и элементарных материально-энергетических подсистемах биоценоза получили конструктивное развитие (Мазинг, 1966; Дылис, 1973)» (В.В. Плотников, 1985).

**649. Обнаружение связи между максимумами солнечной активности и различными явлениями общественной жизни.** Связь между пиками солнечной активности и различными явлениями социальной жизни обнаружили независимо друг от друга два советских исследователя - Александр Леонидович Чижевский (1897-1964) и Василий Иванович Анучин (1875-1941)).

Марина Рабинович в книге «Неоткрытые открытия, или Кто это придумал» (2018) пишет: «Что особенно поражает, многие открытия сделаны не дважды, а трижды и четырежды (известны также и пятикратные, и шестикратные). Причем некоторые - почти одновременно несколькими учеными независимо друг от друга, иногда с разницей в несколько часов или минут! Один из самых ярких примеров - теория естественного отбора. Ее представили 1 июля 1858 года в Линнеевском обществе сразу двое исследователей - Дарвин и Уоллес. При этом Дарвин разрабатывал свою теорию эволюции видов 20 лет, а Уоллес - всего неделю. Другой подобный пример: Александр Чижевский пришел к выводу о совпадении социальных кризисов с максимумами солнечной активности **одновременно** с этнографом Василием Анучиным, тот описал это в книге «Социальный закон» (М. Рабинович, 2018).

Об этом же сообщает Б.М. Владимирский в статье «К 110-летию со дня рождения А.Л. Чижевского. А.Л. Чижевский и феномен русского космизма» («Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского», серия «Биология, химия», 2007, том 19 (58), № 1). При этом Б.М. Владимирский выявляет совпадение идей, изложенных в книге В.И. Анучина «Социальный закон» (1918) и в работе А.Л. Чижевского «Физические факторы исторического процесса» (1924). Автор пишет о Чижевском: «...Очевидно, он не был знаком с В.И. Анучиным (1875-?), сибирским этнографом и беллетристом, выпустившим в 1918 г. в Томске брошюру «Социальный закон (закон периодичности в социальных движениях)». Выводы этой работы точно такие, какие сделаны в «Факторах...» (статистика здесь, однако, много скромнее. Автор упоминает, что пришел к основной идее осенью 1913 г.)» (Владимирский, 2007, с.4).

**650. Открытие связи между солнечной активностью и общественной жизнью в трудах Д.О. Святского.** Русский астроном Даниил Осипович Святский (1881-1940) – еще один ученый, который независимо пришел к идее о связи между солнечной активностью и социальными явлениями.

Ю. Морозов в заметке «Занимательная метеорология Д.О. Святского и Т.Н. Кладов» (журнал «Наука и жизнь», 2006, № 2) пишет: «Как известно, после многократных наблюдений и тщательного изучения влияния солнечных бурь на земные явления русский биофизик А.Л. Чижевский в 1915 году впервые публично высказал мысль, что разнообразные процессы на нашей планете (бури и грозы, рождаемость и эпидемии, пожары и урожайность) циклично связаны с магнитной активностью Солнца. Менее известно (или почти неизвестно), что в эти же годы и **независимо от Чижевского** русский астроном Д.О. Святский, проанализировав ход общественно-исторического развития Руси и России в течение нескольких веков, обнаружил, что «знаковые» события на нашей земле (войны и восстания, бунты и мятежи, перевороты и революции) происходили, как правило, в «беспокойные» солнечные годы, то есть в годы максимальной солнечной активности. Даниил Осипович, помимо прочего, предполагал продолжить исследования этой взаимосвязи (корреляции), но... Весной 1930 года Святского арестовали «за вредительство» (Морозов, 2006, с.96).

Об этом же повествует Ю.С. Владимиров в книге «Между физикой и метафизикой», а именно в 5-ом томе данной книги под названием «Космофизика Чижевского: XX век» (2013): «Примечательный факт: многие важные открытия в науке делаются почти **одновременно и независимо** несколькими лицами. Так было с созданием первой неевклидовой геометрии в первой трети XIX века, когда к ее открытию пришли К. Гаусс, Н.И. Лобачевский и Я. Бояи. Аналогичным образом обстоит дело с созданием специальной теории относительности Х.А. Лоренцем, А. Пуанкаре, А. Эйнштейном и Г. Минковским в самом начале XX века. То же самое можно сказать и об открытии Чижевского. В 1918 г., когда им была защищена докторская диссертация «Исследование периодичности всемирно-исторического процесса», в журнале «Бюллетени литературы и жизни» Я. Перельманом была опубликована рецензия-обзор двух статей, появившихся совершенно независимо друг от друга: одна – в Париже, вторая – в Петрограде. Эти статьи принадлежали «осторожным научным работникам, - как писал Перельман: аббату Море, директору обсерватории, известному исследователю Солнца и Д.О. Святскому, автору ряда оригинальных исследований по истории астрономии. Оба подняли вновь как будто старый вопрос – о связи между числом пятен на Солнце и явлениями земной жизни, но внесли в него свежие наблюдения и ряд новых соображений, тесно связанных с событиями нашей бурной современности» [8]» (Владимиров, 2013, с.25).

Здесь [8] – Ягодинский В.Н. Александр Леонидович Чижевский. – М.: «Наука», 1987.

**651. Создание общей теории систем.** Общую теорию систем, которая приложима также к решению биологических вопросов, разработали независимо друг от друга австрийский

биолог Людвиг Берталанфи (1901-1972) и российский ученый-энциклопедист Александр Александрович Богданов (1873-1928).

В.И. Федоров в статье «Физиология и кибернетика. История взаимопроникновения идей» (сборник «Из истории кибернетики», 2006) пишет о работе А.А. Богданова «Тектология», изданной в 1917 году: «Собственно, «информационно-управленческая» часть «Тектологии» только намечена. Богданов «оставил» ее Винеру и Ляпунову. Зато «организационная» часть сделана с особой полнотой, значительно перекрывает общую теорию систем Берталанфи (сопоставление этих работ дано в [30]) и, как отмечено абзацем выше, не превзойдена до сих пор» (Федоров, 2006, с.293-294).

Здесь [30] – Тахтаджян А.Л. Тектология: история проблемы // Системные исследования. 1971. – М.: «Наука», 1972. – С.200-277.

Об этом же сообщает Н.Ю. Кривопалова в статье «Вклад отечественных ученых в формирование системного подхода в научном познании в начале XX века» (Труды Международной конференции «Перспективные информационные технологии», 2016): «Традиционно понятие «общая теория систем» связывается с именем австрийского биолога Людвиг фон Берталанфи, так как он первым применил этот термин в 1940-х гг. По его мысли, этот термин должен был отразить всеобщность, универсальность системных принципов, выявленных им в биологии. Однако свой проект общей теории систем задолго до Берталанфи, не употребляя этого термина, выдвинул отечественный философ, экономист и физиолог Александр Александрович Богданов (1873-1928). В силу того, что впоследствии системное движение развивалось в основном на Западе, о трудах А.А. Богданова забыли и вспомнили лишь в 1970-е гг.» (Кривопалова, 2016, с.1008).

**652. Открытие принципа обратной связи как универсального правила функционирования сложных систем.** Принцип обратной связи как закономерность функционирования сложных систем открывали и описывали независимо друг от друга многие ученые. Среди них американский математик, родоначальник кибернетики Норберт Винер (1894-1964) и три советских физиолога - Петр Кузьмич Анохин (1898-1974), Николай Анатольевич Белов (1878-1926) и Николай Александрович Бернштейн (1896-1966). П.К. Анохин называл принцип обратной связи принципом «обратной афферентации», Н.А. Белов – принципом «параллельно-перекрестного взаимодействия», Н.А. Бернштейн – принципом «рефлекторного кольца».

В.И. Федоров в статье «Физиология и кибернетика. История взаимопроникновения идей» (сборник «Из истории кибернетики», 2006) пишет: «Наиболее близко к современному пониманию принцип отрицательной обратной связи, как общий принцип для всех живых систем, был сформулирован в 1911 г. русским физиологом Н.А. Беловым (1878-1926) под названием «параллельно-перекрестного взаимодействия» [12]. Н.А. Белов сделал это на основании результатов проводимых им экспериментов. В 1924 г. (т.е. за четверть века до официального становления этого научного понятия!) Н.А. Белов пришел к представлению о том, что это – общий принцип, обеспечивающий тенденцию к равновесию в любых (и не только живых) системах, и назвал его «законом замкнутых пространств» [13]. Имя Н.А. Белова в физиологии забыто, хотя им описан также и чисто физиологический феномен: подавление тонуса семенников секретом предстательной железы при половом воздержании» (Федоров, 2006, с.290-291).

Далее автор указывает: «В 30-е годы XX века наличие отрицательных обратных связей в разных системах организма и их роль в регуляции были показаны экспериментально. Первое подтверждение было сделано в 1932 г. отечественным биологом М.М. Завадовским (1891-1957) в опытах на эндокринной системе [16]. Затем это было продемонстрировано в нервной системе физиологом П.К. Анохиным (1898-1974) [17]. На основании этих исследований М.М. Завадовский сформулировал принцип «плюс-минус взаимодействия», П.К. Анохин – принцип «обратной афферентации». В начале 40-х годов российский биолог А.А. Малиновский (1909-1996) впервые обратил внимание на

значимость для организма положительных обратных связей [18], отметив, что «плюс-минус взаимодействие» необходимо для поддержания стабильности и что в процессах развития необходимы взаимодействия типов «плюс-плюс» и «минус-минус» (Федоров, 2006, с.291-292).

Здесь [12] – Белов Н.А. Учение о внутренней секреции органов и тканей и его значение в современной биологии // Новое в медицине. – 1911. - № 22. – С.1228-1236.

[13] – Белов Н.А. Физиология типов. – Орел: «Красная книга», 1924.

[16] – Завадовский М.М. Противоречивое взаимодействие между органами. – М.: изд-во МГУ, 1941.

[17] – Анохин П.К. Проблема центра и периферии в современной физиологии нервной деятельности // Проблема центра и периферии. – Горький, 1935. – С.52-66.

Упомянув работы Н.А. Бернштейна, В.И. Федоров в той же статье отмечает: «Особый вклад в развитие принципа обратной связи внес российский физиолог Н.А. Бернштейн (1896-1966) – создатель нового направления в физиологии – физиологии активности. Он задолго до Н. Винера ввел понятие «рефлекторного кольца» (в связи с недостаточностью понятия «рефлекторной дуги») [20] и дал наиболее четкую формулировку понятия обратной связи [21]» (Федоров, 2006, с.292).

Здесь [20] – Бернштейн Н.А. Физиология движений // Физиология труда. – М.-Л.: «Биомедгиз», 1934. – С.366-450.

[21] – Бернштейн Н.А. Новые линии развития в физиологии и их соотношение с кибернетикой // Философские вопросы физиологии высшей нервной деятельности и психологии. – М.: изд-во АН СССР, 1963. – С.299-322.

О том, что Н.А. Белов самостоятельно открыл принцип обратной связи, сообщают также Л.П. Чурилов и Ю.И. Строев в статье «Эндокринология как междисциплинарная область медицины: ее становление и перспективы развития» (журнал «Клиническая патофизиология», 2016, № 2): «...Николай Анатольевич Белов именно в эти годы (1911) в Харькове пришел к выдающемуся теоретическому прозрению, далеко выходящему за рамки собственно эндокринологии и медицины вообще [40]. Изучая взаимоотношения функций семенников и простаты, он заметил, что усиление функций первых усиливает секрецию последней, но усиление простатической секреции тормозит функции семенников (феномен Белова в андрологии). Далее сходные взаимоотношения он отметил в функциях яичников и желтого тела, а также при действии на организм лекарств. На 1-м Всемирном конгрессе по сравнительной патологии в Париже (1912 г.) Н.А. Белов впервые выступил с концепцией «параллельно-перекрестных взаимодействий» различных органов живого организма, т.е. сформулировал принцип триггера (симметричного элемента с двумя устойчивыми состояниями и положительными и отрицательными обратными связями), основополагающий для зарождавшейся в ту эпоху кибернетики, и придал ему значение краеугольного в реактивности живых систем...» (Чурилов, Строев, 2016, с.12-13).

Авторы добавляют: «Позже эти идеи развили классики кибернетики и медицины: Н. Винер (который определял кибернетику так, как процитировано выше), А. Розенблют, У.Б. Кеннон и У.Р. Эшби. Всего через несколько лет после первых публикаций Н.А. Белова о «параллельно-перекрестном взаимодействии» в живых системах модель первого электротехнического триггера продемонстрировал в Нижнем Новгороде известный русский инженер Н.А. Бонч-Бруевич (1918 г.). В настоящее время принцип триггера положен в основу функционирования цифровых электронно-вычислительных устройств» (там же, с.13).

Дополнительная литература по теме:

- Ростовский В.С. Николай Белов и Норберт Винер // Наука и жизнь. – 1999. - № 2.

- Ростовский В.С. Кто и когда стал «отцом кибернетики»: Николай Белов в 1911 году или Норберт Винер в 1947-м? // Техника – молодежи. – 2000. - № 6.

**653. Открытие принципа обратной связи в трудах А.А. Ухтомского.** Советский нейрофизиолог, автор концепции доминантного очага нервного возбуждения Алексей Алексеевич Ухтомский (1875-1942) – еще один ученый, самостоятельно открывший принцип обратной связи. И.А. Аршавский в статье «К истории создания системного принципа в биологии» («Вестник Института истории естествознания и техники», 1994, № 1) пишет: «Ухтомский развивал представление об «обратных связях», не называя их такими словами, в рамках созданного им учения о доминанте. Еще в 1911 г. он довольно подробно и обстоятельно останавливается на этой проблеме в своей магистерской диссертации (смотрите [10, с.87]). Необходимо отметить, что Ухтомского интересовало не столько то, что сегодня принято называть «отрицательной обратной связью», сколько то, что сегодня считают «положительной обратной связью». Именно последняя является фактором корроборации (закрепления – Н.Н.Б.) образующейся очередной доминанты. Из его работ следует, что лишь отрицательные обратные связи не могут быть механизмом координирования работы нервных центров без одновременного функционирования положительных» (Аршавский, 1994, с.79).

**654. Открытие экспериментального андрогенеза как метода управления полом тутового шелкопряда.** Метод искусственной регуляции пола у шелкопряда открыли независимо друг от друга советский биолог Борис Львович Астауров (1904-1974) и японский ученый Х. Хасимото.

Академик Б.Л. Астауров в статье «Перспективы управления полом животных» (журнал «Природа», 1972, № 7) пишет: «Первые успехи в принципиальном решении задачи искусственной регуляции пола у шелкопряда, как упомянуто, были получены еще в начале 30-х годов. В это время удалось разработать два новых искусственных метода воспроизведения тутового шелкопряда: искусственный партеногенез и экспериментальный андрогенез. Первый метод был разработан автором этой статьи, а второй – им же и **почти одновременно** японским генетиком Х. Хасимото, но независимо и по-разному» (Астауров, 1972, с.48).

Об этом же сообщает В.А. Струнников в статье «Получение и перспективы практического использования генетических копий тутового шелкопряда» (журнал «Природа», 1982, № 1): «Андрогенез был осуществлен еще в прошлом веке у морских примитивных животных, однако это направление экспериментальной биологии стало успешно развиваться лишь после **независимо выполненных** в тридцатых годах нашего столетия исследований Х. Хасимото и Б.Л. Астаурова. Действуя высокой температурой на свежее отложенные оплодотворенные яйца, эти ученые добились андрогенетического развития тутового шелкопряда» (Струнников, 1982, с.63).

**655. Изобретение метода фиксации потенциала нервной клетки.** Метод фиксации потенциала нервной клетки разработали независимо друг от друга британские нейрофизиологи Алан Ходжкин (1914-1998) и Бернанд Кац (1911-2003), с одной стороны, и американским ученым Кеннет Коул (1900-1984) – с другой.

Фрэнсис Эшкрофт в книге «Искра жизни: электричество в теле человека» (2016) пишет: «Нужно было каким-то образом не допустить вызванное раздражителем изменение мембранного потенциала и сохранить его постоянным, с тем чтобы можно было измерять токи, связанные с изменением потенциала. Этого удалось добиться с помощью оригинального метода, получившего название «фиксация потенциала». Он предполагал подачу тока, равного по амплитуде, но противоположного по направлению тому, что тек через мембрану. Мембранный ток при этом нейтрализовывался, и потенциал не менялся. Более того, величина тока, текущего через мембрану, была прямо пропорциональна подаваемому току, что обеспечивало точное измерение токов, приводящих к возникновению потенциала действия. Проблема, таким образом, получила блестящее решение. Метод фиксации потенциала был **независимо разработан** Ходжкиным и Кацом

в Плимуте и Коулом совместно Джорджем Мармонтом в Вудс-Хоуле. Американцы быстрее справились с технической частью и первыми начали экспериментировать с фиксацией потенциала (этот термин очень не нравился Коулу), в 1947 г. Коул сообщил Ходжкину о своих экспериментах, и когда в марте 1948 г. тот приехал в Вудс-Хоул, они обменялись информацией о достижениях» (Эшкрофт, 2016, с.83-84).

**656. Открытие гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) – важнейшего тормозного нейромедиатора центральной нервной системы.** ГАМК – важный тормозной нейромедиатор, работающий в мозге, - открыл американский нейробиолог Юджин Робертс (1920-2016). Независимо от него аналогичное открытие сделал Йорг Авапара (Jorg Awapara).

Е.Г. Шелудько и Д.Е. Наумов в статье «ГАМК и ее роль в регуляции тонуса дыхательных путей» («Бюллетень физиологии и патологии дыхания», 2020, выпуск 76) повествуют: «Впервые Юджин Робертс и Дж. Авапара в 1950 году **независимо друг от друга** идентифицировали и описали ГАМК в мозге. Тогда ее функция не была известна, однако изначально предполагалось, что она участвует в метаболизме [3, 4]. Первое доказательство того, что ГАМК также может быть нейротрансмиттером, пришло из исследований рецепторов растяжения у раков, где было показано, что она блокирует спонтанный всплеск электрических разрядов [5, 6]. <...> ГАМК изобилует в мозге млекопитающих с широким разнообразием ГАМК-ергических интернейронов, которые дифференциально распределены в нескольких областях мозга» (Шелудько, Наумов, 2020, с.98).

Об этом же сообщает В.Б. Прозоровский в статье «Тормозные аминокислоты» (журнал «Химия и жизнь», 2006, № 7): «Ученые догадывались, что должно существовать вещество, может быть, передатчик нервных импульсов – медиатор, который обеспечивал бы уменьшение активности нервной системы не в отдельных клетках, и даже не в нервных ядрах, а вообще в мозгу. И такой универсальный тормозной медиатор был обнаружен. Им оказалась гамма-аминомасляная кислота, которую в дальнейшем мы будем называть сокращенно – ГАМК. Впервые ГАМК в мозгу обнаружили Ю. Робертс с коллегами (и **независимо от них** – Йорг Авапара) в 1950 году» (Прозоровский, 2006, с.46).

**657. Открытие глутатиона – важного антиоксиданта.** Как известно, значение глутатиона в клетке определяется его антиоксидантными свойствами. Фактически глутатион не только защищает клетку от токсичных свободных радикалов, но и в целом определяет окислительно-восстановительные характеристики внутриклеточной среды. Это вещество независимо друг от друга открыли Фредерик Хопкинс (лауреат Нобелевской премии 1929 г.) и Эдуард Кендалл (лауреат Нобелевской премии 1950 г.).

А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) пишут об открытии глутатиона: «В 1921 г. Хопкинс выделил вещество, которое назвал глутатионом и которое содержится в большом количестве в активно делящихся клетках растений и животных. В 1929 г. показал, что это трипептид, состоящий из глутаминовой кислоты, глицина и цистеина. Это заключение совпало с **независимыми исследованиями** будущего Нобелевского лауреата по химии (1950), американского биохимика Эдуарда Кендалла (Kendall, 1886-1972)» (Ноздрачев и др., 2019, с.706).

**658. Открытие простагландинов.** Общепринято считать, что простагландины открыл шведский физиолог и фармаколог Ульф фон Эйлер (1905-1983), удостоенный в 1970 г. Нобелевской премии по физиологии и медицине за исследование гуморальных передатчиков в нервных окончаниях. Его отец – Ханс фон Эйлер-Хельпин (1873-1964) – тоже Нобелевский лауреат, получивший престижную премию в 1929 г. за исследование ферментации сахара и ферментов брожения. Он потомок четвероюродного брата великого математика Леонарда Эйлера (1707-1783). Однако Ульф фон Эйлер – не единственный

первооткрыватель простагландинов. Совершенно независимо эти же вещества открыл британский ученый М. Гольдблатт.

Г.Н. Кассиль в книге «Внутренняя среда организма» (1983) отмечает: «**Независимо друг от друга** У. Эйлер и М. Гольдблатт обнаружили целый класс биологически активных веществ – простагландинов, принимающих активное и обязательное участие в деятельности нервной системы, течении температурной и воспалительной реакций, регуляции желудочной секреции, менструального цикла, зачатия, родов и т.д. Особо важное значение имеют простагландины в осуществлении действия гормонов на клетку» (Кассиль, 1983, с.38-39).

Об этом же сообщает Т.Е. Егорова в статье «Простагландины в лечении глаукомы» («Русский медицинский журнал», 2004, № 5 (3)): «В 1930 году несколько ученых в разных странах (Kurzrok и Lieb в Америке, Goldblatt в Англии и von Euler в Швеции) **независимо друг от друга** установили, что сперма животных и человека может вызывать сокращение мышечных волокон различных органов. Von Euler выделил два вещества, которые назвал простагландинами, полагая, что они образуются в предстательной железе. Одно из веществ было растворимо в соединении с эфиром, а другое – в соединении с фосфатом. Эти две субстанции получили соответственно названия простагландин Е и простагландин F. Название «простагландины» сохранилось, хотя позднее было выяснено, что они локализируются не в предстательной железе, а в семенных фолликулах, а также во многих других тканях» (Т.Е. Егорова, 2004).

Аналогичная информация содержится в книге А.Д. Ноздрачева, А.Т. Марьяновича, Е.Л. Полякова и др. «Нобелевские премии по физиологии или медицине за 100 лет» (2003): «Первые упоминания о том, что в предстательной железе (простате) есть некое вещество, вызывающее снижение кровяного давления, относятся к началу XX века. В 1930-е годы фон Эйлер (Нобелевская премия 1970 года) и М. Гольдблатт (M. Goldblatt) **независимо обнаружили**, что семенная жидкость и семенные пузырьки большинства животных и человека содержат вещество, вызывающее сокращение гладкой мышцы матки. Фон Эйлер выделил это вещество из семенной жидкости барана и назвал его простагландином...» (А.Д. Ноздрачев и др., 2003).

**659. Изобретение метода искусственного синтеза простагландинов.** Способ лабораторного производства нужного количества простагландинов открыл шведский биохимик Суне Бергстрем (1916-2004), получивший в 1982 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине. Независимо от него этот же метод открыл голландский химик Дэвид Адриан ван Дорп (1915-1995).

И.М. Кветной в книге «Вездесущие гормоны» (1988) пишет: «...Д. ван Дорп в Голландии и С. Бергстрем в Швеции одновременно, но **независимо друг от друга** пришли к одной остроумной мысли – сделать своеобразный «котел», в который запустить ненасыщенные жирные кислоты и измельченную ткань везикулярных желез животных. Ученые предположили: а вдруг ферменты, находящиеся в тканях и высвободившиеся при измельчении, вступят в контакт с ненасыщенными жирными кислотами и начнут производить простагландины? Сказано – сделано. И «котел» не подвел. Простагландины получались там быстро и четко. Подсыпай продукты и дело идет. В 1964 году статьи этих авторов сообщили специалистам о новом довольно простом способе получения простагландинов. Следует специально отметить, что при таком методе тратится в сотни раз меньше везикулярных желез животных, чем при получении гормонов непосредственно из них» (И.М. Кветной, 1988).

Об этом же сообщает С.Д. Варфоломеев в статье «Простагландины – новый тип биологических регуляторов» («Соросовский образовательный журнал», 1996, № 1): «В лабораториях С. Бергстрема (Швеция) и Д. ван Дорпа (Нидерланды) имитировали биологический синтез простагландинов: к раствору арахидоновой кислоты добавляли взвесь измельченных везикулярных желез барана. В 1964 г. простагландин E<sub>2</sub> удалось



получить и в той, и в другой лаборатории. Стало ясно, что эти соединения образуются в организме за счет ферментативного катализа, и с этой поры начались исследования ферментов, а затем механизма их действия [2]» (Варфоломеев, 1996, с.43).

Здесь [2] – Варфоломеев С.Д., Мевх А.Т. Простагландины – молекулярные биорегуляторы. – М.: изд-во Московского университета, 1985.

**660. Открытие ангиотензина.** Ангиотензин – олигопептидный гормон, который вызывает вазоконстрикцию (сужение сосудов), повышение кровяного давления и высвобождение другого гормона – альдостерона из коры надпочечников в кровоток. Как указывают специалисты, ангиотензин открыли и описали независимо друг от друга два биохимика – аргентинец Эдуардо Браун-Менендес и американец Ирвин Пейдж.

Ольга Баимбетова в статье «История открытия антигипертензивных препаратов» (газета «Фармацевтическое обозрение Казахстана», № 3 (61), февраль 2016 г.) повествует о событиях 1934 года: «...Американский патологоанатом Гарри Голдблатт заметил, что почечные сосуды у пациентов с АГ часто аномально сужены, что очень редко наблюдается у здоровых людей, без АГ. Для того, чтобы выяснить причину, он провел простой эксперимент. Используя регулируемый серебряный зажим, он частично сужал просвет почечной артерии у собаки и с удивлением обнаружил, что в ответ на это повышалось АД, хотя артерия другой почки оставалась свободной. Гарри Голдблатт предположил, что сужение почечной артерии стимулирует выработку ренина, который может быть ответственным за высокое АД. В мире началась «охота» за этой мифической субстанцией» (Баимбетова, 2016, с.12).

Далее автор указывает: «Ясность внесли исследования двух групп ученых. Одной из них руководил Эдуардо Браун-Менендес из Буэнос-Айреса (Аргентина), другой – Ирвин Пейдж из Индианаполиса (США). **Независимо друг от друга** в 1939 году они обнаружили, что сам по себе выделяемый почками ренин вазопрессорной активностью не обладает. Он представляет собой протеолитический фермент, который расщепляет пептидную связь в молекуле ангиотензиногена с образованием ангиотензина I. Позже, в 1955 году, Эрвайн Эрдос подробно описал процесс преобразования ангиотензина I в ангиотензин II при участии ангиотензин-превращающего фермента (АПФ). А в 1960 году Джеймс Дэвис и другие исследователи из Национального института сердца США обнаружили, что почки выделяют в кровь вещество (ангиотензин II), которое стимулирует выработку альдостерона» (Баимбетова, 2016, с.12).

Об этом же сообщает В.Ю. Мареев в статье «Четверть века эры ингибиторов АМФ в кардиологии» («Русский медицинский журнал», 2000, № 15): «О роли нейрогормональных нарушений в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний было известно достаточно давно. Более 100 лет назад на рубеже XX века Tigerstedt и Bergman открыли ренин, который, как они считали, вырабатывается почками и играет важную роль в становлении и прогрессировании артериальной гипертонии (АГ). В 30-е годы **независимые исследования** Page, описавшего гипертензин, и Menendez, назвавшего открытое им вещество ангиотонином, позволили развить теорию. Вновь открытое вещество (современный ангиотензин II) было признано ответственным за усиление тонуса сосудов и повышение артериального давления (АД). Еще через 20 лет было доказано, что ангиотензин II прямо стимулирует синтез гормона альдостерона. В 60-е годы была описана роль ангиотензинпревращающего фермента (АПФ) в синтезе ангиотензина II и сформирована концепция о функционировании ренин-ангиотензин-альдостероновой системы (РААС) организма» (В.Ю. Мареев, 2000).

**661. Синтез аскорбиновой кислоты, то есть витамина С.** Аскорбиновая кислота (витамин С) впервые синтезирована двумя исследователями, работавшими независимо друг от друга. Это сделали швейцарский химик Тадеуш Рейхштейн (1897-1996) и британский

ученый Уолтер Норман Хоуорс (1903-2004). Первый получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине в 1950 г., второй – ту же премию по химии в 1937.

А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) говорят о Т. Рейхштейне: «В 1933 г. во время летних каникул он «в качестве развлечения» синтезировал аскорбиновую кислоту (витамин С). Одновременно и **независимо от него** то же сделал в Бирмингеме, Англия, будущий Нобелевский лауреат по химии (1937), английский химик Уолтер Хоуорс (Haworth, 1883-1950). Однако до настоящего времени для промышленного синтеза витамина С используется метод Рейхштейна...» (Ноздрачев и др., 2019, с.497).

Об этом же пишет Алексей Паевский в статье «Нобелевские лауреаты: Тадеуш Рейхштейн. От гормонов до папоротников» (сайт «Индикатор», 01.09.2018 г.): «Интересно, что Рейхштейн мог (теоретически) стать вторым в истории дважды Нобелевским лауреатом: в 1933 году он вместе с коллегами **независимо** от сэра Уолтера Нормана Хоуорса синтезировал в лаборатории аскорбиновую кислоту. Нобелевскую премию 1937 года в области химии, однако, получил только Хоуорс, зато синтетический процесс, который позволяет получить аскорбиновую кислоту из D-глюкозы комбинированным химическим и микробиологическим способом, и поныне называется «процесс Рейхштейна» (А. Паевский, 2018).

**662. Открытие механизмов синтеза холестерина в организме.** Механизмы синтеза холестерина в организме животных и человека расшифровали независимо друг от друга два исследователя – американский биохимик Конрад Эмиль Блох (1912-2000) и немецкий ученый Феодор Линен (1911-1979). В 1964 г. они удостоены Нобелевской премии по физиологии и медицине.

А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) пишут: «...Биохимик из Мюнхенского университета Феодор Линен обнаружил, что химически активной формой ацетата является ацетилкоэнзим А. Блох и другие ученые установили, что этот фермент через ряд промежуточных этапов, в результате необратимой реакции, превращается в мевалоновую кислоту. **Независимо друг от друга** оба исследователя доказали, что эта кислота переходит в химически активное углеводородное соединение изопрен, из которого образуется ненасыщенный углеводород сквален и в конечном итоге превращается в холестерин. Работы ученых выявили роль ацетата как предшественника холестерина и жирных кислот» (Ноздрачев и др., 2019, с.78).

В другом месте своей книги авторы вновь отмечают факт независимости работы двух исследователей: «Работая **в основном независимо**, оба исследователя открыли стадии образования сквалена и его превращения в холестерин. Линен определил химическую структуру ацетил-КоА, что было необходимо для биохимических путей превращения» (там же, с.299).

Этот же вопрос обсуждают Я. Фолта и Л. Новы в книге «История естествознания в датах» (1987). Авторы пишут о событиях 1964 года: «Нобелевская премия в области физиологии и медицины присуждена американскому биохимику К.Э. Блоху и немецкому биохимику Ф. Линену за открытия в области механизма и регуляции метаболизма холестерина и жирных кислот, к которым они пришли **независимо друг от друга**» (Фолта, Новы, 1987, с.329).

**663. Выделение гормонов коры надпочечников.** Выделение гормонов коры надпочечников, в том числе кортизона, – еще один исследовательский успех Тадеуша Рейхштейна (упомянутого выше). Однако независимо от него те же гормоны выделил американский биохимик Эдуард Кендалл (1886-1972), работавший совместно с Филипом Хенчем (1896-1965). В 1950 г. все перечисленные ученые награждены Нобелевской премией по физиологии и медицине.

Во 2-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) сообщается: «Хенч и Кендалл получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине 1950 г. «за открытия, касающиеся гормонов коры надпочечников, их структуры и биологических эффектов». Они разделили награду с Тадеушем Рейхштейном (польско-швейцарским химиком, который **независимо от них** выделил и идентифицировал гормоны коры надпочечников)» («Лауреаты...», 1992, с.652).

Об этом же пишет Н.П. Княжеская в статье «Ингаляционные глюкокортикостероиды: влияние средств доставки на эффективность и безопасность терапии бронхиальной астмы» (журнал «Практическая пульманология», 2015, № 3): «Ф. Хенч, работавший в 1930-е годы в клинике Мэйо (США), обратил внимание на то, что у пациентов с ревматическими заболеваниями течение заболевания улучшается при беременности или при развитии желтухи. У него возникло предположение, что это, возможно, связано с появлением в организме неких стероидных веществ, близких по строению к половым гормонам или к желчным кислотам, которые выделяются при беременности или желтухе в повышенных количествах. Это предположение подтвердилось, когда швейцарский химик Т. Рейхштейн и американский биохимик Э. Кендалл **независимо друг от друга** выделили кортикостероиды из коркового вещества надпочечников. Основным представителем глюкокортикостероидов (ГКС) в организме является кортизол, а кортизон – первый искусственно синтезированный ГКС – является продуктом его метаболизма» (Княжеская, 2015, с.12).

Аналогичные сведения можно найти в книге И.М. Кветного «Вездесущие гормоны» (1988), где автор повествует: «Началась история в 30-е годы, когда молодой врач из всемирно известной клиники Мейо в американском городе Рочестере Филип Хенч обратил внимание на то, что у больных ревматическими заболеваниями при беременности или желтухе наступает выраженное облегчение состояния. Ученый совершенно правильно предположил, что улучшение самочувствия может быть обусловлено появлением в организме больных какого-то стероидного вещества, подобного либо половым гормонам, выделяемым при беременности в больших количествах, или желчным кислотам, накапливающимся при желтухе. Проверить свои предположения Хенч смог только через 20 лет, в конце 40-х годов. Именно в это время после многолетних поисков **независимо друг от друга** швейцарский химик Тадеуш Рейхштейн и американский биохимик Эдвард Кендалл выделили активные стероидные гормоны – кортикостероиды из коркового вещества надпочечников» (И.М. Кветной, 1988).

**664. Открытие и определение структуры тиреотропин-релизинг-гормона, кратко называемого ТРГ.** Тиреотропин-релизинг-гормон, кратко называемый ТРГ, открыли независимо друг от друга французский биохимик Роже Гиймен (род. 1924 г.) и польско-американский ученый Эндрю Шалли (род. 1926 г.). Также независимо они расшифровали структуру этого гормона. В 1977 г. названные исследователи удостоены Нобелевской премии по физиологии и медицине.

А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) пишут о независимых исследованиях научных групп Р. Гиймена и Э. Шалли: «Они использовали для проведения опытов около пяти миллионов фрагментов гипоталамуса из мозга овец, получая их на бойне. В 1968 г. им (Гийменом – Н.Н.Б.) и его коллегами был успешно выделен из гипоталамуса тиреотропин-релизинг-гормон (ТРГ), или тиролиберин, который вызывает выброс тиреотропного гормона гипофиза, что приводит к секреции тиреоидных гормонов щитовидной железы. В 1969 г. он и Шалли, **независимо друг от друга**, определили структуру ТРГ и показали, что он является пептидом, состоящим из трех аминокислот» (Ноздрачев и др., 2019, с.131).

**665. Открытие рилизинг-факторов (гормонов, выделяемых гипоталамусом).** Помимо гормона ТРГ, Роже Гиймен и Эндрю Шалли – так же независимо друг от друга – открыли ряд других гормонов, а именно рилизинг-факторов, выделяемых гипоталамусом.

О.Б. Карякин в статье «Реже Гиймен, Эндрю Виктор Шалли, Розалин Сасмен Ялоу» (журнал «Онкоурология», 2021, том 17, № 4) пишет: «К концу 1950-х годов Гиймен и Шалли **независимо друг от друга** смогли извлечь из гипоталамуса овец и свиней некоторые соединения, которые при введении в ткань гипофиза вызывали высвобождение его гормонов. Один экстракт заставлял гипофиз выделять адренокортикотропный гормон, второй – тиреотропный гормон (ТТГ), третий – лютеинизирующий гормон и фолликулостимулирующий гормон и т.д. Они назвали эти вещества рилизинг-факторами, или рилизинг-гормонами (RF, RH). Так, фактор, который индуцирует высвобождение ТТГ, назывался ТТГ-RF, или TRF (тиреотропин-рилизинг-фактор). Однако природа этих гипоталамических факторов была установлена только в 1969 г. Гиймен работал с 1,5 млн фрагментов гипоталамуса овец, Шалли – с таким же количеством материала, но от свиней» (Карякин, 2021, с.178).

**666. Открытие эндорфинов - веществ, синтезирующихся в нейронах головного мозга и способных уменьшать боль.** Химические соединения, которые синтезируются в нейронах головного мозга и способны уменьшать боль, открыли в 1975 г. английские фармакологи Ханс Костерлиц (1903-1996) и Джон Хьюз (род. 1942), а также независимо от них американка Кэндис Перт (1946-2013). Кэндис Перт получила степень доктора философии в области фармакологии в Медицинской школе Университета Джона Хопкинса, где она работала в лаборатории Соломона Снайдера. В этой лаборатории в 1973 г. она и обнаружила опиатный рецептор мозга, то есть рецепторы нервных клеток, отвечающих за восприятие боли (и не только). В 1978 г. Х. Костерлиц, Дж. Хьюз и С. Снайдер были удостоены премии Ласкера. Кэндис Перт в число награжденных этой премией не вошла, и это было, конечно, несправедливо. В книге «Молекулы эмоций» она описывает историю своего открытия и вполне обоснованно удивляется, почему ее лишили премии Ласкера.

Роль Ханса Костерлица и Джона Хьюза в открытии эндорфинов описывается во многих работах. Так, Ольга Белоконова в статье «Как устроено хорошее настроение» (журнал «Наука и жизнь», 2009, № 6) пишет: «Нейропептиды открыли чуть более тридцати лет назад. В 1975 году британские исследователи Джон Хьюз и Ханс Костерлиц в тканевых препаратах мозга крыс обнаружили два неизвестных науке вещества, оказавшиеся коротенькими (всего по 5 аминокислот) пептидами. Удивительным было то, что эти молекулы обладали свойствами наркотического вещества - морфина: оказывали обезболивающий эффект и вызывали чувство эйфории. Но, в отличие от наркотиков, синтезировались эти морфиноподобные вещества внутри организма человека, в клетках мозга. Исследователи первоначально называли их энкефалинами (от греческого слова энкефалос - мозг). Позже все морфиноподобные вещества, синтезирующиеся в организме, стали ошибочно называть эндорфинами, сокращённо от эндогенных (внутренних) морфинов. Вскоре в головном мозге были открыты и другие эндорфины, обладающие гораздо более сильным морфиноподобным действием» (Белоконова, 2009, с.82).

Об этом же сообщают Януш Вишневский и Збигнев Издебский в книге «Интим. Разговоры не только о любви» (2015): «Действительно, опиатные вещества были названы эндорфинами. Их открыли в 1975 году немецкий химик Ханс Костерлиц (Hans Kosterlitz), работавший в Шотландии в Университете Абердина, и его друг, американец Джон Хьюз (John Hughes). Они выделили первый из эндорфинов, который им удалось измерить, взвесить, определить структуру. В статье в журнале «Нэчюр» (Nature) от 1975 года его назвали энцефалином, но из-за того, что американцам трудно давалось произнесение этого слова (sic!), его позднее переименовали в эндорфин. Он принадлежал к группе пептидов. Пептид - не что иное, как белок, а белок - не что иное, как соединение аминокислот. Первый выделенный эндорфин состоял всего из пяти аминокислот. Кроме того, Костерлиц и Хьюз

подтвердили, что мы производим опиаты в мозгу под влиянием экстремальных ситуаций, как влюбленность или страдание. Организм тех, кто очень страдает, естественным образом вырабатывает опиаты, морфин, чтобы успокоить боль» (Я. Вишне夫斯基, З. Издебский, 2015).

Роль Кэндис Перт в открытии эндорфинов обсуждается в книге Дэвида Гамильтона «Мысль имеет значение» (2011): «На протяжении некоторого времени существование рецепторов для опиатов было лишь теорией, но после открытия, сделанного в 1972 году Кэндис Перт и Солом Снайдером в Университете Джона Хопкинса, была обнаружена вся связанная с этим область. Ученые пришли к выводу, что если к определенным рецепторам подходят химические опиаты, тогда организм должен располагать своими собственными естественными опиатами, иначе как объяснить само существование этих рецепторов? Вскоре был получен ответ на этот вопрос. Он был обнаружен Джоном Хьюджесом и Гансом Костерлицем в Абердинском университете в Шотландии. Этим естественным опиатом является нейропептид, называемый эндорфином, который также вызывает эмоциональный подъем. Вот почему у людей, занимающихся спортом, может развиться зависимость от физических упражнений — во время сильного физического напряжения происходит выработка эндорфинов. Возникающий вследствие этого эмоциональный подъем можно сравнить с результатом действия других опиатов, вызывающих зависимость» (Д. Гамильтон, 2011).

Приведем еще один источник. Марко Пакори в книге «Тайный язык симптомов. Как распознать SOS-сигналы своего тела» (2019) пишет: «В начале 70-х гг. XX в. Кэндис Перт (Candace Pert), нейрофизиолог и биохимик, открыла, что нейротрансмиттеры (химические медиаторы, производимые клетками мозга) и гормоны (продукты секреции желез) входят в состав веществ, известных под названием нейропептиды. Эти «посредники», производимые всеми клетками тела, представляют собой места стыковки, называемые рецепторами и расположенные в различных зонах внешней мембраны клетки. К. Перт в действительности обнаружила на поверхности клеток наличие опиоидных рецепторов (эндорфинов, эндогенных гомологов морфина); впоследствии многие другие исследователи исследовали эти вещества и их связи во всем теле, обнаружив, что нейропептиды циркулируют во всех жидкостях тела: в крови, в лимфатической системе, во внеклеточном пространстве и в спинномозговой жидкости» (М. Пакори, 2019).

Дополнительная литература по теме:

- Добровидова О. Восемь женщин в науке, о которых стоит рассказать дочери // сайт «РИА новости», 06.03.2013 г.

Приведем работу Кэндис Перт и Соломона Снайдера, в которой описано открытие опиоидного рецептора мозга:

- Pert C.B., Snyder S.H. Opiate receptor: demonstration in nervous tissue // Science. – 1973. – Vol.179. – No.4077. – P.1011-1014.

**667. Изобретение хирургического метода лечения митрального стеноза (МС), то есть стеноза митрального клапана сердца.** Хирургический способ лечения стеноза митрального клапана сердца разработали независимо друг от друга три врача - Чарльз Бейли (1910-1993) из Филадельфии, Дуайт Харкен (1910-1993) из Бостона и Рассел Брок (1903-1980) из Лондона.

Н.А. Трофимов в диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук «Хирургическая коррекция фибрилляции предсердий и легочной гипертензии в лечении пороков митрального клапана» (Нижегородский Приволжский исследовательский медицинский университет, 2020, с.315) пишет: «В начале 1940-х годов **независимо друг от друга** Charles Bailey из Филадельфии, Dwight Harken из Бостона и Russell Brock из Лондона занимались хирургическим лечением ревматического МС с использованием кардиовальвулотомы, представляющего собой лезвие для рассечения комиссур пораженного клапана. Первых пациентов не удалось спасти, но в июне 1948 года

Charles Bailey при помощи небольшого ножа, фиксированного к указательному пальцу, рассек спайки между двумя створками МК (митрального клапана – Н.Н.Б.) с хорошим результатом. Пациентка быстро пошла на поправку и была представлена обществу хирургов в Чикаго, где работа оперирующего хирурга была высоко оценена [165, 285]. В то же время бостонский хирург Dwight Harken также успешно прооперировал критический МК при помощи вальвулотомы. Спустя три месяца хирург из Лондона Russell Brock провел серию аналогичных успешных «закрытых митральных вальвулотомий». Актуальность хирургического лечения ревматического МК в те годы сложно было переоценить; по данным статистики, в 1950-х годах у 250 000 англичан диагностировали ревматическое поражение МК [406]» (Трофимов, 2020, с.19).

Отметим, что Дуайт Харкен создал метод лечения митрального стеноза (МС) в результате исследований, проводившихся методом проб и ошибок. Кевин Фонг в книге «Extremes. На пределе. Границы возможностей человеческого организма» (2016) пишет: «Первые атаки Харкена на митральный клапан оказались отмечены цепью неудач и потерь. Шесть из девяти его пациентов скончались на операционном столе или сразу после операции. После шестой смерти уверенность Харкена была основательно поколеблена, и только вмешательство друга и соратника Лоуренса Брюстера Эллиса удержало его от того, чтобы признать поражение и отступить. Дело осложнялось тем, что у Харкена **появились соперники** по обе стороны Атлантики: Чарльз Бейли в Филадельфии, Рассел Брок (впоследствии лорд Брок Уимблдон) в Лондоне и Хорас Смити в Южной Каролине. В первый же год после окончания Второй мировой войны методы хирургического лечения сердца стали применяться по всему миру. Это не было простым совпадением. Успехи в области анестезиологии, рентгенологии, переливания крови и антибиотикотерапии, достигнутые благодаря войне, ускорили приход эры кардиохирургии. Роль этих достижений часто недооценивают, считая, что они не так уж важны для развития собственно хирургии сердца. Но история ждала не только появления смелого и решительного врача, готового бросить вызов предрассудкам и наделенного мастерством и талантом. Таких, в конце концов, немало в любую эпоху. Должно было прийти время, когда медицина сумеет защитить и без того хрупкий организм человека с больным или пораженным сердцем от травмирующего воздействия операции. Анестезия, антибиотики и переливание крови в совокупности стали первой системой жизнеобеспечения, защитным коконом для пациента, готового лечь под нож хирурга» (К. Фонг, 2016).

**668. Изобретение шариковых клапанов сердца.** Шариковые клапаны сердца изобрели независимо друг от друга советский ученый-медик Николай Михайлович Амосов (1913-2002) и американский кардиохирург Альберт Старр (род. 1926 г.). Применение этих клапанов позволило уменьшить количество тромбоэмболических осложнений. Клапаны отличались долговечностью и износоустойчивостью.

Н.Н. Шихвердиев и Г.Г. Хубулава в книге «Кардио-хирургический минимум для кардиологов» (2022) пишут: «Самыми надежными механическими клапанами сердца периода 60-х гг. стали шариковые протезы, конструкция которых основана на хорошо известном в технике принципе. Со временем эти клапаны совершенствовались и довольно широко применялись в клинике до середины 80-х гг. <...> Н.М. Амосов и А. Старр **независимо друг от друга** создали в 1965 г. шариковые клапаны с полностью обшитым седлом. Применение этой модификации протеза позволило уменьшить количество тромбоэмболических осложнений» (Шихвердиев, Хубулава, 2022, с.18).

Об этом же сообщают П.И. Орловский, В.В. Гриценко, А.Д. Юхнев и др. в книге «Искусственные клапаны сердца» (2007): «В 1965 г. Н.М. Амосов и А. Starr **независимо друг от друга** предложили обшивать седло механических клапанных протезов пористой синтетической тканью в целях профилактики тромбоэмболических осложнений (Амосов Н.М. и др., 1965; 1970). В нашей стране работа над проблемой протезирования клапанов сердца стала активно проводиться с 1962 г. в НЦССХ им. А.Н. Бакулева. К тому времени в

клинической практике имелись лишь единичные попытки имплантации механических искусственных клапанов сердца (в основном зарубежного производства) больным с пороками сердца. <...> В связи с этим перед учеными СССР была поставлена задача разработать более совершенные модели искусственных клапанов сердца и внедрить их в клиническую практику» (Орловский и др., 2007, с.87).

Аналогичные сведения можно найти в книге «Сердечно-сосудистая хирургия» (1989), написанной под редакцией В.И. Бураковского и Л.А. Бокерия: «Н.М. Амосов и А. Starr **независимо друг от друга** создали в 1965 г. шариковые клапаны с полностью обшитым седлом. Применение этих клапанов позволило уменьшить количество тромбоэмболических осложнений. <...> Популярность шарикового клапана не случайна. Объясняется это, прежде всего, долговечностью и износоустойчивостью. Клинический опыт подтвердил хорошую функцию шариковых клапанов в большинстве случаев» («Сердечно-сосудистая хирургия», 1989, с.420).

**669. Разработка концепции влажного заживления ран.** Концепцию влажного заживления ран разработали независимо друг от друга британский врач Джордж Винтер (1927-1981) и советский хирург Рахмиль Шимонович Брейтман (1925-2003). Дж. Винтер (1962) экспериментально установил, что влажное окружение ускоряет процесс размножения эпителиальных клеток в области раны (процесс эпителизации раны). Практически одновременно Р. Брейтман показал, что во влажной среде под полиэтиленовой пленкой заживление ран происходит заметно быстрее.

Кандидат медицинских наук Т.Г. Руденко в статье «Очерки комбустиологии: безумные идеи» (журнал «Химия и жизнь», 2017, № 4) пишет: «Долгое время специалисты полагали, что оптимальные условия для заживления ран обеспечивает сухое микроокружение, поскольку инфекция – главная причина всех нарушений раневого процесса – лучше развивается во влажной среде. В практике отечественной комбустиологии до сих пор придерживаются тактики «сухого» ведения ожогов» (Руденко, 2017, с.24). Далее автор говорит о том, как врачи стали осознавать необходимость отказа от методов «сухого» заживления ран в пользу стратегий их «влажного» лечения: «В 1962 году английский биолог Георг Винтер впервые опубликовал результаты своих экспериментальных исследований, показавших, что влажное окружение ускоряет эпителизацию ран. Практически **одновременно с ним** советский хирург Рахмиль Брейтман сообщил о собственных наблюдениях, уже не лабораторных, а клинических, которые доказывали, что во влажной среде под полиэтиленовой пленкой заживление ран происходит заметно быстрее. Это были первые сообщения, открывшие новую главу в учении о ранах – концепцию влажного заживления. В последующие годы многочисленные экспериментальные и клинические исследования убедительно доказали, что формирующееся под влаго-сберегающими повязками влажное микроокружение оптимизирует раневой процесс. Концепция становилась теорией. Основное ее положение состоит в том, что влажная среда (moist environment) предотвращает обезвоживание тканей и гибель клеток, при этом активизирует их пролиферацию и биосинтетические функции, в частности, синтез коллагена, медиаторов воспаления и факторов роста» (там же, с.24-25).

Немецкий врач Карл Тирш (1822-1895) – исследователь, независимо пришедший к мысли о лечении ран, в том числе ожогов, во влажной среде. Т.Г. Руденко в той же статье «Очерки комбустиологии: безумные идеи» (журнал «Химия и жизнь», 2017, № 4) отмечает: «А ведь идея лечения ожогов во влажной среде не так уж и нова. Кто-то забыл, а многие и не знали, что еще в XIX веке немецкий военный врач Карл Тирш, классик комбустиологии, лечил пациентов с обширными ожогами, погружая их в ванны с водой, где они находились недели и даже месяцы. Это ускоряло очищение ран от некрозов и позволяло восстановить кожный покров. И, главное, при этом пациенты не так страдали от боли. Позже, во время Второй мировой войны, хирурги британской армии широко применяли лечение ран и ожогов в водной среде. Вот уж поистине всё новое – это хорошо забытое старое» (Руденко,

2017, с.25). «...50-70% массы тела человека составляет вода. А это значит, что все биохимические реакции, обеспечивающие обмен веществ в организме, протекают только в жидкой фазе! В обезвоженных тканях ограничена, а то и вовсе отсутствует миграция в зону поражения клеток, организующих репаративный процесс. Движимые желанием избавиться от бактерий, высушив их, мы практически отстраняем от борьбы собственные силы организма и все надежды возлагаем на внешние воздействия – антибиотики, антисептики, которые, как мы теперь знаем, становятся всё менее эффективными» (там же, с.25).

**670. Опровержение концепции А. Карреля о потенциальном бессмертии соматических клеток.** Французский биолог, лауреат Нобелевской премии по физиологии и медицине за 1912 год, Алексис Каррель (1873-1944) сформулировал идею о том, что соматические клетки способны делиться неограниченно долго, то есть обладают свойством бессмертия. Эта идея так понравилась многим биологам, что постепенно превратилась в парадигму. Опровержение этой парадигмы – заслуга Э. Свима и Л. Хейфлика, работавших независимо друг от друга. Американский ученый Леонард Хейфлик (род. 1928 г.) показал, что среднее число делений клеток кожи (фибробластов) составляет 50, после чего они гибнут. В дальнейшем А.М. Оловников связал «лимит Хейфлика» с укорочением теломер.

Л.А. Гаврилов и Н.С. Гаврилова в книге «Биология продолжительности жизни» (1991) пишут: «Концепция Карреля господствовала более 40 лет, и казалось, что она победила окончательно и бесповоротно. И хотя многие исследователи неоднократно наблюдали истощение способности клеток к размножению в культуре, эти случаи было принято объяснять неудачами, которые нередко сопутствовали культивированию клеток (например, контаминация вирусами или токсичность очередной партии сыворотки крови, входящей в состав культуральной среды). Популярность концепции Карреля была настолько велика, что на многочисленные исключения из установленного «правила» (неограниченный рост культур клеток животных) просто не обращали внимания, считая их методическими артефактами [Witkowski, 1987]. Э. Свим был, по-видимому, первым исследователем, который решился на радикальный пересмотр концепции Карреля» (Гаврилов, Гаврилова, 1991, с.185).

Об этом же сообщает А.Н. Хохлов в статье «От Карреля к Хейфлику и обратно, или чему нас учили 100 лет цитогеронтологических исследований» (журнал «Радиационная биология. Радиоэкология», 2010, том 50, № 3): «Лишь поставленные в 1950-1960-х годах эксперименты Свима и Паркера [15], а затем и Хейфлика [16-18] позволили установить, что результаты Карреля были, по-видимому, артефактом. Как оказалось, практически все нормальные клетки животных обладают ограниченной способностью к пролиферации, выдерживая в культуре не более 100-120 делений (что соответствует приблизительно 50 удвоениям клеточной популяции)» (Хохлов, 2010, с.306).

О важном вкладе Леонарда Хейфлика, который независимо от Э. Свима открыл смертность соматических клеток («предел Хейфлика»), говорит Е.Е. Егоров в статье «Теломеры, теломераза, канцерогенез и мера здоровья» (журнал «Клиническая онкогематология», 2010, том 3, № 2): «Если бросить ретроспективный взгляд на развитие науки о теломерах и теломеразе, то, безусловно, можно выделить двух человек, вклад которых в развитие этой области недооценен. Это Л. Хейфлик и А.М. Оловников. Работа Л. Хейфлика 1961 г. [6], одна из самых цитируемых в биологии, помимо всего прочего и, прежде всего, пробудила творческую энергию многих ученых для попыток объяснить, каким образом клетки подсчитывают свои деления. Л. Хейфлику с трудом удалось опубликовать результаты, показывающие, что клетки человека делятся в культуре лишь ограниченное число раз. В общественном мнении того времени господствовало убеждение, что в руках умелого исследователя клетки бессмертны. Статья получила большой общественный резонанс. Возникло и вошло в словари понятие «предел Хейфлика» (Егоров, 2010, с.186).



**671. Создание концепции о том, что старение - результат цепных реакций окисления свободно-радикального характера.** Важным этапом в развитии биологии старения явилось создание новой концепции, трактующей процесс старения как окисление важных биологических молекул свободными радикалами по цепному механизму, описанному Н.Н. Семеновым. Эту концепцию выдвинули независимо друг от друга два советских исследователя - ученик Н.Н. Семенова Николай Маркович Эмануэль (1915-1984) и профессор МГУ Борис Николаевич Тарусов (1900-1977). Аналогичную теорию старения предложил американский ученый Денхам Харман (1916-2014).

И.Н. Тодоров и Г.И. Тодоров в книге «Стресс, старение и их биохимическая коррекция» (2003) пишут: «Согласно оригинальной и смелой гипотезе, предложенной **независимо друг от друга** Н.М. Эмануэлем и Б.Н. Тарусовым, экстремальные внешние воздействия индуцируют в мембранах клеток цепные реакции окисления свободно-радикального характера. Более того, в дальнейшем было высказано предположение, что с помощью разнообразных антиоксидантов можно, нейтрализуя СР (свободные радикалы – Н.Н.Б.), предотвратить развитие деструктивных процессов в таких важнейших структурах, как клеточные мембраны. Дальнейшие исследования Н.М. Эмануэля и его школы полностью подтвердили эту концепцию. Так, при изучении на высших животных таких патологических процессов, как лучевая болезнь, злокачественный рост клеток, действие токсических веществ, а также при старении или острых состояниях стресса организма, наблюдалась активация СР-процессов перекисного окисления липидов. Наоборот, введение в организм специально подобранных или синтезированных для этой цели малотоксичных антиоксидантов снижало уровень СР и даже останавливало развитие патологических процессов и старения лабораторных животных (Бурлакова и др., 1975; Эмануэль и др., 1977; Эмануэль, 1975, 1977, 1982; Обухова, Эмануэль, 1984; Бурлакова, Храпова, 1985). Именно эти работы, а также работы Д. Хармана (Harman, 1956, 1962, 1984) задолго до упомянутых выше молекулярно-генетических работ, выполненных на низших организмах, возвестили о начале эры широкого практического использования антиоксидантов в интересах здравоохранения» (И.Н. Тодоров, Г.И. Тодоров, 2003, с.34-35).

Об этом же сообщает С.П. Ярмоненко в книге «Отечественная радиобиология. История и люди» (1997): «Б.Н. Тарусов и Н.М. Эмануэль, по-видимому, **независимо друг от друга** предложили так называемую «теорию цепных первичных механизмов лучевого поражения клетки» **по аналогии** с цепными реакциями радиационного окисления жира» (Ярмоненко, 1997, с.61).

Сошлемся на еще одну работу. О.М. Храмченкова в учебном пособии «Основы радиобиологии» (2003) констатирует: «Б.Н. Тарусов и Н.М. Эмануэль **независимо друг от друга** предложили так называемую «теорию цепных первичных механизмов лучевого поражения клетки» по аналогии с цепными реакциями радиационного окисления жира» (Храмченкова, 2003, с.15).

**672. Формулировка гипотезы о существовании явления иммунологической толерантности.** Автором идеи о существовании иммунологической толерантности обычно считается австралийский вирусолог и иммунолог Фрэнк Макфарлейн Бернет (1899-1985), который сформулировал ее в 1949 г. совместно со своим соотечественником Фрэнком Феннером (1914-2010). Однако следует отметить, что независимо от них гипотезу иммунологической толерантности выдвигали советские биологи Георгий Викторович Лопашов (1912-2010) и Ольга Георгиевна Строева (1925-2021).

А.С. Шевелев в статье «Радиационные химеры и лечение лучевых поражений» (журнал «Природа», 1960, № 1) пишет: «Попытки ослабить иммунологическую реактивность на пересаженную чужеродную ткань предпринимались неоднократно. Однако только в течение последнего десятилетия в этом направлении были получены положительные результаты. Особенно ценны опыты воспроизведения так называемой

иммунологической толерантности. Теоретической основой работ в этой области послужила гипотеза, высказанная Ф.М. Бюрнетом (Бернетом – Н.Н.Б.) и Ф. Феннер (1949, Австралия) и **независимо от них** В.Г. Лопашовым и О.Г. Строевой (1950). Согласно этой гипотезе, предполагается, что животные не реагируют против ряда антигенных комплексов своего собственного тела вследствие того, что оно растет вместе с ними и поэтому становится толерантным, то есть устойчивым к веществам, которые в других условиях проявляли бы свое антигенное действие» (Шевелев, 1960, с.21).

Об этом же сообщает Валентин Иванович Говалло в книге «Парадоксы иммунологии» (1983): «Были свои предтечи и у открытия иммунологической толерантности. В 1938 г. американец Швинд, а двумя годами позже и советский биолог А.Г. Лапчинский в опытах на двух недельных крысятах, соединенных в парабиоз, доказали, что чужеродные трансплантаты, даже такие, как добавочная пятая лапка, подобными подготовленными животными не отторгаются. В 1949 г. в статье «Развитие иммунологических реакций и проблема несовместимости тканей» («Успехи современной биологии», том 30, 5) отечественные ученые Г.В. Лопашов и О.Г. Строева высказали предположение о возможности создания иммунологической ареактивности в эмбриональном состоянии, **вполне сходное** с гипотезой М. Бернета» (В.И. Говалло, 1983).

Аналогичная информация представлена в статье «Памяти Георгия Викторовича Лопашова (1912-2010)» (журнал «Онтогенез», 2010, том 41, № 4), где сообщается: «В 1950 г. Г.В. Лопашов (совместно с О.Г. Строевой) опубликовал в журнале «Успехи современной биологии» теоретическую статью, посвященную механизмам онтогенетического становления тканевой несовместимости и ее преодоления при пересадке органов и тканей у теплокровных. Идея была **высказана независимо** от Медавара и Барнета, получивших в начале 1950-х гг. (в 1960 году – Н.Н.Б.) Нобелевскую премию за теорию и экспериментальное решение этой проблемы» («Онтогенез», 2010, с.315).

**673. Экспериментальное открытие явления иммунологической толерантности.** Феномен иммунологической толерантности был экспериментально обнаружен двумя исследователями, работавшими независимо друг от друга. Этого успеха достигли английский биолог Питер Медавар (1915-1987) и чешский ученый Милан Гашек (1925-1984). В 1960 г. П. Медавар удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине. М. Гашек Нобелевскую премию не получил, так как он неправильно интерпретировал сделанное открытие. Будучи сторонником биологических идей советского агронома Трофима Денисовича Лысенко (1898-1976), М. Гашек предположил, что наблюдаемое им явление – результат «вегетативной гибридизации». Вместе с тем, несмотря на эту ошибку чешского ученого, не подлежит сомнению тот факт, что он независимо от П. Медавара открыл феномен иммунологической толерантности.

Р.В. Петров в книге «Сфинксы XX века» (1971) пишет: «Часто ли так бывает, что над одной и той же проблемой работают разные ученые в разных лабораториях, институтах, городах или странах? Не только часто – всегда. Исследование никогда не одиноко. Так происходит потому, что никакое исследование не начинается из ничего. Каждый поиск и его вершина – открытие – это результат развития науки, следствие определенного уровня знаний, накопленных к этому моменту» (Петров, 1971, с.112). «Перечислять независимые исследования, - продолжает автор, - можно бесконечно. Не будем делать этого. В иммунологии в 1953 году также одновременно было совершено важное открытие в двух разных местах, двумя учеными **независимо друг от друга**. Это были чех Милан Гашек и англичанин Питер Медавар» (там же, с.116).

Далее Р.В. Петров описывает эксперименты Милана Гашека: «В лаборатории задумали интересное исследование. Не совсем было ясно - вернее, совсем было не ясно, что получится, если в период эмбрионального развития двум зародышам сделать общую систему кровообращения. Так, чтобы в период, когда самостоятельные организмы еще не создавались, кровь одного из них проходила через кровеносные сосуды другого, и

наоборот. Главное здесь не столько общая система кровообращения, сколько общая кровь. Системы кровообращения различны, но в одном месте соединяются, и кровь обобществляется» (Петров, 1971, с.117). «Через четыре недели Гашек повторяет иммунизацию. Результат тот же! Бывшие парабионты не вырабатывают антител против эритроцитов друг друга! В остальном их иммунитет полностью сохранился. Они не утратили способности вырабатывать антитела вообще. На попадание в их кровь эритроцитов других кур – не парабионтов – эти цыплята со странными цифровыми именами реагируют нормально. Впоследствии оказалось, что цыплятам, находившимся в эмбриональном парабиозе, оказывается, можно пересаживать кожу от своих необычных партнеров. И она приживает! А лоскут кожи от любого другого цыпленка отторгается в свой обычный срок. Для кур этот срок 8-12 дней» (там же, с.119).

Независимость исследований М. Гашека и П. Медавара обсуждается во многих работах. Так, Михаил Пальцев и Игорь Кветной в книге «Путешествие по миру медицины: от древних времен до наших дней» (2020) повествуют: «Милан Гашек в Чехословакии и Питер Медавар в Англии, **независимо друг от друга**, обнаружили похожие явления. Гашек сумел сростить тонкие оболочки с сетью кровеносных сосудов у двух эмбрионов кур, в результате чего кровеносные сосуды мембран куриных зародышей прорастали друг в друга. Цыплята, вылупившиеся из соединённых яиц, оказались иммунологически инертными по отношению к антигенам друг друга. Чешский учёный подробно, как и Оуэн (Ричард Оуэн – Н.Н.Б.), описал это явление, хотя почему-то не подумал, что его можно и нужно применять в экспериментальной трансплантологии» (М. Пальцев, И. Кветной, 2020).

Этот же вопрос обсуждает С.П. Глянцев в статье «Феномен Демихова» (журнал «Трансплантология», 2019, том 11, № 4): «Гашек М. (1925-1984), профессор, директор Института экспериментальной биологии и генетики АН ЧССР, **независимо от П. Медавара** в экспериментах по парабиозу птиц в периоде эмбрионального развития получил у них состояние иммунологической толерантности» (Глянцев, 2019, с.332).

Приведем еще один источник. О.В. Воробьева в статье «К 50-летию вручения Нобелевской премии Бернету и Медавара за открытие приобретенной иммунологической толерантности» («Вестник биотехнологии», 2010, том 6, № 4) констатирует: «Следует упомянуть также, что в 1953 году чешским исследователем М. Гашеком были поставлены опыты на курах, аналогичные таковым Р. Оуэна, в которых иммуногенная толерантность была вызвана путем слияния мембран хорионалантоиса у двух эмбрионов [34]. Тест проводили по отторжению аллотрансплантата у мышей. Для индукции толерантности необходимо введение достаточного количества живых гемопоэтических клеток непосредственно после рождения животных-реципиентов. Таково правильное ретроспективное объяснение эксперимента М. Гашека, однако сам автор, находясь под влиянием лысенковских идей, объяснил их как «вегетативную гибридизацию». После выхода в свет статьи Медавара с коллегами в «Nature» чешский ученый понял **свою ошибку** и в дальнейшем работал в русле мировой науки» (Воробьева, 2010, с.72).

Дополнительная литература по теме:

- Медавар П., Медавар Дж. Наука о живом. Современные концепции в биологии. – М.: «Мир», 1983.

**674. Разработка клонально-селекционной теории.** Фрэнк Макфарлейн Бернет (упомянутый выше) – создатель клонально-селекционной теории, пришедший к ней на основе различных экспериментов и анализа литературы. Он постулировал, что иммунная система, производящая эффективные антитела, работает так же, как эволюция Дарвина. «Хорошие» антитела, способные связывать и нейтрализовать антигены, появляются благодаря отбору (селекции) подобно тому, как природа отбирает наиболее приспособленные организмы. Но Бернет не был единственным ученым, который догадался провести аналогию между дарвиновской эволюцией и функционированием иммунной

системы: кроме него (конечно, независимо), это сделал американский иммунолог Дэвид Тэлмедж (David Talmage, 1919-2014).

Г.И. Абелев в статье «История клонально-селекционной теории» (журнал «Природа», 2002, № 11) пишет: «Клонально-селекционная теория, опубликованная Бернетом в 1957 г. (в развернутом виде, как монография – в 1959-м [5]), была услышана всеми, но вызвала массовое неприятие и энтузиазм, направленный на ее опровержение. **Одновременно и независимо** от Бернета тот же принцип был высказан американским исследователем Д. Тэлмеджем [6]. Исследуя кривые образования антител, он увидел, что они идентичны кривым экспоненциального размножения клеточной популяции. На этом основании Тэлмедж предположил, что в основе продукции антител лежит пролиферация клона антителообразующих клеток, синтезирующих антитела определенной специфичности. Роль антигена заключается в том, чтобы найти и запустить в пролиферацию клон клеток, предназначенных к синтезу данных антител» (Абелев, 2002, с.78-79).

**675. Открытие иммуноглобулинов IgM.** Иммуноглобулины IgM – антитела, которые являются самыми тяжелыми и одновременно сложно организованными иммуноглобулинами. Именно они синтезируются в первую очередь при попадании в организм чужеродных агентов (антигенов). За их выработку отвечают плазматические клетки, находящиеся в селезенке. Иммуноглобулины IgM были открыты двумя биологами, работавшими независимо друг от друга. Это шведский врач Ян Йоста Вальденстрём (1906-1996) и американский исследователь Генри Джордж Кункел (1916-1983).

Л.П. Чурилов, А.Г. Васильев и В.И. Утехин в статье «Краткая история иммунологии глазами патофизиологов» (журнал «Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения», 2017, том 12, № 2) пишут: «В 1944 г. были открыты IgM. Это произошло при исследовании миеломных белков и ревматоидных факторов шведами: врачом Яном Йостой Вальденстрёмом (1906-1996) вместе с физиком, специалистом по ультрацентрифугированию Каем Олуфом Педерсеном (1901-1991) и, **независимо от них** – американцем Генри Джорджем Кункелом (1916-1983), последний доказал иммуноглобулиновую природу этих давно известных патофизиологам протеинов» (Чурилов и др., 2017, с.845).

**676. Открытие иммуноглобулинов E (IgE) - нового класса антител, имеющих только у млекопитающих.** Данный класс антител открыли в 1966 г. супруги Кимишиге Ишизака и Теруко Ишизака, работавшие в США. Независимо от них годом позже аналогичное открытие сделал шведский иммунолог Стиг Гуннар Улоф Йоханссон (род. 1938 г.).

О.В. Воробьева и И.С. Гушин в статье «Молекулярно-биологические основы аллергенспецифической иммунотерапии» («Вестник биотехнологии», 2011, том 7, № 3) сообщают: «Абсолютный приоритет открытия IgE, безусловно, принадлежит работавшим в Денвере (США) супругам Кимишеги и Терука Ишизака: и по реальному времени (1966 год [60] – на один год раньше Г. Йоханссона, 1967 [66]). И по предшествующей серии работ, последовательно приближавшейся к цели. Даже терминологическая буква «E» принадлежит японским исследователям: они тестировали реагиновую активность с помощью эритемы («Erythema»), и первая буква этого слова была присвоена новому Ig» (Воробьева, Гушин, 2011, с.54).

Далее авторы указывают: «Как это нередко встречается в науке, **параллельно и независимо** в лаборатории в Упсале (Швеция) в сыворотке больного с миеломой (плазмноклеточной лейкемией) был открыт парапротеин «ND», в котором отсутствовали антигенные детерминанты тяжелых цепей четырех известных тогда иммуноглобулинов. Автор работы Г. Йоханссон сообщил в 2006 г., что работы велись, начиная с 1965 г. В ходе исследования выяснилась связь Ig «ND» с реагином, материалы были опубликованы [64, 66]. Открытый Ig начали тщательно изучать, в том числе с помощью разработанного самими шведскими исследователями метода RAST» (там же, с.55).

Об этом же сообщает М.А. Мокроносова в статье «Диагностическое значение уровня общего IgE, основного маркера аллергической патологии» (журнал «Лабораторная служба», 2015, № 3): «Еще в начале прошлого века профессор R. Coombs, открывший существование различных механизмов гиперчувствительности, предположил наличие в организме теплокровных животных «реагинов», белков, фиксирующихся на поверхности клетки при их взаимодействии с антигенами. <...> Более 60 лет ученые разных стран пытались найти и выделить белки под названием «реагины». В 1967-1968 гг. **независимо друг от друга** S. Johansson и K. Ishizaka выделили и охарактеризовали белки, относящиеся к новому классу иммуноглобулинов, способных вызывать миелому и обладающих свойством фиксации на тучных клетках кожи [2-5]» (Мокроносова, 2015, с.10).

Прочитируем еще одну работу. Н.Н. Санникова в статье «Возможности молекулярной аллергодиагностики у пациентов с аллергическим ринитом» (сборник «БГМУ в авангарде медицинской науки и практики», 2020, вып.10) констатирует: «Имуноглобулин E был открыт **независимо друг от друга** двумя исследовательскими группами: Кимишиге Ишизака и Теруко Ишизака (США) и С.Г.О. Йоханссон и Х. Бенних (Швеция). В 1969 г. ученые опубликовали в «Journal of Immunology» совместную статью «Histamine release from human leukocytes by anti-gamma E antibodies» о новом классе иммуноглобулинов [1]» (Санникова, 2020, с.47).

**677. Открытие рестрикции, зависящей от IR-локуса, то есть МНС-рестрикции.** Рестрикция, зависящая от IR-локуса, обнаружена двумя специалистами в области иммунологии. Открытие сделали независимо друг от друга американский врач Барух Бенасерраф (1920-2011) и его соотечественник Дональд Шреффлер (1933-1994). В 1980 г. Б. Бенасерраф получил Нобелевскую премию по физиологии и медицине за открытие главного комплекса гистосовместимости, то есть группы генов, отвечающих за распознавание чужеродных веществ и развитие иммунного ответа.

В 1-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) сообщается: «В 1970 г. Бенасерраф занял одновременно должности профессора сравнительной физиологии и заведующего кафедрой патологии Гарвардской медицинской школы. Два года спустя он со своими коллегами из Гарварда **независимо от группы** Дональда Шреффлера, работавшей по сходной тематике, обнаружил рестрикцию, зависящую от IR-локуса, - явление, касающееся функции двух типов лимфоцитов – В- и Т-клеток. Эти клетки играют ключевую роль в способности иммунной системы распознавать специфические вещества инфицирующих микроорганизмов и реагировать с ними. <...> Различные виды Т-клеток могут уничтожать опухолевые или зараженные вирусами клетки и бактерии, а также усиливать или подавлять активность специфических В-клеток. Взаимодействия между Т- и В-клетками рестриктируются (сдерживаются) комплексом МНС: Т-клетки влияют на образование антител В-клетками лишь в том случае, если обе эти разновидности несут одинаковые IR-гены» («Лауреаты...», 1992, с.102).

**678. Открытие взаимодействия (кооперации) В-лимфоцитов с Т-лимфоцитами в борьбе с антигенами.** Кооперацию В-лимфоцитов (В-клеток) с Т-лимфоцитами (Т-клетками) экспериментально открыли независимо друг от друга два исследователя. Один из них – австралийский иммунолог Жак Миллер (род. 1931 г.), установивший роль тимуса, то есть вилочковой железы, в производстве иммунных клеток. Второй – американский иммунолог Дональд Мозиер (Donald Mosier). Помимо всего прочего, Д. Мозиер обнаружил, что два описанных типа лимфоцитов для реализации успешной иммунной реакции должны также вступать в кооперацию («сотрудничество») с макрофагами.

В.Г. Галактионов в статье «Всемогуший макрофаг» (журнал «Природа», 1982, № 9) пишет: «До недавнего времени казалось, что В-клетка способна работать самостоятельно, и единственное условие для начала ее деятельности – встреча с антигеном. В самом конце 60-х годов две группы исследователей **независимо друг от друга** выяснили, что В-клетка,

распознав антиген, не приступает к синтезу иммуноглобулинов до тех пор, пока не получит помощь со стороны Т-хелпера [1]. Молекулярными помощниками в Т-В-кооперации служат белки-регуляторы, секретируемые Т-клетками. Явление клеточного взаимодействия было открыто на целом организме, но это не исключало участия в реакции каких-либо иных, нелимфоидных клеток. Американский исследователь Д. Мозиер в опытах на культуре клеток показал, что наличие только В- и Т-лимфоцитов не дает иммунного ответа к большинству антигенов. В то же время добавление к этим клеткам очень небольшого количества макрофагов (всего лишь 10%) приводит к бурному развитию иммунной реакции. Эти простые, но демонстративные опыты всколыхнули целый поток исследований. Различные аспекты трех-клеточной системы взаимодействия изучаются до сих пор» (Галактионов, 1982, с.22-23).

Здесь [1] – Mosier D.E. // Science. – 1967. – Vol.158. – P.1573; Miller J.F., Mithell G.F. // Journal of Experimental Medicine. – 1968. – Vol.128. – P.801.

**679. Открытие того факта, что активированные макрофаги продуцируют оксид азота, используя его в качестве средства борьбы с микробами.** Роль оксида азота в борьбе активированных макрофагов с микробами установили независимо друг от друга два американских специалиста – Д. Гиббс и М. Марлетт. Они выяснили, что макрофаги генерируют оксид азота для уничтожения бактерий, проникших в организм.

А.Ф. Ванин в статье «Лауреаты Нобелевской премии 1998 года по физиологии и медицине – Ф. Мьюрэд, Р. Фурчготт, Л. Игнарро» (журнал «Природа», 1999, № 1) пишет: «Уже в начале 80-х годов С. Танненбаум с сотрудниками (США) установили, что нитриты и нитраты синтезируются в организме животных и человека из эндогенных источников, и этот процесс резко усиливается при воспалении. В результате окисления восстановленных форм азота в качестве промежуточного продукта может возникать оксид азота. Затем, в середине 80-х годов, две группы американских исследователей (М. Марлетт с сотрудниками и Д. Гиббс с сотрудниками) **независимо друг от друга** обнаружили, что активированные макрофаги продуцируют оксид азота, причем эффективность его образования соответствовала цитотоксическому и цитостатическому действию этих клеток. Выяснилось, что NO сам по себе полностью имитирует действие активированных макрофагов на клетки-мишени» (Ванин, 1999, с.98-99).

Приведем работу М. Марлетта и его соавторов под названием (в переводе): «Биосинтез нитрата млекопитающих: макрофаги мыши производят нитрит и нитрат в ответ на липополисахарид Escherichia coli»:

- Stuehr D.J., Marletta M.A. Mammalian nitrate biosynthesis: mouse macrophages produce nitrite and nitrate in response to Escherichia coli lipopolysaccharide // PNAS. – 1985. – Vol. 82 (22). – P.7738-7742.

**680. Создание модели скользящих нитей (модели сокращения мышц).** Модель мышечного сокращения, получившую название «модель скользящих нитей», разработали независимо друг от друга две британские группы ученых. В состав одной из них входил немецкий физиолог Роль Нидергерке (1921-2011), в состав другой – англичанин Хью Хаксли (1924-2013). Отметим, что Р. Нидергерке работал совместно с Эндрю Филдингом Хаксли (1917-2012), получившим в 1963 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине «за открытия, касающиеся ионных механизмов возбуждения и торможения в нервных клетках».

Л. Страйер в 3-ем томе книги «Биохимия» (1985) пишет: «Когда мышца сокращается, степень ее укорочения может достигнуть 1/3 первоначальной длины. С чем это связано? В 50-х годах две группы исследователей **независимо друг от друга** постулировали, исходя из данных дифракции рентгеновских лучей, световой и электронной микроскопии, модель мышечного сокращения, получившую название модель скользящих нитей. Основные черты этой модели, выдвинутой Эндрю Хаксли и Р. Нидергерке (Andrew Huxley, R. Niedergerke),

а также Хью Хаксли и Джейн Хенсон (Hugh Huxley, Jean Hanson), заключаются в следующем:

1. Длина как толстых, так и тонких нитей в ходе мышечного сокращения не меняется.
2. В то же время длина саркомера при сокращении уменьшается вследствие того, что нити двух типов перекрываются в большей степени, а именно в ходе сокращения толстые и тонкие нити скользят относительно друг друга.
3. Сила сокращения генерируется в результате активного движения нитей одного типа вдоль прилегающих нитей другого типа» (Страйер, 1985, с.261).

Аналогичные сведения можно найти во 2-ом томе книги Гордона Шеперда «Нейробиология» (1987), где автор говорит: «Каким образом молекулы актина и миозина обеспечивают сокращение мышц, объясняет «модель скользящих нитей». Эту модель предложили в 1954 г. две **независимые группы** исследователей – Х. Хаксли (Huxley) и Дж. Хэнсон (Hanson) в Лондоне и Э. Хаксли (Huxley) и Р. Нидергерке (Niedergerke) в Кембридже (Англия). Их представления вначале опирались на данные световой микроскопии, а позднее были подтверждены и детализированы в результате многочисленных электронно-микроскопических исследований» (Шеперд, 1987, с.13).

Этот же факт рассматривают А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019). Авторы пишут об Эндру Хаксли: «В 1954 г. две группы исследователей – он и немецкий физиолог Рольф Нидергерке (Nidergerke, 1921-2011) и молекулярный биолог Хью Хаксли (Huxley, 1924-2013) с биофизиком и зоологом Джин Хэнсон (Hanson, 1919-1973), **независимо друг от друга** сформулировали теорию, объясняющую мышечное сокращение скольжением нитей (sliding filament theory)» (Ноздрачев и др., 2019, с.650).

**681. Открытие явления фотореактивации («залечивания» соматических мутаций на свету).** Это явление открыли независимо друг от друга два американских исследователя - Ренато Дульбекко (1914-2012) и Альберт Кельнер (1912-1994). В 1975 г. Р. Дульбекко удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине. Он получил ее не за открытие феномена фотореактивации, а за исследование онковирусов – особых вирусов, способных вызывать рак при взаимодействии с животной клеткой.

О независимости исследований Альберта Кельнера и Ренато Дульбекко, обнаруживших явление фотореактивации, сообщает Джеймс Уотсон в книге «Избегайте занудства. Уроки жизни, прожитой в науке» (2010): «На конференции в Оук-Ридж все только и говорили, что о фотореактивации. Альберт Келнер доложил свои результаты, которые он поспешил опубликовать, когда узнал, что Ренато Дульбекко тоже удалось пронаблюдать подобное явление. Ренато, который считал, что его открытие было сделано **фактически независимо** от Келнера, поначалу не упомянул его в своей краткой заметке, впоследствии подготовленной для публикации в Nature. Прочитав черновой вариант рукописи Дульбекко о фотореактивации фагов, Келнер почувствовал себя обкраденным. На его взгляд, на Дульбекко должны были повлиять полученные ранее Келнером результаты, которые он изложил в своем письме Лурия (Сальвадор Лурия, Нобелевский лауреат 1969 года – Н.Н.Б.). Ренато незамедлительно отреагировал на выраженное Келнером недовольство и добавил в свою заметку для Nature упоминание, что ему было заранее известно о наблюдениях Келнера» (Уотсон, 2010, с.110).

Дополнительная литература по теме:

- Жарков Д.О. Часовые генома // Наука из первых рук. – 2009. - Том 28. - № 4.

**682. Открытие явления фотореактивации в трудах И.Ф. Ковалева.** Советский биолог, работавший в Институте глазных болезней имени В.П. Филатова, Иван Федорович Ковалев – еще один ученый, самостоятельно (независимо) открывший в 1949 г. феномен фотореактивации. Работая с инфузориями, он обнаружил, что данные микроорганизмы, облученные большой дозой ультрафиолетовых лучей, быстро погибали в темноте, но

выживали при наличии естественного или искусственного освещения (доля выживших составляла при этом 20-50%).

В.И. Корогодин и М.Н. Мясник в статье «Генетический контроль радиочувствительности клеток и эффект восстановления» (журнал «Природа», 1968, № 10) пишут: «В 1948 г. А. Кельнер в США и, **независимо от него**, в 1949 г. И.Ф. Ковалев в СССР обнаружили, что выживаемость микроорганизмов, пораженных ультрафиолетом, увеличивается, если их облучить интенсивным потоком видимого света. Это явление назвали фотореактивацией. После действия на клетки ионизирующих излучений фотореактивация не эффективна» (Корогодин, Мясник, 1968, с.28).

Об этом же сообщает В.А. Барабой в статье «Лучи против лучей» (журнал «Техника - молодежи», 1961, № 6): «В 1949 году советский ученый Иван Федорович Ковалев и **независимо от него** американец Альберт Кельнер открыли, что вредоносное действие ультрафиолетовых лучей на живое можно значительно уменьшить, если тут же осветить организмы лампами дневного света или солнечными лучами. Работая в Одессе, в Институте глазных болезней имени В.П. Филатова, И.Ф. Ковалев изучал действие ультрафиолетовых лучей на мелкие, едва видимые простым глазом организмы – инфузории, получившие из-за необычной формы тела название туфельки. Лучи с длиной волны около 0,25 микрона или задерживали, или останавливали деление инфузорий, а при более длительном облучении туфельки обычно гибли. Но ученый заметил: если облученных инфузорий поместить не в темный шкаф, а поставить на свет, количество погибших особей окажется в 2-3 раза меньше. Кельнер получил такой же результат, работая с культурами кишечной палочки и грибов актиномицетов. Новое явление получило название фотореактивации. Итак, лучи против лучей! Новое открытие вызвало большой интерес в научном мире» (Барабой, 1961, с.6).

Этот же вопрос обсуждают М.Н. Мясник, В.А. Соколов и В.Г. Скворцов в статье «Фотобиологические аспекты радиационного поражения клеток» (журнал «Природа», 1982, № 10): «Одним из наиболее ранних обнаруженных видов репарации является фотореактивация. В 1949 г. А. Кельнер (США) установил, что выживаемость спор *Streptomyces griseus* и клеток *Escherichia coli*, облученных ультрафиолетом (254 нм), увеличивается во много раз, если на них дополнительно воздействовать интенсивным видимым светом. Свыше 30 лет из книги в книгу переходит полученная А. Кельнером фотография: чашка Петри с выросшими колониями клеток *E. coli*» (Мясник и др., 1982, с.33-34). Далее авторы указывают: «Явление фотореактивации, подтвержденное в 1949 г. **независимо от А. Кельнера** советским исследователем И.Ф. Ковалевым на парамециях и Р. Дальбекко (США) на бактериофагах, стало первым реальным доказательством репарационных свойств живой клетки» (там же, с.34).

Приведем еще один источник. В.А. Барабой в книге «Популярная радиобиология» (1988) пишет о том, как работает фермент, устраняющий повреждение молекулы ДНК, вызванное ультрафиолетовыми лучами: «Фермент репарации, отыскав такое повреждение, разрезает связи, соединяющие два пиримидина в димере, восстанавливая исходную нормальную структуру ДНК. Причем фермент использует для этой работы энергию видимого света или ближней ультрафиолетовой радиации. Поэтому этот вид внутриклеточного восстановления получил название «фотореактивация», а фермент – «фотолиаза». Фотореактивация была открыта в 1949 г. **одновременно** в СССР И.Ф. Ковалевым и в США А. Кельнером» (Барабой, 1988, с.43).

И.Ф. Ковалев описал свое открытие в следующей работе:

- Ковалев И.Ф. Влияние видимого участка спектра лучистой энергии на динамику патологического процесса в клетке, поврежденной ультрафиолетовыми лучами // Ученые записки экспериментального института глазных болезней им. Филатова. – 1949. – Том 1. – С.385-397.

Дополнительная литература по теме:



- Семенов А.Г., Романова М.С., Шилов Б.В., Королева Н.А. Молекулярные основы наследственности и изменчивости организмов. – Томск: Сибирский государственный медицинский университет, 2006. – 48 с.

- Барабой А.В., Киричинский Б.Р. Ядерные излучения и жизнь. – М.: «Наука», 1972. – 232 с.

**683. Открытие генетической рекомбинации.** Феномен генетической рекомбинации, то есть обмена генетической информацией между двумя различными линиями бактериофагов, обнаружили независимо друг от друга американский бактериолог и генетик Альфред Херши (1908-1997) и немецкий биофизик, работавший в США, Макс Дельбрюк (1906-1981). В 1969 г. оба исследователя удостоены Нобелевской премии по физиологии и медицине.

В 1-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) отмечается: «Работая **независимо друг от друга**, Дельбрюк и Херши в 1946 г. выявили возможность обмена генетической информацией (генами) между двумя различными линиями бактериофагов, если одна и та же бактериальная клетка инфицируется несколькими бактериофагами. Этот феномен, который они назвали генетической рекомбинацией, был первым экспериментальным доказательством рекомбинации ДНК в вирусах. Позднее, в 1952 г., Херши и его коллега Марта Чейз подтвердили, что гены состоят из ДНК» («Лауреаты...», 1992, с.404).

Это же открытие рассматривается во 2-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992): «В 1946 г. Херши и Дельбрюк, проводя исследования **независимо друг от друга**, обнаружили, что различные штаммы бактериофага могут обмениваться генетическим материалом, если одну и ту же бактериальную клетку поражает не один, а несколько штаммов. Будучи блестящим экспериментатором в отличие от Дельбрюка-теоретика, именно Херши получил бесспорное доказательство обмена генетической информацией, который он назвал рекомбинацией генов. Это одно из первых доказательств в экспериментах рекомбинации генетическим материалом между вирусами» («Лауреаты...», 1992, с.658).

Аналогичная информация представлена в статье «Нобелевские премии за 1969 год по физиологии и медицине» (журнал «Природа», 1970, № 3): «В 1945 г. А. Херши и С. Лурия демонстрируют появление спонтанных мутантов у фагов, а в следующем году М. Дельбрюк и А. Херши, **независимо друг от друга**, открывают явление генетической рекомбинации у фагов. Впоследствии А. Херши и его ученик Р. Ротман дали правильное объяснение обнаруженным фактам, показав, что рекомбинация у фагов аналогична кроссинговеру (перекресту) хромосом у высших организмов» («Природа», 1970, с.82).

Сошлемся на еще одну работу. Энн Роллер в книге «Открытие основных законов жизни» (1978) повествует: «Генетическое сходство между фагами и другими организмами стало еще более очевидным в 1946 году, когда два крупнейших исследователя фагов – М. Дельбрюк и А. Херши – **независимо друг от друга** обнаружили рекомбинантные формы фагов в потомстве, полученном при одновременном заражении бактерий двумя фагами-мутантами с мутациями в разных генах. (Фаги так же, как и бактерии и некоторые другие микроорганизмы, например, плесневые грибы очень удобны для генетических экспериментов, поскольку их единственная хромосома содержит только один набор генов; этим они отличаются от таких высших организмов, как горох, плодовая мушка или человек, обладающих двойным набором хромосом и парными генами)» (Роллер, 1978, с.204-205).

**684. Открытие химического мутагенеза.** Немецко-британская женщина-генетик Шарлотта Ауэрбах (1899-1894) разделяет с советским биологом Иосифом Абрамовичем Рапопортом (1912-1990) честь открытия химических веществ, обладающих сильным мутагенным действием (т.е. честь открытия химического мутагенеза). Названные ученые

работали независимо друг от друга. Ауэрбах открыла мутагенные свойства иприта (горчичного масла), а Рапопорт – нитрозоэтилмочевины.

Н.П. Бочков в книге «Гены и судьбы» (1990) пишет: «Честь открытия химического мутагена, то есть вызывания мутаций химическими веществами, принадлежит сразу двум талантливым генетикам: Шарлотте Ауэрбах (Шотландия) и И.А. Рапопорту (СССР). Открытия эти сделаны **независимо друг от друга** в 1946 году. За исследование химического мутагена член-корреспондент (Академии наук – Н.Н.Б.) И.А. Рапопорт был удостоен Ленинской премии» (Бочков, 1990, с.49-50).

Этот же факт рассматривает В.Н. Сойфер в статье «Репарация генетических повреждений» («Соросовский образовательный журнал», 1997, № 8): «Советский генетик И.А. Рапопорт в 1944-1948 годах нашел новый класс химических мутагенов – алкилирующие агенты, способные добавлять к взаимодействующим с ними молекулам алкильные (метилловые, этиловые, пропиловые, бутиловые) боковые группы. **Аналогичный результат** вскоре был получен английским генетиком Шарлоттой Ауэрбах. В конце 60-х годов стало ясно, что эти мутагены алкилируют пуриновые и пиримидиновые основания в ДНК» (Сойфер, 1997, с.5).

**685. Открытие мутаций, индуцируемых химическими веществами, в экспериментах В.В. Сахарова и М.Е. Лобашева.** Следует отметить, что исследований Ш. Ауэрбах и И.А. Рапопорта вещества, вызывающие мутации, обнаружил советский генетик, сотрудник Н.К. Кольцова - Владимир Владимирович Сахаров (1902-1969). Независимо от него аналогичные результаты получил молодой исследователь, работавший в Ленинграде, окончивший биологическое отделение Ленинградского университета, Михаил Ефимович Лобашев (1907-1971). Примечательно, что Михаил Лобашев был одним из прототипов Сани Григорьева – главного героя романа Вениамина Каверина «Два капитана».

Н.В. Лучник в книге «Почему я похож на папу» (1969) пишет: «В начале 30-х годов академик Николай Константинович Кольцов искал пути заставить яйца шелковичного червя развиваться без оплодотворения. Поиски увенчались успехом. К желаемому результату приводили соляная кислота, йод, формалин, хлорное железо, марганцовокислый калий, азотнокислое серебро, бертолетова соль. А когда выяснилось, что эти вещества активно влияют на клеточное ядро, оставался один шаг до того, чтобы проверить, не вызывают ли эти вещества мутации. Этот шаг было суждено сделать одному из сотрудников Кольцова – Владимиру Владимировичу Сахарову. Действуя йодом на оплодотворенные яйца дрозофилы, он получил большое число мутаций как летальных, вызывавших гибель потомства, так и жизнеспособных, с наследственно измененными внешними признаками. Первая работа Сахарова вышла в свет в 1932 году. Но это было только начало. В дальнейших опытах Сахарову и его ученикам удалось получить мутации и под действием других веществ. **Независимо от Сахарова** и почти одновременно с ним химические мутации, тоже в опытах на дрозофиле, были получены молодым ленинградцем Михаилом Ефимовичем Лобашевым. Правда, количественный результат в этих опытах был невелик: мутации возникали только в очень небольшом проценте» (Лучник, 1969, с.178).

**686. Открытие веществ, помогающих клеткам восстановиться после облучения, вызывающего мутации.** Вещества, которые помогают клеткам восстановить свои функции после облучения (эти вещества названы «радиопротекторами»), открыли независимо друг от друга советский биофизик и радиобиолог Николай Викторович Лучник (1922-1993) и сотрудник Аргонской лаборатории (США) Г.М. Платт. Другими словами, названные ученые независимо друг от друга обнаружили феномен восстановления клеток после радиационного (мутагенного) повреждения.

Н.В. Лучник в книге «Почему я похож на папу» (1969) пишет: «Долгое время считали, что на степень лучевого поражения можно влиять только в очень и очень ограниченных пределах. Но в конце 40-х годов вышла в свет работа некоего Бэйрона с сотрудниками, не

имевшая никакого отношения к биологии. Он облучал водные растворы белков и измерял степень их повреждения. Если в раствор добавлялось определенное вещество – глутатион, поражение в несколько раз уменьшалось. Когда я прочел эту работу, мне пришла в голову шальная мысль: а что, если глутатион способен защищать от лучевого поражения и живые организмы? Неслыханно? Но несколькими мышами можно было пожертвовать. Правда, в лаборатории не было глутатиона, но наш химик сумел приготовить цистеин – вещество, входящее в состав глутатиона. Мы ввели цистеин мышам, после чего облучили их смертельной дозой и стали ждать. Удивительное произошло. Смертность оказалась примерно вдвое ниже, чем в контроле, облученном той же дозой, но без введения цистеина. Мысль, приведшая к нашим опытам, напрашивалась сама собой, и **такие же опыты**, как наши, после прочтения статьи Бэйрона поставили во многих лабораториях мира. Первым опубликовал результаты американец Гарвей Патт» (Лучник, 1969, с.186-187).

Об этом же сообщает бельгийский ученый З.М. Бак в статье «Химическая защита против ионизирующих излучений» (журнал «Природа», 1959, № 7): «В 1949 г. Г.М. Патт, сотрудник Аргонской лаборатории в США, опубликовал важное открытие, что цистеин, представляющий собой естественную меркаптоаминовую кислоту, служит хорошей защитой от радиоизлучений. Работа эта основана на ряде опытов, поставленных Г. Барроном. Последний доказал, что чистые кристаллизованные ферменты в водных растворах проявляют заметно повышенную чувствительность к рентгеновым лучам, если они относятся к типу меркаптанов, т.е. если для их активности необходимо присутствие тиоловых групп в их молекуле или в молекуле кофермента. Кроме того, Баррон установил, что *in vitro* реактивация тиолового фермента, частично лишённого активности после облучения рентгеновыми лучами, может быть осуществлена простым добавлением к раствору цистеина – SH-группы которого восстанавливают функциональные группы -S-S- (окисленные) облученных ферментов» (Бак, 1959, с.35).

**687. Открытие феномена восстановления клеток после радиационного повреждения в экспериментах В.И. Корогодина.** Советский биолог Владимир Иванович Корогодина (1929-2005) – еще один исследователь, независимо открывший эффект пострадиационного восстановления клеток.

Н.В. Лучник в книге «Почему я похож на папу» (1969) пишет: «В науке часто бывает так, что сходные работы примерно **в одно и то же время** делаются разными учеными. Вспомните, как было с переоткрытием законов Менделя, открытием мутагенного действия радиации, химических мутагенов, возможности химической защиты живых организмов от действия радиации. То же произошло с открытием способности клеток восстанавливаться от первичных генетических изменений. Когда мы подходили к уверенности в том, что клетки способны восстанавливаться от генетических изменений, у Корогодина была совершенно та же ситуация с изучением изменений, вызывающих гибель клеток. А ведь это две стороны одной и той же медали!» (Лучник, 1969, с.192). Автор добавляет: «...Когда открытие делается одновременно в нескольких местах, это скорее хорошо, чем плохо. Истина утверждается быстрее, да и в компании работается веселее» (там же, с.194).

Аналогичные сведения можно найти в «Кратком очерке научной деятельности» (В.И. Корогодина, «Феномен жизни. Избранные труды», том 1, 2010), где сообщается: «Восстановление дрожжевых клеток от радиационных повреждений – первая исследовательская работа Владимира Ивановича Корогодина. Работая с 1953 г. лаборантом на организованной тогда Б.Н. Тарусовым кафедре биофизики МГУ, он обнаружил задержку роста колоний, вырастающих из облученных дрожжей (1956), и три формы инактивации клеток, в том числе отдаленную, через несколько циклов деления, гибель некоторых из них (1957). До этого общепринятым было мнение, что клетки сразу погибают при радиационном повреждении. Молодой ученый заметил, что инактивация клеток связана с митозом, и разработал методику, позволяющую поддерживать митотический покой у клеток дрожжей. Его опыты показали, что клетки в митотическом покое способны

восстанавливаться от радиационных повреждений (1957). По предложению Н.В. Тимофеева-Ресовского Корогодин повторил свои опыты в лаборатории Николая Владимировича на озере Большое Миассово (1958). В результате была принята гипотеза, согласно которой первичные радиобиологические повреждения могут иметь потенциальную форму и обратимый характер (1959). **Одновременно и независимо** Н.В. Лучником и Л.С. Царапкиным был обнаружен эффект восстановления хромосомных нарушений в клетках корешков гороха (1959)» («Краткий очерк...», 2010, с.20).

**688. Формулировка идеи о связи между РНК и синтезом белков в клетках.** Данную идею выдвинули независимо друг от друга бельгийский биохимик Жан Браше (1909-1988) и шведский цитолог Торньерн Касперсон (1910-1997). Упомянутая идея возникла в качестве индуктивного обобщения следующего факта: чем интенсивнее клетка синтезирует белок, тем больше в ней содержится (накапливается) РНК.

Энн Роллер в книге «Открытие основных законов жизни» (1978) пишет: «В 1941 году Ж. Браше и Т. Касперсон **независимо обнаружили**, что клетки, синтезирующие большие количества белка, особенно богаты веществом, называемым рибонуклеиновой кислотой (РНК). Как выяснилось позже, большая часть РНК находится в частицах, получивших название рибосом» (Роллер, 1978, с.253).

Об этом же сообщает Н.В. Лучник в книге «Почему я похож на папу» (1969): «Медленно, очень медленно накапливались улики, заставлявшие заподозрить соучастие нуклеиновой кислоты в более важных делах. Так, еще до войны бельгиец Жан Браше и швед Торньерн Касперсон **независимо друг от друга** заметили, что чем интенсивнее клетка синтезирует белок, тем больше в ней нуклеиновой кислоты. Они стали утверждать, что нуклеиновая кислота играет роль в синтезе белка, но им мало кто верил. Были и некоторые другие данные, но они тоже мало кого убеждали» (Лучник, 1969, с.238-239).

**689. Выдвижение гипотезы о связи между РНК и синтезом белков в трудах Б.В. Кедровского.** Советский биолог Борис Васильевич Кедровский (1898-1970) – ученый, который независимо от Ж. Браше и Т. Касперсона обнаружил связь между РНК и белковым синтезом, происходящим в клетках.

Т.П. Платова в статье «Из истории открытия биологической роли РНК» (журнал «Природа», 1975, № 1) повествует: «Кедровский был первым исследователем, который обнаружил в клетках вещества (молекулы РНК – Н.Н.Б.), необходимые для роста и дифференцировки тканей и для клеточных синтезов. Он выяснил их роль в развитии организма, выделил из клеток, провел гистохимический и отчасти химический анализ и дал достаточно полную химическую характеристику. По составу они оказались близки к единственной известной в то время рибонуклеиновой кислоте – «дрожжевой». Слово «РНК» не было тогда сказано Кедровским, но по состоянию научных представлений 30-х годов оно и не могло быть сказано» (Платова, 1975, с.49).

Далее автор пишет о публикации Б.М. Кедровского (1941), где он подвел итоги своих работ по изучению базофилии – способности клеток и тканей окрашиваться основными (щелочными) красками, которая обусловлена присутствием в этих клетках и тканях соединений кислого характера (РНК – одно из таких соединений). В частности, Т.П. Платова указывает: «Окончательные итоги исследований анаболитов Кедровский подвел в статье «Об особенностях строения коллоидов эмбриональных клеток (Базофильные клетки животных и растений)», напечатанной в 1941 г. в немецком журнале. Здесь, на основании дополнительных исследований химической природы анаболитов, он характеризует их как комплексные соединения с РНК. Статья осталась неизвестной советским читателям, так как из-за войны журнал не мог поступить из Германии в СССР. Сохранилась только корректура в архиве Кедровского» (Платова, 1975, с.51).

Б.В. Кедровский понимал, что он независимо от Т. Касперсона и его коллег открыл связь между РНК и синтезом белков в клетке. Т.П. Платова отмечает этот факт, приводя

фрагмент статьи отечественного ученого «Об особенностях строения коллоидов...» (1941): «Кедровский особенно подчеркивал тот факт, что Касперсон и Шульц (1939 г.), с одной стороны, и он сам (1937 г.) – с другой, **независимо друг от друга** и исходя из различных оснований, указали на идентичную природу базофильной субстанции всех эмбриональных клеток». Он сообщает, что упомянутым исследователям удалось, используя тонкие гистохимические методы, установить химическую природу базофильной субстанции и определить ее как РНК» (Платова, 1975, с.53).

**690. Формулировка идеи о том, что молекула ДНК состоит из двух цепей.** Как известно, одну из первых моделей строения ДНК предложил американский химик, лауреат Нобелевской премии по химии за 1954 год, Лайнус Полинг. Он предположил, что молекула ДНК состоит из трех цепей. Эта гипотеза оказалась ошибочной, после чего появилась другая модель ДНК, в которой постулировалось, что молекула наследственности состоит из двух цепей. Как отмечают специалисты, к этой правильной модели пришли независимо друг от друга две группы ученых - Розалинд Франклин (1920-1958) и Раймонд Гослинг (1926-2015), с одной стороны, и Френсис Крик и Джеймс Уотсон – с другой.

В.Н. Сойфер в книге «Очерки истории молекулярной генетики» (1970) пишет: «...Стало ясно, что ДНК может существовать в двух формах: кристаллической (структура А) и паракристаллической (структура В). Первая получается в том случае, когда ДНК содержит 30 процентов воды, вторая – при увеличении содержания воды, что приводит к вытягиванию молекулы: у нее длина витка равна  $34\text{\AA}$ . Переход к структуре А сопровождается укорочением волокна ДНК на 30 %, и периодичность наблюдается уже через  $28\text{\AA}$ . Рассчитав плотность структур А и В и размеры их элементарных ячеек, Франклин и Гослинг и **независимо от них** Уотсон и Крик (Watson, Crick, 1953a) пришли к исключительно важному выводу о двунитевом строении ДНК» (Сойфер, 1970, с.55).

**691. Формулировка идеи о том, что генетический код должен быть, по крайней мере, трехбуквенным (триплетным).** Эту важную идею сформулировал Георгий Гамов (1904-1968), советский физик, эмигрировавший в США, автор туннельной теории альфа-распада атома и «горячей» модели эволюции Вселенной, где содержалось знаменитое предсказание космического реликтового излучения. Выдвигая в 1954 г. гипотезу трехбуквенного (триплетного) генетического кода, Г. Гамов исходил из того, что молекула ДНК (подобно игральным картам) содержит всего четыре «масти» - аденин, тимин, гуанин, цитозин. Поскольку существует 20 основных аминокислот, из которых состоят все белки, ученый понял, что генетический код должен быть «троичным», то есть одну аминокислоту в белке должна кодировать тройка нуклеотидов (двойка нуклеотидов не может кодировать все аминокислоты, так как  $4^2 = 16$ , что недостаточно для кодирования 20-ти аминокислот). Независимо от Георгия Гамова идею о триплетном генетическом коде сформулировал отечественный ученый Александр Александрович Нейфах (1926-1997), который исходил из тех же соображений. К сожалению, А.Н. Белозерский, будучи редактором биологической серии журнала «Известия АН СССР», отказался опубликовать статью А.А. Нейфаха с изложением упомянутой идеи, не поверив в ее продуктивность.

С.Э. Шноль в книге «Герои, злодеи, конформисты отечественной науки» (2010) пишет: «Наш эмигрант Г.А. Гамов – автор идеи генетического кода. Наш А.А. Нейфах в Москве представил **независимо и ранее** Гамова сходную концепцию такого кода. И получил статью из «Известий АН, серия биологическая» обратно. С резолюцией осторожного А.Н. Белозерского – статья не может быть опубликована: формальные математические соображения не применимы к столь самобытной науке, какой является биология» (Шноль, 2010, с.465).

Об этом же пишет И.Э. Лалаянц в статье «Геном человека» (газета «Биология», 2001, № 46): «После открытия Уотсона и Крика важнейшей проблемой стало выявление соответствия между первичными структурами ДНК и белков. Поскольку в составе белков

обнаруживается 20 аминокислот, а нуклеиновых оснований всего 4, то для записи информации о последовательности аминокислот в полинуклеотидах необходимо не менее трех оснований. На основании таких общих рассуждений варианты «трехбуквенных» генетических кодов предложили физик Г. Гамов и биолог А. Нейфах» (И.Э. Лалаянц, 2001).

Процитируем еще одного автора. Сергей Ястребов в книге «От атомов к древу. Введение в современную науку о жизни» (2018) повествует: «Почти **одновременно** с Гамовым и, похоже, даже немного раньше очень сходные выкладки совершенно **независимо подготовил** другой ученый – молодой советский эмбриолог Александр Александрович Нейфах. Но его статью не приняли к публикации! «Редакция «Известий Академии наук. Серия биологическая» отклонила статью, сославшись на то, что формальные математические соображения неприменимы к такой самобытной науке, как биология» [6]. Эта история как нельзя лучше показывает, насколько трудно было подавляющему большинству биологов переключиться с «аналогового» мышления на «цифровое». А Нейфах в результате остался без приоритета, и вся советская наука вместе с ним. После Гомова опубликовать статью с теми же расчетами было уже бессмысленно» (Ястребов, 2018, с.218-219).

Здесь [6] – Аспиз М.Е. Об А.А. Нейфахе как об ученом // сборник «А.А. Нейфах – взгляды, идеи, раздумья». – М.: «Наука», 2001. – С.114-118.

Дополнительная литература по теме:

- Тарантул В.З. Геном человека: энциклопедия, написанная четырьмя буквами. – М.: «Языки славянской культуры», 2003. – 392 с.

**692. Открытие рибосом.** Как известно, рибосомы – органеллы всех живых клеток. Они представляют собой макромолекулярные машины, служащие для биосинтеза белка на стадии трансляции. Рибосомы вместе со связанными органеллами образуют белок-синтезирующий аппарат клеток. Рибосомы экспериментально открыли независимо друг от друга два исследователя – американский биолог Пол Замечник (1912-2009) и советский ученый Роман Бениаминович Хесин-Лурье (1922-1985).

С.Э. Шноль в книге «Герои, злодеи, конформисты отечественной науки» (2010) пишет о Романи Хесине-Лурье: «Он сделал к этому времени замечательное открытие: меченые аминокислоты, образуя пептидные связи, прежде всего, оказываются во фракции «легких больших гранул» клеточного гомогената, осаждаемой при центрифугировании после митохондрий. Синтез белка, помимо включения меченых радиоактивных аминокислот, был подтвержден и непосредственно – по нарастанию содержания белка и увеличению ферментативной активности амилазы. Это было волнующее событие. Почти **одновременно и вполне независимо** от работ Элизабет Келлер и П. Замечника, работавших в прекрасно оборудованной лаборатории в Англии, Хесин, выпрашивающий (будучи обаятельным) сухой лед у продавщиц мороженого, сделал выдающееся открытие – открыл рибосомы. Доклад Р.Б. Хесина на заседании Московского биохимического общества, где председательствовал С.Е. Северин, вызвал чрезвычайный интерес. На докладе был прославленный ученик и последователь Сент-Дьердьи – Ф. Штрауб. Они в Венгрии начали заниматься этой же проблемой. На слова Хесина, что продолжение этой работы сдерживается недостатком АТФ, Штрауб сказал, что у него АТФ много, и потому он надеется на успех в его лаборатории» (Шноль, 2010, с.465).

Аналогичные сведения содержатся в статье С.Э. Шноля «Открытие рибосом» (журнал «Природа», 1993, № 11), где автор пишет об Р. Хесине-Лурье: «Он сделал к этому времени замечательное открытие: меченые аминокислоты, образуя пептидные связи, прежде всего, оказываются во фракции «легких больших гранул» клеточного гомогената, осаждаемой при центрифугировании после митохондрий. Синтез белка, помимо включения меченых радиоактивных кислот, был подтвержден и непосредственно – по нарастанию содержания белка и увеличению ферментативной активности амилазы. Это было волнующее событие. Почти одновременно и **вполне независимо** от работ Э. Келлер и П. Замечника, работавших

в прекрасно оборудованной лаборатории в Англии, Хесин, выпрашивающий (будучи обаятельным) сухой лед у продавщиц мороженого, сделал выдающееся открытие – обнаружил, что белки синтезируются в легкой фракции клеточного гомогената, куда, как выяснилось впоследствии, попадали рибосомы» (Шноль, 1993, с.85-86).

Что касается Пола Замечника, то его исследования обсуждаются в следующем источнике. Малон Хогланд в статье «На арену выходят транспортные РНК» (журнал «Химия и жизнь», 2007, № 12) пишет: «В начале 50-х годов Пол Замечник и его сотрудники на медицинском факультете Гарвардского университета классическими биохимическими методами определили, где в клетке синтезируются белки. Для этого они вводили подопытным животным радиоактивные аминокислоты, а затем через разные промежутки времени извлекали их печень, гомогенизировали ее, центрифугированием разделяли на фракции, а те проверяли на наличие радиоактивного белка» (Хогланд, 2007, с.45).

**693. Открытие того факта, что РНК является носителем наследственных свойств вирусов.** Это открытие сделали независимо друг от друга немецкий биохимик Герхард Шрамм (1910-1969) и его соотечественник, работавший в США, Хайнц Френкель-Конрат (1910-1999). Они показали, что РНК вируса – это тот компонент вирусной частицы, который определяет специфичность синтеза как самой РНК, так и вирусного белка. Другими словами, они установили, что молекула РНК способна хранить наследственную информацию.

В книге «История биологии с начала XX века до наших дней» (1975), подготовленной под редакцией Л.Я. Бляхера, сообщается: «В самом начале 40-х годов были опубликованы работы Г. Шрамма (1940), П.А. Агатова (1941), Г. Миллера и У. Стенли (1941), свидетельствовавшие о том, что заметная химическая модификация белкового компонента не приводит к утрате инфекционности ВТМ (вируса табачной мозаики – Н.Н.Б.). Это указывало на то, что белковый компонент не может быть носителем наследственных свойств вируса, как продолжали считать многие микробиологи. Убедительные доказательства в пользу генетической роли нуклеиновой кислоты (РНК) у растительных вирусов были получены в 1956 г. Г. Шраммом в Тюбингене (ФРГ) и Х. Френкель-Конратом в Калифорнии (США). Эти исследователи практически одновременно и **независимо друг от друга** выделили из ВТМ РНК и показали, что именно она, а не белок, обладает инфекционностью: в результате заражения растений табака этой РНК в них происходило формирование и размножение нормальных вирусных частиц. Это означало, что РНК содержит информацию для синтеза и сборки всех вирусных компонентов, в том числе и вирусного белка» («История биологии...», 1975, с.451-452).

Об этом же пишет академик В.А. Кириллин в книге «Страницы истории науки и техники» (1986): «Установление генетической роли нуклеиновых кислот имело решающее значение для дальнейшего развития молекулярной биологии, причем было показано, что эта роль принадлежит не только ДНК, но и РНК (рибонуклеиновой кислоте). В 1956 г. Г. Шрамм (ФРГ) и Х. Френкель-Конрат (США) **независимо друг от друга** выделили РНК из вируса табачной мозаики и показали, что при заражении табака этой РНК в нем происходит развитие вируса. Таким образом, было убедительно доказано, что РНК содержит всю необходимую информацию для синтеза вирусного белка» (Кириллин, 1986, с.441).

**694. Открытие фермента, синтезирующего молекулу РНК (РНК-полимеразы).** Фермент, синтезирующий молекулу РНК, обнаружили и описали независимо друг от друга в 1960 г. два исследователя – Джерард Хёрвиц и Сэмюэл Вейсс.

Л. Страйер в 3-ем томе книги «Биохимия» (1985) отмечает: «Концепция мРНК стимулировала поиски фермента, который синтезирует РНК в соответствии с последовательностью ДНК-матрицы. Стратегия эксперимента была такой же, как и при поиске ДНК-полимеразы I. В 1960 г. Джерард Хёрвиц и Сэмюэл Вейсс (Jerard Hurwitz,

Samuel Weiss) **независимо открыли** такой фермент. Они назвали его РНК-полимеразой» (Страйер, 1985, с.52).

**695. Открытие транспортной РНК.** Этот класс РНК открыли разные группы ученых, работавшие независимо. В США успех сопутствовал Малону Хогланду и Полу Замечнику, который, как отмечено выше, открыл рибосомы. В Японии аналогичные результаты получили Агата, Нахара и Морито. Находка этих исследователей подтвердила гипотезу Френсиса Крика о существовании адапторных РНК (правда, до открытия транспортных РНК эта гипотеза не была опубликована официально).

В.Н. Сойфер в книге «Очерки истории молекулярной генетики» (1970) пишет о гипотезе Ф. Крика: «Такая гипотеза отлично объясняла все моменты взаимодействия нуклеиновой кислоты и аминокислот. Однако, прежде чем она была экспериментально подтверждена, прошло более 3 лет. Хогланд, Стефенсон и др. из лаборатории Замечника (США) и Агата, Нахара и Морито (Япония) обнаружили низкомолекулярные растворимые рибонуклеиновые кислоты, соединенные ковалентной связью с аминокислотами (Hoagland et. al., 1957; Ogata et. al., 1957). Дальнейшие исследования показали, что это и есть адапторные молекулы РНК, предсказанные Криком. Сейчас вместо терминов адапторные (или растворимые) кислоты используют термин транспортные РНК (сокращенно т-РНК)» (Сойфер, 1970, с.86).

Об этом же сообщает Джеймс Уотсон и др. в книге «ДНК. История генетической революции» (2019): «...Пол Замечник выяснил, что синтез белков происходит в рибосомах, тогда как Георгий Гамов поначалу этого не признавал. Вскоре Замечник и его коллега Малон Хогланд сделали еще более неожиданное открытие: оказалось, что аминокислоты перед встраиванием в полипептидные цепочки связываются с мелкими молекулами РНК. Результат их озадачивал, пока я не рассказал им об адапторной теории Крика. Впоследствии они подтвердили версию Крика о существовании специальных малых адапторных РНК и специальных ферментов, ковалентно присоединяющих аминокислотные остатки к этим РНК» (Дж. Уотсон и др., 2019).

**696. Открытие информационной (матричной) РНК.** В состав первой группы исследователей, которым посчастливилось открыть информационную РНК, входили Сидней Бреннер (1927-2019) лауреат Нобелевской премии 2002 года, и Мэтью Мезельсон (род. 1930 г.). В состав второй группы входил Уолтер Гилберт (род. 1932 г.), лауреат Нобелевской премии 1980 года. Наконец, третья группа ученых, независимо открывших информационную РНК, - это Эллиот Волкин (Elliot Volkin, 1919-2011) и Лазарус Астрахан (Lazarus Astrachan, 1925-2003).

Джеймс Уотсон и др. в книге «ДНК. История генетической революции» (2019) рассказывает: «Эксперименты, проводившиеся в Институте Пастера в Париже, позволяли предположить, что большинство матриц для сборки бактериальных белков на самом деле недолговечны. Тем более странным оказалось то, что последовательности оснований в двух цепочках рибосомальной РНК никак не соответствовали последовательностям оснований на соответствующих участках хромосомной ДНК. Разобраться с этими парадоксами удалось в 1960-е годы, когда была открыта третья форма РНК – матричная. Оказалось, что она и есть настоящий шаблон для сборки белков. Эксперименты, проведенные в моей гарвардской лаборатории, а также выполненные в Кембридже и Калифорнийском технологическом институте Мэттом Мезельсоном, Франсуа Жакобом и Сиднеем Бреннером, показали, что рибосомы – это, в сущности, молекулярные фабрики. Матричная РНК напоминает перфокарту из компьютера первого поколения и является программой для синтеза белка» (Дж. Уотсон и др., 2019).

О группе Э. Волкина и Л. Астрахана пишет В.Н. Сойфер в книге «Очерки истории молекулярной генетики» (1970): «Пропасть, разделявшая ДНК и клеточные РНК, оказалась заполненной в 1961 г., когда Волкин и Астрахан, исследовавшие вновь синтезируемую РНК



в бактериальных клетках, зараженных фагом T2, обнаружили новый класс РНК, названной впоследствии информационной РНК. Эти авторы использовали метод так называемого импульсного мечения. В клетку на короткий отрезок времени вводили предшественники РНК, после чего вновь синтезированную РНК выделяли из клетки и анализировали. Выяснилось, что эта РНК полностью совпадает по составу с ДНК фагов. Затем структурное соответствие ДНК и информационной РНК, или и-РНК (синонимы – РНК-посредник, мессенджерная РНК) было установлено в опытах по молекулярной гибридизации» (Сойфер, 1970, с.20).

Примечательно, что матричную РНК независимо друг от друга открывали исследовательские группы Андрея Николаевича Белозерского (1905-1972) и Александра Сергеевича Спирина (1931-2020). А.Н. Асаул в монографии «Впервые в мире. Изобретено в СССР» (2020) пишет: «В 1956-1957 гг. биохимики Андрей Николаевич Белозерский (1905-1972) и Александр Сергеевич Спирин (род. 1931) **независимо друг от друга** обосновали существование матричной рибонуклеиновой кислоты (мРНК), а также выяснили, что главная масса РНК в клетке вовсе не матричная, а рибосомальная» (Асаул, 2020, с.156).

Дополнительная литература по теме:

- Щербо С.Н., Щербо Д.С., Кралин М.Ю. Биомаркеры персонализированной медицины. Часть 5. Некодирующие РНК и микроРНК // Медицинский алфавит. – 2015. - № 11 (252). - С.5-11.

**697. Теоретическое предсказание существования информационной РНК.** Если считать, что теоретическое предсказание нового явления (объекта) обладает такой же значимостью, что и экспериментальное открытие этого явления (объекта), то можно сказать, что нашлись ученые, которые независимо от экспериментаторов догадались о существовании информационной (матричной) РНК. В частности, это сделали французские генетики Франсуа Жакоб (1920-2013) и Жак Моно (1910-1976), получившие в 1965 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине. Интересно, что к моменту их предсказания уже проводились эксперименты, позволившие выявить данный класс РНК.

В.Н. Сойфер в книге «Очерки истории молекулярной генетики» (1970) пишет: «Когда Жакоб и Моно формулировали свою гипотезу об информационной РНК, уже имелось исследование, практически доказавшее существование этого класса молекул. Волкин и Астрахан (1961), изучавшие синтез РНК в бактериях *E. Coli*, зараженных бактериофагом T2, практически обнаружили и-РНК. Они метили вновь синтезирующиеся молекулы РНК очень непродолжительное время ( $C^{14}$  – урацил добавлялся на 5 секунд), затем клетки отмывали от метки и разрушали. Для того чтобы удалить ДНК, на разрушенные клетки воздействовали ДНК-азой, после чего полученный препарат центрифугировали в градиенте сахарозы. Было обнаружено, что после центрифугирования примерно 2% всей РНК имело высокий молекулярный вес (константа седиментации превышала 13S), и именно эта высокомолекулярная РНК содержала практически всю метку» (Сойфер, 1970, с.84).

Об этом же сообщает М.Д. Крылова в книге «Щедрость невидимых (рассказы о генетике микробов)» (1968): «...Французские ученые Жакоб и Моно заподозрили существование какого-то постоянно действующего химического посредника между ДНК ядра и РНК рибосом. Рибосомы клетки действительно похожи друг на друга. Вот почему Жакоб и Моно предположили, что сами рибосомы не могут строить белки. Это чудесное свойство им «прививает» особая РНК, рождающаяся на матрицах цистронов. ДНК каждого цистрона создает свою, неповторимую по составу РНК, в которой, как в зеркале, отражается код белка. <...> Из всего этого следует, что такая РНК должна строиться в ядре клетки. Но ведь это были только предположения. Факты пришли позднее и не сразу. В 1953 году Херши и Чейз обратили внимание на то, что после заражения фагом T4 в теле кишечной палочки появляется небольшое количество новой РНК. Позднее ее исследовали американцы Волкин и Астрахан» (М.Д. Крылова, 1968). Далее автор указывает: «...Волкин

и Астрахан впервые обнаружили РНК-копию ДНК-матрицы. Ее стали называть информационной РНК – сокращенно иРНК» (М.Д. Крылова, 1968).

**698. Открытие того факта, что нуклеотидный состав ДНК – надежный видовой признак.** Данный факт установили независимо друг от друга Андрей Николаевич Белозерский, Александр Сергеевич Спирин и Эрвин Чаргафф (1905-2002). Аналогичное наблюдение делали французские ученые (Ли, Валь, Барбю). В частности, было обнаружено, что процент пар гуанин – цитозин, изменяющийся в процессе эволюции, видоспецифичен и может иметь таксономическое значение.

В.Н. Сойфер в книге «Очерки истории молекулярной генетики» (1970) пишет: «В лабораториях Э. Чаргаффа и А.Н. Белозерского был установлен факт фундаментальной важности. Изучение соотношения пар АТ и ГЦ в ДНК разных организмов выявило серьезные отличия в качественном составе ДНК. Одни организмы характеризовались большим содержанием пар АТ, чем ГЦ, другие, напротив, несли больше пар ГЦ. Более того, нуклеотидный состав оказался надежным видовым признаком» (Сойфер, 1970, с.18). Автор сообщает о том, какой объем исследований проведен в лабораториях А.Н. Белозерского, А.С. Спирина и других ученых (в том числе Мэтью Мезельсона), чтобы установить упомянутый «факт фундаментальной важности»: «Достаточно сказать, что к октябрю 1962 г. было исследовано среднее молярное содержание нуклеотидов у ДНК 73 видов бактерий, 14 видов высших растений, 10 видов водорослей, 4 видов грибов, 18 видов простейших, 28 видов беспозвоночных, 14 видов бактериальных вирусов, 13 видов вирусов и риккетсий высших животных, 2 видов вирусов насекомых и в эписомах бактерий...» (Сойфер, 1970, с.74).

Об этом же сообщают Н.В. Лебедева, Н.Н. Дроздов и Д.А. Кривоуццкий в книге «Биологическое разнообразие» (2004) сообщают: «По мнению А.Н. Белозерского и его учеников, переворот в биохимической систематике произошел после того, как американский ученый Э. Чаргафф в самом начале 1950-х гг. совершил открытие кардинальной важности, установив, что нуклеиновые кислоты, так же, как и белки, видоспецифичны. На протяжении последующих 20 лет были получены данные, неопровержимо доказывающие, что нуклеиновые кислоты – не только материальная форма хранения наследственной информации, но и те соединения, через которые осуществляется реализация наследственности в процессах развития организма» (Лебедева и др., 2004, с.43-44).

Далее авторы пишут о пятом правиле Чаргаффа, согласно которому содержание гуанина + цитозина (Г + Ц) и аденина + тимина (А + Т) может варьировать в довольно значительных пределах: «Из пятого правила Чаргаффа вытекает второй, не менее важный вывод, сделанный одновременно и независимо друг от друга А.Н. Белозерским и А.С. Спириным и французскими исследователями Ли, Валь и Барбю, а именно: процент пар гуанин – цитозин, изменяющийся в процессе эволюции, видоспецифичен и может иметь таксономическое значение. Впервые это было показано на ДНК бактерий: где мы имеем очень большие вариации нуклеотидного состава» (там же, с.45).

**699. Экспериментальное доказательство коллинеарности гена и белка.** Коллинеарность, о которой идет речь, - это свойство, обуславливающее соответствие между последовательностью кодонов нуклеиновых кислот и аминокислот полипептидных (белковых) цепей. Иными словами, коллинеарность – свойство, благодаря которому в белке воспроизводится та же последовательность аминокислот, в какой соответствующие кодоны располагаются в гене. Это означает, что положение каждой аминокислоты в полипептидной цепи зависит от особого участка гена. Коллинеарность структуры гена и структуры молекулы белка открыли - независимо друг от друга - американский генетик Чарльз Яновский (1925-2018) и британский биолог Сидней Бреннер, получивший, как мы уже

отмечали, Нобелевскую премию по физиологии и медицине за 2002 год. Чарльз Яновский – лауреат премии Ласкера «за фундаментальные медицинские исследования» (1971).

Независимость исследований Чарльза Яновского и Сиднея Бреннера упоминается в книге В.А. Ратнера «Генетика, молекулярная кибернетика. Личности и проблемы» (2002): «С. Бреннер с сотрудниками и **независимо Ч. Яновский** доказали коллинеарность гена и белка – давно ожидаемое свойство генетических текстов. Вал результатов стремительно нарастал» (Ратнер, 2002, с.164).

**700. Формулировка идеи о возможности явления обратной транскрипции, то есть обратного переноса генетической информации от РНК к ДНК.** Эту идею независимо от друг от друга выдвинули американские биологи Говард Темин и Дэйвид Балтимор, а также советский ученый, ученик С.С. Четверикова, Сергей Михайлович Гершензон (1906-1998).

В.А. Ратнер в статье «Впереди событий и в стороне от признания» (журнал «Природа», 1998, № 8) пишет: «В конце 50-х годов начался второй цикл работ Гершензона – исследование вируса полиэдроса шелкопряда. Начался вынужденно, под флагом борьбы с вирусным заболеванием тутового шелкопряда. Объект оказался весьма благодатным, удобным для генетической работы. Так, введение информационной РНК вируса инициировало образование внутри клеток шелкопряда полиэдрических включений, содержащих вирионы с ДНК-геномами. Поскольку заражение фракцией инфекционной РНК приводило к возникновению ДНК-геномов вируса, встал вопрос о реальности переноса генетической информации от РНК к ДНК, впоследствии названного обратной транскрипцией. Это соображение, высказанное Гершензоном в явной форме, было очень смелым, поскольку нарушало так называемую «центральную догму Крика» в молекулярной генетике. Однако для доказательства обратной транскрипции следовало выделить фермент, который осуществляет этот процесс, что удалось сделать лишь через 10 лет американским ученым Д. Балтимору и Г. Темину. В этом их несомненный успех и заслуга, но почему они ничего не знали о работах Гершензона?» (Ратнер, 1998, с.102).

В другом месте своей статьи автор сообщает: «Единственным утешением для Гершензона было письмо от Балтимора от 15 марта 1972 г., где он извиняется, что не ссылаясь ранее на работу Гершензона: «Мое оправдание, - пишет Балтимор, - состоит только в том, что я ничего о ней не знал» (там же, с.101).

**701. Экспериментальное открытие фермента, названного «обратной транскриптазой».** Фермент, осуществляющий обратный перенос генетической информации от РНК к ДНК и названный «обратной транскриптазой», экспериментально открыли независимо друг от друга два американских исследователя (упомянутых выше) - Дэйвид Балтимор и Говард Темин. В 1975 г. они удостоены Нобелевской премии по физиологии и медицине.

В 1-ом томе книги «Лауреаты Нобелевской премии» (1992) сообщается: «Подтверждение провирусной гипотезы Темина зависело от того, будет ли найден фермент, вызывающий включение вирусных генов в клеточную ДНК. В 1970 г. Балтимор и Темин **независимо друг от друга** изолировали такой фермент и назвали его РНК-зависимой ДНК-полимеразой. В мае того же года Темин сообщил о своем открытии на X Международном конгрессе Международного союза борьбы с раком, а затем Балтимор доложил о своих результатах на симпозиуме в колд-спринг-харборской лаборатории на Лонг-Айленде. Оба исследователя опубликовали свои данные в английском журнале «Нейче» («Nature») в июне 1970 г.» («Лауреаты...», 1992, с.54).

Об этом же сообщает Л. Страйер в 3-ем томе книги «Биохимия» (1985): «Выдвинутая Темином гипотеза, что генетическая информация может переходить от РНК к ДНК, была вначале холодно встречена большинством исследователей. Она требовала существования неизвестного тогда еще фермента, способного синтезировать ДНК по РНК-матрице (РНК-зависимой ДНК-полимеразы). В 1970 г. Темин и Балтимор (Temin, Baltimore) **независимо открыли** такой фермент, который называется обратной транскриптазой, в вирионах

некоторых РНК-зависимых опухолеродных вирусов. Все вирусы этой группы, исследованные в дальнейшем, содержали обратную транскриптазу, поэтому их и называют ретровирусами...» (Страйер, 1985, с.190).

Приведем еще один источник. Эберхард Пассарг в книге «Наглядная генетика» (2022) говорит: «Открытие обратной транскриптазы **независимо** Х. Теминым и Д. Балтимором в 1970 г. разрушило основную догму генетики, согласно которой поток генетической информации шел только в одном направлении: от ДНК к РНК и от РНК к белку как конечному продукту гена. Обратная транскриптаза представляет собой комплекс ферментов РНК-вирусов (ретровирусов), синтезирующих ДНК на матрице РНК» (Пассарг, 2022, с.23).

**702. Открытие мобильных генетических элементов.** Несмотря на то, что Барбара Мак-Клинтон, проводя эксперименты на кукурузе, открыла «прыгающие гены» еще в 1950-е годы, сообщество генетиков поверило в существование подобных генов лишь после того, как мобильные генетические элементы были повторно обнаружены целой группой ученых в 1970-е годы. Питер Штарлингер с сотрудниками (ФРГ) выявил «прыгающие гены» у бактерий, Джеймс Шапиро (США) также у бактерий, а исследователи из научных групп Георгия Павловича Георгиева и Владимира Алексеевича Гвоздева (СССР) открыли подвижные гены в хромосомах дрозофилы. Если говорить о тех, кто непосредственно проводил эксперименты в составе команд Г.П. Георгиева и В.А. Гвоздева, то следует назвать Юрия Викторовича Ильина (род. 1941 г.), Николая Андреевича Чурикова (род. 1950 г.) и Евгения Витальевича Ананьева (1947-2008). Примечательно, что П. Штарлингер, Дж. Шапиро, Г.П. Георгиев, В.А. Гвоздев и их сотрудники открыли мобильные генетические элементы совершенно независимо друг от друга. Еще один интересный момент: П. Штарлингер и сотрудники научных групп в СССР (А.В. Ананьев, Н.А. Чуриков, Ю.В. Ильин) сделали свое открытие случайно, не ожидая тех результатов, которые они получили.

Находка Питера Штарлингера обсуждается в книге М.Д. Голубовского «Век генетики: эволюция идей и понятий» (2000): «В начале 70-х годов мало кто из молекулярных генетиков понимал, что открытие ИС-элементов (инсерционных сегментов – Н.Н.Б.) и транспозонов – это молекулярное подтверждение идей Б. Мак-Клинтон. Питер Штарлингер, один из открывателей мобильных элементов бактерий, констатирует, что еще в 1972 г. его первый обзор по инсерционным мутациям привлек мало внимания. Но уже в 1976 г. на второй опубликованный обзор пришла масса запросов. А спустя еще год на симпозиуме в Колд Спринг Харборе в 1977 г. на доклады по подвижным элементам было трудно попасть в зал! (Starlinger, 1984). Сам П. Штарлингер и его коллега Г. Сэдлер (H. Saedler) очень быстро поняли, что они, по существу, открыли то, что было четверть века назад предсказано Б. Мак-Клинтон. Неудивительно, что они практически оставили работу по микроорганизмам и переключились на молекулярно-генетический анализ нестабильных мутаций у кукурузы и других растений. Их целенаправленные поиски сразу же увенчались успехом (Федорофф, 1984; Saedler, Starlinger, 1991)» (М.Д. Голубовский, 2000).

Далее автор отмечает случайность открытия П. Штарлингера: «Мутации, вызванные появлением мобильных элементов, были найдены у микроорганизмов **случайно**. Обычно для большинства спонтанных мутаций удается найти мутацию в другом гене (супрессор), подавляющую первую, так что восстанавливается нормальный фенотип. Но были обнаружены такие спонтанные мутации в галактозном опероне, которые выключают, инактивируют все гены, входящие в оперон, и в то же время не способны супрессироваться, хотя сами по себе дают реверсии к дикому типу. Когда затем методами молекулярной гибридизации и электронной микроскопии сопоставлялись мутантные и нормальные опероны, то у мутантов был обнаружен инсерционный сегмент ИС (Shapiro, 1969; Starlinger, Saedler, 1972, 1976)» (М.Д. Голубовский, 2000).

Столь же случайным (непреднамеренным) было открытие, сделанное независимо в лабораториях Г.П. Георгиева и В.А. Гвоздева (1976). М.Д. Голубовский в той же книге «Век

генетики: эволюция идей и понятий» (2000) констатирует: «Мобильные гены дрозофилы были открыты **случайно** в ходе выделения клонов активно транскрибируемых генов. Выделяемая ДНК дрозофилы «нарезалась» рестриктазами на отдельные фрагменты, они клонировались с помощью методов генной инженерии, и затем определяли, какие из фрагментов образуют гибриды с мРНК культивируемых клеток дрозофилы. Затем клоны визуализировались на политенных хромосомах разных линий. Было найдено, что ряд клонов встречается среди повторенных последовательностей, а гибридизация меченной ДНК на политенных хромосомах показывала их дисперсную локализацию (Георгиев, 1989). Вначале эти клоны были названы как «мобильные диспергированные гены» (МДГ) в лабораториях Г.П. Георгиева и В.А. Гвоздева...» (М.Д. Голубовский, 2000).

Дополнительная литература по теме:

- Данилевская О.Н. Мобильные генетические элементы дрозофилы: история открытия и судьба первооткрывателей // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. - Том 15. - № 2.

**703. Открытие мобильных генов в экспериментах Мелвина Грина.** Американский генетик Мелвин Грин – еще один исследователь, открывший мобильные («прыгающие») гены. В конце 1960-х годов он наблюдал перемещение из одной хромосомы в другую аллелей гена white (белые глаза) у дрозофилы.

М.Д. Голубовский в статье «Парадоксы концептуальной истории генетики: эссе» («Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции», 2015) пишет: «Никто не сомневался в авторитетности, мастерстве цитогенетика Мак-Клинтон и чистоте исследований. Но почти никто и не верил в ее концепцию! А ведь, по существу, все основные свойства мобильных генетических элементов, обнаруженные у разных организмов спустя 25 лет на уровне ДНК, были, в принципе, установлены в опытах Мак-Клинтон. Когнитивная толерантность состояла примерно в следующем рассуждении. Конечно, Мак-Клинтон работает исключительно чисто, и вполне возможно, что она столкнулась с чем-то необычным. Однако биологические объекты столь разнообразны, что в некоторых линиях кукурузы могут происходить некоторые странные вещи – таково было отношение большинства генетиков. В книге Стертеванта по истории генетики (Sturtevant, 1965) – ни слова о концепции Мак-Клинтон. В конце 1960-х годов авторитетный американский генетик **Мелвин Грин**, изучавший необычные свойства нестабильных аллелей гена white (белые глаза) у *Drosophila melanogaster*, обнаружил, что часть этого гена способна перемещаться в другие хромосомы. Он ожидал большого интереса к своему наблюдению, так как гены считались жестко «привязаны» к своим локусам. Однако никаких откликов и запросов не статью не было. М. Грин был обескуражен. Ведь его открытие транспозиции генов делало понятными перемещения гомологичных генов при видообразовании» (Голубовский, 2015, с.12).

**704. Открытие экзонов и интронов – кодирующих и некодирующих отрезков ДНК.** Экзоны и интроны – кодирующие и некодирующие отрезки молекулы ДНК – обнаружили независимо друг от друга британский биохимик Джон Ричард Робертс (род. 1943 г.) и американский генетик Филипп Шарп (род. 1944 г.). В 1993 г. оба исследователя получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине с формулировкой «за открытие, независимо друг от друга, прерывистой структуры гена».

Джон Маттик в статье «Тайна программирования сложных организмов» (журнал «В мире науки», 2005, № 1) пишет: «...Филипп Шарп (Phillip A. Sharp) и Ричард Робертс (Richard J. Roberts) из Массачусетского технологического института обнаружили, что устоявшиеся представления о системе регуляции генов дали трещину. **Независимо друг от друга** они показали, что гены эукариот – это не непрерывные белок-кодирующие нуклеотидные последовательности, а мозаика из экзонов (сегментов ДНК, кодирующих участки белковых молекул)» (Маттик, 2005, с.30).

Об этом же сообщают А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019). Авторы говорят о Ричарде Робертсе: «... Был приглашен Нобелевским лауреатом (1962), американским молекулярным биологом Джеймсом Уотсоном, одним из первооткрывателей структуры ДНК, работать над секвенированием вируса обезьян SV40, и в 1972 г. переехал в лабораторию Колд-Спринг-Харбора, штат Нью-Йорк. Но работа над SV40 была остановлена в пользу аденовирусной ДНК, на которой они в 1977 г. впервые обнаружили прерывистость кодирования информационной РНК (и-РНК). В это же время в Массачусетском технологическом институте в Кембридже, США, работал над схожей проблемой американский генетик и молекулярный биолог Филипп Шарп. Работая **независимо друг от друга**, ученые изучали геном аденовируса – возбудителя большой группы болезней человека» (Ноздрачев и др., 2019, с.510-511).

Далее авторы указывают: «В биохимических экспериментах было показано, что один конец аденовирусной и-РНК вел себя не так, как ожидалось. Возможное объяснение состояло в том, что сегмент ДНК, соответствующий этому концу и-РНК, локализовался не в непосредственной близости от остальной части гена. Чтобы установить, где расположен этот сегмент на длинной молекуле ДНК, исследователи использовали электронную микроскопию. **С удивлением** они обнаружили, что единая (не содержащая ненужных участков) молекула РНК соответствовала не менее чем четырем удаленным один от другого сегментам в молекуле ДНК. Они пришли к выводу, что генетическая информация в геноме размещена прерывисто, что противоречило существовавшим тогда представлениям» (там же, с.511).

**705. Изобретение метода нокаута генов.** Метод выключения (нокаута) отдельных генов с использованием явления гомологичной рекомбинации изобрели независимо друг от друга американский генетик Марио Капекки (род. 1937 г.) и английский ученый Оливер Смитис (1925-2017). В 2007 г. достижения названных биологов отмечены Нобелевской премией по физиологии и медицине.

А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) пишут о методе нокаута генов: «В основе метода лежит явление гомологичной рекомбинации – обмена соответствующими участками между парами гомологичных хромосом. Он (Марио Капекки – Н.Н.Б.) и Оливер Смитис **независимо друг от друга** изобрели способ выключения (нокаутирования) генов за счет гомологичной рекомбинации с участием искусственно синтезированных фрагментов ДНК, имеющих определенную последовательность нуклеотидов, соответствующую участку одного из генов, но некоторым образом видоизмененную. Такие фрагменты вводят в выращиваемые в культуре (то есть в искусственной среде отдельно от организма) клетки посредством электропорации – через поры в клеточной мембране, созданные искусственно с помощью электрического поля» (Ноздрачев и др., 2019, с.205). Авторы добавляют: «Именно в лабораториях Капекки и Смитиса (снова **независимо** и в разных вариантах) подобный модифицированный метод и был впервые применен на практике, положив начало множеству работ с нокаутными мышами» (там же, с.205).

Об этом же сообщает Ольга Белоконева в статье «Гены под прицелом» (журнал «Наука и жизнь», 2007, № 12): «...Капекки и Смитис **независимо друг от друга** научились «выбивать» ген в культурах клеток, но получать многоклеточные организмы с неработающим геном они пока не умели. Всё было готово для создания линий мышей с «выбитыми» генами: продемонстрировано, что мутации в геноме стволовых клеток можно ввести в организм мышей, и эти мутации будут наследоваться потомством, разработан метод перенесения и «выключения» гена в стволовой клетке и, наконец, выработана стратегия обогащения клеточной культуры клетками с «выбитым» геном. Настала пора переходить от опытов в пробирке к экспериментам с живыми системами» (Белоконева, 2007, с.3-5).

**706. Объяснение механизма отключения X-хромосомы посредством ее метилирования.** Модель отключения X-хромосомы с помощью процесса метилирования разработали независимо друг от друга американские ученые Робин Холлидей (1932-2014) и Джон Пью, с одной стороны, и Артур Риггс – с другой. Они предположили, что половая хромосома (X-хромосома) отключается за счет эпигенетического механизма, состоящего в том, что метиловые группы могут присоединяться к отдельным генетическим последовательностям.

Р. Фрэнк в книге «Виролуция» (2014) пишет: «Если цитозины в какой-либо фазе транскрипции метилированы, ген отключается. Если цитозины деметилированы, ген включается. Холлидей и Пью предложили также оригинальную модель того, как сами метиловые группы могут быть присоединены к генетическим последовательностям либо удалены, причем безо всяких изменений в последовательности ДНК. Год 1975-й оказался в особенности важным для развития эпигенетики. Одновременно с Холлидеем и Пью, но **независимо от них** работающий в Медицинском центре «Город надежды» Артур Д. Риггс предложил объяснение механизма отключения X-хромосомы посредством ее метилирования. А чуть позже еще двое американских биологов, Руфь Сагар и Роберт Китчин, согласившись с Холлидеем и Пью, предположили, что могут существовать и другие механизмы эпигенетического управления. Забавно, но в статьях, увидевших свет в 1975 году, исследователи, столь продвинувшие эпигенетику, термина «эпигенетика» не употребляли ни в заглавии, ни в тексте» (Р. Фрэнк, 2014).

Это же открытие, сделанное независимо Р. Холлидеем и А. Риггсом, упоминается в статье Б.Ф. Ванюшина «Эпигенетика сегодня и завтра» («Вавиловский журнал генетики и селекции», 2013, том 17, № 4/2): «В 1975 г. Артур Риггс, а также Р. Холлидей сообщили о том, что инактивация X-хромосомы и, стало быть, половая дифференцировка у млекопитающих связаны с метилированием ДНК» (Ванюшин, 2013, с.807).

**707. Изобретение метода выращивания эмбриональных стволовых клеток.** Способ выращивания эмбриональных стволовых клеток изобрел английский ученый Мартин Джон Эванс (род. 1941 г.). Это изобретение принесло ему в 2007 г. Нобелевскую премию по физиологии и медицине. Независимо от него аналогичный метод выращивания эмбриональных стволовых клеток (СК) разработала женщина-биолог Гейл Мартин (род. 1941 г.).

А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) пишут о Мартине Эвансе: «В 1981 г. совместно с М. Кауфманом опубликовал в журнале «Nature» результаты своих исследований по разработке методов выращивания в культуре эмбриональных стволовых клеток мышей, полученных из бластоциста. **Одновременно и независимо** от них такие же достижения были опубликованы американским исследователем Гейл Мартин (Martin, 1944 г.р.), которая изолировала плюрипотентные стволовые клетки из нормальных эмбриональных клеток» (Ноздрачев и др., 2019, с.738).

Об этом же сообщает А.Г. Мензоров в статье «Эмбриональные стволовые клетки мыши и человека» («Вавиловский журнал генетики и селекции», 2013, том 17, № 2): «Эванс и Кауфман получил ЭС клетки путем высаживания бластоцист на слой фидерных клеток (Evans, Kaufman, 1981). Мартин Гейл в том же году опубликовала метод получения ЭС клеток с помощью иммунохирургического выделения ВКМ (Martin, 1981). Этот метод не получил распространения, а предложенный Мартин термин «эмбриональные стволовые клетки» до сих пор используется» (Мензоров, 2013, с.236).

Протицируем еще одну работу. Андрей Соболевский в статье «Путь от судьбы живой клетки к судьбе человека» (газета «Наука в Сибири», 17 октября 2012 г.) пишет: «Эмбриональные стволовые клетки были впервые выделены из эмбрионов мыши в 1981 году Мартином Эвансом (Martin Evans) и Мэтью Кауфманом (Matthew Kaufman), а также **независимо от них** Гэйл Мартин (Gail Martin). <...> Чем так хороши эти клетки? Всё дело

в их основном свойстве – плюрипотентности, т.е. способности дифференцироваться в любые клетки, из которых состоит взрослый организм» (А. Соболевский, 2012).

**708. Формулировка идеи о бактериальном происхождении митохондрий.** Идея о бактериальном происхождении митохондрий сформулирована разными учеными, работавшими независимо друг от друга. По свидетельству специалистов, эту гипотезу выдвигали немецкий анатом и гистолог Рихард Альтман (1852-1900), советский ботаник Борис Михайлович Козо-Полянский (1890-1957) и американская женщина-ученый Линн Маргулис (1938-2011).

Галина Борисовна Гохлернер в статье «Развитие аэробной жизни и проблемы клеточной эволюции» (журнал «Природа», 1977, № 6) пишет: «Еще в прошлом веке, когда о функциях митохондрий ничего не было известно, Р. Альтман высказал предположение об их бактериальном происхождении. Уже в наше время эта идея была поддержана рядом известных биологов и подробно разработана в трудах Л. Маргулис (Саган) [13]. В пользу идеи симбиогенеза митохондрий говорит их большое морфологическое и **биохимическое сходство** со свободноживущими прокариотными аэробами, известная автономность этих органелл в клетке, наличие у них собственной, отличной по нуклеотидному составу от ядерной, ДНК и ряд других признаков» (Гохлернер, 1977, с.52).

Об этом же сообщает Е.Ф. Романцев в книге «Закономерные чудеса» (1976): «В 1890 году в Лейпциге была опубликована книга немецкого исследователя А. Альтмана «Элементарные организмы и их роль в клетке». А. Альтман был цитологом, специалистом по изучению строения и жизни клетки. Рассматривая клетку под обыкновенным световым микроскопом, исследователь пришел к заключению, что митохондрии очень напоминают простейшие микроорганизмы, которые способны к саморазмножению» (Е.Ф. Романцев, 1976).

Академик А.Л. Тахтаджян в статье «Четыре царства органического мира» (журнал «Природа», 1973, № 2) пишет о том, что Л. Маргулис заново сформулировала идею, которая была изложена в книге Б.М. Козо-Полянского «Новый принцип биологии» (1924): «Касаясь происхождения центриолей и блефаропластов (клеточных органелл жгутиковых – Н.Н.Б.), которые он справедливо рассматривает как вполне гомологичные структуры, Козо-Полянский приходит к выводу, что они представляют собой «жгутиконосные цитоды» (под цитодами он вслед за Геккелем понимал неядерные организмы – бактерии и цианеи). <...> Эта более чем смелая для того времени гипотеза не нашла сторонников и прошла незамеченной. Она настолько не соответствовала установившимся представлениям, что не могла в то время серьезно обсуждаться на уважаемых научных собраниях. Но вот через 43 года эту же мысль **совершенно независимо** выдвигает молодой биолог из Бостонского университета (США) Линн Маргулис (урожденная Саган), но уже на основе достижений современной электронно-микроскопической цитологии и молекулярной генетики» (Тахтаджян, 1973, с.23-24).

В примечаниях автор добавляет: «К сожалению, в интересной и содержательной книге Маргулис, посвященной роли симбиогенеза в происхождении эукариотных клеток, отсутствуют ссылки не только на книгу Козо-Полянского, но, что еще более странно, даже на пионерские работы Фаминцына и Мережковского, некоторые из которых опубликованы на немецком языке» (там же, с.24).

Любопытно, что статья Л. Маргулис о бактериальном происхождении митохондрий была отвергнута многими журналами как ненаучная. Ник Лэйн в книге «Энергия, секс, самоубийство» (2016) пишет: «...Поначалу Маргулис не поняли. Ее основополагающую статью отклонили пятнадцать разных журналов, пока, наконец, ее не принял Джеймс Даниэлли, дальновидный редактор «Журнала теоретической биологии». После выхода статьи редакцию завалили просьбами об оттиках – за год пришло 800 запросов» (Н. Лэйн, 2016).



**709. Открытие апоптоза - запрограммированной гибели клеток.** Первооткрывателями апоптоза являются Джон Керр (род. 1934 г.), Эндрю Уайли (1944-2022) и Аластер Керри (1921-1994), которые в 1972 г. опубликовали в «Британском онкологическом журнале» сообщение об открытии явления запрограммированной гибели клеток. В настоящее время это открытие оценивается как важнейшее в современной биологии, поскольку апоптоз играет первостепенную роль в развитии организма, формировании иммунной системы, опухолевом росте и т.д. Но историкам биологии известно, что задолго до названных ученых феномен апоптоза обнаружил немецкий зоолог, палеонтолог и философ Карл Фохт (1817-1895), который в 1842 г., используя микроскоп, наблюдал указанный феномен на примере гибели примитивного позвоночника головастика. Таким образом, Керр, Уайли и Керри независимо переоткрыли то, что наблюдал в середине XIX века Карл Фохт.

Ник Лэйн в книге «Энергия, секс, самоубийство» (2016) пишет: «Как ни странно, биологи далеко не сразу признали важность апоптоза. Биология, в конце концов, это изучение жизни, и в некотором смысле смерть как отсутствие жизни не входит в сферу ее интересов. Многие первые сообщения о программируемой клеточной смерти считались любопытными курьезами, не более. Одним из первых (в 1842 г.) апоптоз описал немецкий революционер, ученый и философ-материалист Карл Фохт, бежавший в Женеву от политического преследования. Несколько позже он стал мишенью блестящего политического памфлета Карла Маркса «Герр Фохт» (1860 г.) из-за своих отношений с Наполеоном III. Но не будем углубляться в политику, а вспомним лучше его скрупулезное исследование метаморфоза жабы-повитухи из головастика во взрослую особь. Фохт использовал микроскоп, чтобы проследить судьбу ното хорда – гибкого, примитивного позвоночника головастика. Его интересовал вопрос, превращаются ли клетки ното хорда в позвоночник взрослой жабы, или они исчезают, а позвоночник формируется за счет новых клеток? Выяснилось, что верен второй ответ: клетки ното хорда погибают (как мы теперь знаем, за счет апоптоза), а их место занимают новые клетки» (Н. Лэйн, 2016).

Об этом же сообщает А.А. Замятнин в диссертации «Молекулярные основы некоторых путей развития программируемой клеточной смерти при морфогенезе, стрессе и вирусной инфекции» (2013): «В XIX веке и в первой половине XX века учеными из разных стран постепенно накапливались данные о том, что отдельные клетки погибают в ходе развития разных организмов (Maghsoudi et. al., 2012). Получению этих данных способствовало открытие немецких химиков в середине XIX века, которые показали возможность окрашивания тканей с помощью экстрактов, полученных из растений, животных и минералов. При этом отдельные клетки и ткани – в норме прозрачные – окрашивались и становились видны с помощью микроскопа. Это открытие положило начало развитию гистологии. Почти сразу стало понятно, что часть из ставших видимыми клеток в тканях подвергаются гибели. В 1842 году Карл Фогт, изучая амфибий, заметил, что в процессе их метаморфоза исчезает хорда. Он сделал предположение, что такой процесс является физиологическим (Maghsoudi et. al., 2012). В 1862 году Август Вейсман наблюдал похожий процесс в ходе метаморфоза насекомых и, введя термин «гистолиз», описал процесс гибели клеток (Maghsoudi et. al., 2012). Во второй половине XIX века и в первой половине XX века разные ученые описали гибель многих других типов клеток: хондроцитов, клеток фолликулов яичника, миоцитов и миофибрилл, сенсорных нейронов и многих других» (Замятнин, 2013, с.8).

Примечательно, что редакции многих журналов отвергали статью Джона Керра и его коллег (1972), посвященную открытию апоптоза. Б.Д. Животовский в статье «Программируемая гибель клеток - медицине» (журнал «Химия и жизнь», 2014, № 5) пишет: «Любопытно, что трое соавторов посылали свою статью в ведущие журналы того времени и везде ее отклоняли, оценивая тему как малоинтересную. Карри был членом редколлегии «British Journal of Cancer», и он уговорил редактора принять статью к публикации (Kerr, Wyllie, Currie, 1972, 26, 4, 239-257). Это «любезное одолжение» в

дальнейшем сильно увеличило импакт-фактор журнала - статью цитировали тысячи раз и продолжают цитировать по сей день» (Животовский, 2014, с.9).

**710. Открытие апоптоза в исследованиях Р. Локшина и К. Уильямса.** Американские биологи Ричард Локшин (род. 1937 г.) и Кэрролл Уильямс (1916-1991) – ученые, которые вполне самостоятельно (независимо) пришли к открытию и исследованию апоптоза. Б.Д. Животовский в статье «Программируемая гибель клеток - медицине» (журнал «Химия и жизнь», 2014, № 5) повествует: «Феномен программируемой гибели клеток известен уже более ста лет, но до середины прошлого века он почти не привлекал внимания ученых. Автором термина «программируемая клеточная смерть» стал американский клеточный биолог Ричард Локшин. В середине 60-х годов прошлого века он был аспирантом у Кэрролла Уильямса в Гарвардском университете и, по его собственным рассказам, уже начинал волноваться - четыре года в аспирантуре, и все еще никаких публикаций! Однако в 1964-1965 годы вышло сразу пять статей Локшина и Уильямса под общим названием «Programmed cell death». Объектом их исследований был шелкопряд - в метаморфозе бабочки удаление «ненужных» структур совершенно необходимо. Важную роль в развитии этого направления сыграла работа доктора Таты (J.R. Tata, C.C. Widnell, «Biochemical Journal», 1966, 98, 604-620), который показал, что процесс гибели клеток требует синтеза РНК и белков. Это значило, что гибель бывает не случайной, а генетически детерминированной, происходящей «по свободному выбору» клетки или организма» (Животовский, 2014, с.9).

**711. Расшифровка аминокислотной последовательности бактериородопсина – мембранного белка, ответственного за преобразование световой энергии в сетчатке.** Аминокислотную последовательность бактериородопсина расшифровали независимо друг от друга две научные группы. Одну из них возглавлял советский исследователь Юрий Анатольевич Овчинников (1934-1988), а вторую – американский молекулярный биолог, Нобелевский лауреат, Хар Гобинд Корана (1922-2011).

В статье «Памяти Х.Г. Кораны (1922-2011)» («Вестник биотехнологии», 2011, том 7, № 4) сообщается: «С середины 1970-х годов лаборатория Кораны начала заниматься биохимией мембранного белка бактериородопсина, ответственного за преобразование световой энергии в сетчатке. На этом поле он вступил в соревнование с коллективом, возглавляемым Ю.А. Овчинниковым: российские биохимики в 1978 году **чуть-чуть опередили** Корану в этой трудной борьбе за приоритет (на несколько месяцев): статья Ю.А. Овчинникова с сотрудниками о полной аминокислотной последовательности бактериородопсина вышла в апрельском номере FEBS Letters 1979 года, а статья Х.Г. Кораны с коллегами по этому же вопросу – в октябрьском номере Proceedings National Academic Science. USA» («Вестник биотехнологии», 2011, с.71).

Далее в статье указывается: «Корана видел, как профессионально и с энтузиазмом работают биохимики СССР во главе с энергичными молодыми лидерами, полными здорового самолюбия и соревновательного задора. Он хорошо понимал, что на пространстве, где предстоит конкуренция с русскими, нужно будет работать быстро и эффективно. Выше упоминалось, что в случае с бактериородопсином победа оказалась не за ним» (там же, с.71).

**712. Открытие биологической функции молекулы оксида азота.** Биологическую функцию молекулы оксида азота открыли независимо друг от друга два американских исследователя – фармаколог Луис Джозеф Игнарро (род. 1941 г.) и биохимик Роберт Фрэнсис Ферчготт (1916-2009). В 1998 г. они получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине.

А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) пишут: «В 1980 г. американский биохимик Роберт Ферчготт показал, что

ацетилхолин расширяет кровеносные сосуды только при сохраненном эндотелии. Он сделал вывод, что кровеносные сосуды расширяются благодаря тому, что клетки эндотелия выделяют неизвестную сигнальную молекулу, заставляющую расслабиться клетки гладкой мускулатуры сосудов. Он назвал эту гипотетическую сигнальную молекулу EDRF (англ. endothelium-derived relaxing factor – происходящий из эндотелия релаксирующий фактор, или, по-русски: эндотелиальный релаксирующий фактор), и занялся установлением его природы. В 1984 г. Игнарро понял, что свойства оксида азота такие же, как у EDRF, открытого Р. Ферчготтом. До этого времени истинная природа EDRF не была открыта. Оба исследователя, **независимо друг от друга** и одновременно, пришли к выводу, что EDRF идентичен NO» (Ноздрачев и др., 2019, с.198).

Об этом же сообщает Ю. Фролов в статье «Нобелевские премии 1998 года. Почему нитроглицерин помогает сердечникам» (журнал «Наука и жизнь», 1999, № 2): «...Р. Фурхготт показал, что из стенок кровеносных сосудов может выделяться некое вещество, вызывающее расслабление мускулатуры этих сосудов и тем самым их расширение. Многие физиологи и биохимики пытались понять, что собой представляет это вещество, и в 1986 г. Фурхготт и **независимо от него** Л. Игнарро пришли к выводу, что это – оксид азота. Открытие стало сенсацией потому, что вещества с широким спектром физиологической активности (а вскоре выяснилось, что NO управляет многими другими физиологическими процессами, и не только у человека, но даже у амёб, моллюсков и дождевых червей) обычно имеют крупную молекулу со сложным строением – например, гормоны» (Фролов, 1999, с.8-9).

**713. Открытие биологической функции оксида азота в экспериментах А.Ф. Ванина и С. Монкады.** Отечественный биофизик Анатолий Федорович Ванин (род. 1938 г.) и британский фармаколог Сальвадор Монкада (род. 1944 г.) – ученые, которые независимо от других специалистов установили роль оксида азота как сигнальной молекулы в живых тканях.

А.И. Дударь в статье «Открытие и исследование оксида азота в биологических системах: ретроспективный анализ» (журнал «Наука. Мысль», 2015, том 5, № 6) пишет об А.Ф. Ванине: «Он первым выдвигает гипотезу и обосновывает, что EDNR имеет прямое отношение к оксиду азота. В подобных спорных случаях первенство в совершении открытия устанавливается, исходя из того, чьи научные результаты раньше увидели свет. А.Ф. Ванин, получив данные, что EDNR имеет отношение к оксиду азота, в 1985 году решил их опубликовать в журнале «Бюллетень экспериментальной биологии и медицины», но его статья была опубликована только через 3 года после подачи. В это время в зарубежных научных изданиях растет число публикаций по этой теме. В 1986 году такие же данные получили американские исследователи Ферчготт и Игнарро, а в 1987 году – Сальвадор Монкада. Последний убедительно показал, что в состав EDNR входит оксид азота, и немедленно опубликовал свои данные в международном журнале «Nature». Все эти статьи были опубликованы раньше, чем оригинальная статья Анатолия Федоровича Ванина» (Дударь, 2015, с.15).

Что касается результатов Сальвадора Монкады, то они описываются в книге И. Харгиттай «Откровенная наука. Беседы с корифеями биохимии и медицинской химии» (2006). И. Харгиттай приводит фрагмент своей беседы с Монкадой: «Ожидалось, что Вы станете лауреатом Нобелевской премии за Ваши исследования, связанные с оксидом азота (NO), но в 1998 г. Вас не оказалось в числе награжденных. Не скажите ли Вы, что, по Вашему мнению, произошло?

- Я не знаю. Да и невозможно ничего узнать, так как соображения, по которым принимаются те или иные решения, никогда не становятся достоянием общественности. Поэтому бесполезно делать предположения. Я думаю, что организация может выдавать премии тому, кому пожелает, это ее прерогатива. Проблема с Нобелевской премией заключается в том, что она стала занимать такое выдающееся положение, при котором

ошибки имеют тенденцию стать «переписыванием истории». Я уже говорил, что очень горжусь своим вкладом в дело возникновения и развития этой области исследований. Наша работа по идентификации NO была самой первой, и в качестве таковой была признана всем мировым научным сообществом. Разработанные нами для этих исследований методы используются сейчас повсеместно. Мы проследили биохимический путь синтеза NO и сделали много других работ, оказавшихся плодотворными» (Харгиттаи, 2006, с.506).

Дополнительная литература по теме:

- Ванин А.Ф. Оксид азота и его обнаружение в биосистемах методом электронного парамагнитного резонанса // Успехи физических наук. – 2000. – Том 170. - № 4. – С.455-458;

- Ванин А.Ф. Оксид азота – регулятор клеточного метаболизма // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Том 7. - № 11. – С.7-12.

**714. Открытие метода полимеразной цепной реакции, то есть принципа ПЦР.** Американский биохимик Кэри Муллис (1944-2019) – ученый, разработавший метод полимеразной цепной реакции и получивший в 1993 г. за это изобретение Нобелевскую премию по химии. Но К. Муллис – не единственный человек, пришедший к идее амплификации ДНК с использованием открытий, сделанных в генетике и биохимии в течение 1960-1980-х годов. Независимо от него основные принципы метода ПЦР сформулировал норвежский биохимик и молекулярный биолог Кьелл Клеппе (Kjell Kleppe, 1934-1988), работавший в лаборатории Гобинды Кораны, лауреата Нобелевской премии по физиологии и медицине за 1968 год.

Ф.Н. Гильмиярова, Н.А. Колотьева, О.А. Гусякова и И.Ф. Сидорова в статье «Полимеразная цепная реакция. История открытия. Новый этап развития» (журнал «Ремедиум Приволжье», 2017, № 4 (154)) пишут: «А. Корнберг в 1955 году открыл фермент, который назвал ДНК-полимеразой. Этот фермент способен удлинять короткие олигонуклеотидные затравки (праймеры), присоединяя к 3'-концу цепи ДНК дополнительный нуклеотид, но для этого необходимо, чтобы праймер был связан с комплементарной цепью ДНК (матрицей). Раствор, в котором происходит эта реакция, должен содержать нуклеозидтрифосфаты (дНТФ), используемые в качестве строительных блоков. Клеппе и соавторы в 1971 году представили данные, касающиеся состава ингредиентов реакционной смеси, и принципы использования коротких искусственно синтезированных молекул ДНК-праймеров для получения новых копий ДНК. Однако возможность использования ПЦР в плане наработки большого количества копий нуклеиновых кислот еще не рассматривалась. Это было связано с техническими трудностями, обусловленными необходимостью трудоемкого синтеза праймеров, и нестабильностью фермента. В начале использования метода ПЦР после каждого цикла нагревания – охлаждения ДНК-полимеразу приходилось добавлять в реакционную смесь, так как она быстро инактивировалась при высокой температуре, необходимой для разделения цепей спирали ДНК. Процедура была очень неэффективной, требовала много времени и фермента. Т. Брок и Х. Фриз в 1975 году открыли *Thermus aquaticus* – граммотрицательную палочковидную экстремально термофильную бактерию, а позднее из нее была впервые выделена Taq-полимераза» (Гильмиярова и др., 2017, с.17-18). Далее авторы добавляют: «Преимуществом данного фермента была способность стабильно работать при повышенных температурах (оптимум 72-80°C). В 1983-1984 годах К. Мюллис (США) провел ряд экспериментов по разработке ПЦР и первым начал использовать Taq-полимеразу вместо неустойчивой к высоким температурам ДНК-полимеразы» (там же, с.18).

Об этом же сообщает В.В. Гринев в учебном пособии «Введение в технику полимеразной цепной реакции» (2008): «Полимеразная цепная реакция (ПЦР) – технология получения множества копий целевого гена или любого другого участка молекулы ДНК, основанная на механизме естественной репликации ДНК в живых организмах. Идея

создания такой технологии впервые была высказана в начале 1970-х годов норвежским ученым Къеллу Клеппе (Kjell Kleppe) из лаборатории Нобелевского лауреата Хара Гобинды Хораны (Har Gobind Khorana), однако на практике она начала реализовываться только после «перезоткрытия» идеи ПЦР в 1983 году Кери Маллисом (Kary Mullis), сотрудником корпорации «Cetus» (Гринев, 2008, с.4).

Аналогичные сведения можно найти в книге Д.В. Ребрикова, Г.А. Саматова, Д.Ю. Трофимова и др. «ПЦР в реальном времени» (2020), где авторы сообщают: «Основные принципы полимеразной реакции и состав реакционной смеси для получения копий ДНК впервые были описаны Клеппе с соавторами в 1971 г. [Kleppe et. al., 1971]. Однако исследователями не была продемонстрирована главная черта ПЦР – экспоненциальное увеличение количества копий фрагмента исходной ДНК. В 1983 году сотрудник фирмы «Cetus» Kary Mullis предложил метод, ставший в дальнейшем известным как полимеразная цепная реакция. Суть метода заключается в многократном копировании (амплификации) в пробирке определенных участков ДНК в процессе повторяющихся температурных циклов» (Ребриков и др., 2020, с.10-11).

Прочитываем еще одну работу. Г.Е. Рудницкая и А.А. Евстапов в статье «Микрочиповые устройства для полимеразной цепной реакции» (журнал «Научное приборостроение», 2008, том 18, № 3) указывают: «В начале 1970-х годов норвежский ученый Къелл Клеппе (Kjell Kleppe) высказал идею о том, что можно амплифицировать ДНК с помощью пары коротких одноцепочечных молекул ДНК – синтетических праймеров [1]. Но только в 1983 г. Кэри Б. Мюллису (Kary B. Mullis) (Нобелевскому лауреату по химии 1993 г.) удалось разработать метод амплификации ДНК в ходе многократных последовательных удвоений исходной молекулы ДНК с помощью фермента ДНК-полимеразы» (Рудницкая, Евстапов, 2008, с.3).

Дополнительная литература по теме:

- Сыса А.Г., Стельмах В.А., Власенко Е.К., Бакунович А.В. Методы клинической биохимии и биофизики. – Минск: «ИВЦ Минфина», 2018.

**715. Открытие и исследование генов обонятельных рецепторов.** Открытие генов обонятельных рецепторов – заслуга американских ученых Ричарда Акселя (род. 1946 г.) и Линды Бак (род. 1947 г.), работавших независимо друг от друга. В 2004 г. они получили Нобелевскую премию по физиологии и медицине.

А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) пишут об исследованиях Ричарда Акселя и Линды Бак: «...Используя измерения входа кальция в образующие обонятельные рецепторы нейроны грызунов и регистрацию электрического сигнала при их обработке определенным запахом, оба исследователя, **независимо друг от друга**, показали, что каждый чувствительный нейрон экспрессирует один и только один обонятельного рецептора. Вместе с тем, каждому запаху соответствует свой комплекс активируемых рецепторов» (Ноздрачев и др., 2019, с.24).

Авторы продолжают: «Затем они выделили G-белок, активируемый при связывании одоранта с рецептором и названный ими ольфакторным (Golf). Позже, **независимо друг от друга**, они выделили три новых семейства рецепторов, - к феромонам и вкусовые рецепторы, также относящиеся к GPCR. Далее, в нейронах слизистой полостей носа грызунов были найдены гены многочисленного семейства, участвующие в синтезе рецепторов» (там же, с.24).

**716. Выделение вируса, вызывающего СПИД.** Как известно, вирус иммунодефицита открыли французские ученые Люк Монтанье и Франсуаза Барре-Синусси, удостоенные в 2008 году Нобелевской премии за это открытие. Но независимо от них этот же вирус выделил американский биолог Роберт Галло (род. 1937 г.).

А.Д. Ноздрачев и др. в книге «Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине» (2019) отмечают: «Одновременно группа ученых из США, возглавляемая Робертом

Чарльзом Галло (Gallo, 1937 г.р.), **независимо от французских исследователей** опубликовала такие же результаты в том же номере журнала «Science» и позже подтвердила открытие вируса и предоставила доказательства того, что он вызывает СПИД. Галло назвал этот вирус «Т-лимфотропным вирусом человека типа III» (HTVL-III). Приоритет в открытии ВИЧ и метода его диагностики стал предметом спора между США и Францией, а также внутри научного сообщества» (Ноздрачев и др., 2019, с.398).

Об этом же сообщают Андрей Дмитриевский и Ирина Сазонова в книге «СПИД: приговор отменяется» (2003): «В 1983 Монтанье и коллеги опубликовали работу, в которой расшифровали новый вирус, названный ими LAV («вирус, ассоциированный с лимфаденопатией»), позднее названный HIV (ВИЧ). За это Монтанье и его коллега Барре-Синусси в 2008 году получили Нобелевскую премию по медицине. Однако это присуждение вызвало разногласия в научном сообществе, так как **одновременно с французской группой** вирус был открыт американцем Робером Галло [1]. Робер Галло – автор нескольких вакцин против СПИДа, явный лидер в вирусологии на момент присуждения премии...» (А. Дмитриевский, И. Сазонова, 2003).

**717. Открытие каталитических свойств РНК.** Способность молекулы РНК выступать в роли катализатора определенных биохимических процессов, то есть выполнять каталитические функции, обнаружили независимо друг от друга два американских исследователя – Томас Чех (род. 1947 г.) и Сидни Олтмен (1939-2022). В 1989 г. они удостоены Нобелевской премии по химии. Открытие Т. Чеха и С. Олтмена было воспринято рядом биологов как серьезный аргумент в пользу гипотезы о том, что начальным этапом эволюции жизни на Земле явилась не ДНК, а РНК, обладающая каталитическими свойствами.

Джеймс Уотсон и др. в книге «ДНК. История генетической революции» (2019) пишут: «Идеи Крика о мире РНК, предшествовавшем миру ДНК, оставались в основном незамеченными до 1983 года. В 1983 году Том Чек из Университета штата Колорадо и Сидни Олтмен из Йеля **независимо продемонстрировали**, что молекулы РНК действительно обладают каталитическими свойствами, и за это открытие были удостоены Нобелевской премии по химии в 1989 году» (Дж. Уотсон и др., 2019).

Независимость исследований Томаса Чеха (Чека) и Сидни Олтмена (Альтмана) обсуждает также С. Григорович в статье «Вначале была РНК? В поисках молекулы первожизни» (журнал «Наука и жизнь», 2004, № 2). В данной статье автор, в частности, пишет: «Началась эта история в 70-х годах XX века, когда в клетках некоторых организмов были обнаружены необычные ферменты: они включали в свой состав кроме белка еще и молекулу РНК. В конце 70-х годов американские биохимики Томас Чек и Сидни Альтман **независимо друг от друга** изучали структуру и функции таких ферментов. Одной из задач было выяснение роли РНК, входящей в их состав. Вначале, следуя общепринятому мнению, ученые полагали, что молекула РНК является в таких комплексах лишь вспомогательным элементом, отвечающим, может быть, за построение правильной структуры фермента или за правильную ориентацию при взаимодействии фермента и субстрата (то есть той молекулы, которая и подвергается изменению), а саму катализируемую реакцию выполняет белок. Для того чтобы прояснить ситуацию, исследователи отделили белковую и РНК составляющие друг от друга и исследовали их способности к катализу. К своему огромному удивлению, они заметили, что даже после удаления из фермента белка оставшаяся РНК была способна катализировать свою специфическую реакцию» (Григорович, 2004, с.49-50).

**718. Открытие древней иммунной системы бактерий CRISPR.** В 2020 г. Нобелевская премия по химии присуждена двум женщинам, которые внесли существенный вклад в разработку технологии редактирования генома. Эта технология получила название «метод CRISPR/Cas9». Премию получили американка Дженнифер Даудна (род. 1964 г.) и француженка Эммануэль Мари Шарпантье (род. 1968 г.). Но, прежде чем появилась

упомянутая технология редактирования, ученые сначала открыли древнюю иммунную систему бактерий (систему CRISPR). Исходным пунктом данного открытия послужило наблюдение, показавшее, что фрагменты ДНК (спейсеры CRISPR) бактерий точно совпадают с ДНК известных бактериофагов (вирусов, поражающих бактерии). Это наблюдение сделали независимо друг от друга три научные группы, поэтому можно сказать, что у истоков новой технологии редактирования генома было открытие, совершенное тремя коллективами исследователей, работавшими самостоятельно.

Дженнифер Даудна в книге «Трещина в мироздании. Редактирование генома: невероятная технология, способная управлять эволюцией» (2019) пишет об информации, которую она почерпнула из общения с Джиллиан Бэнфилд (профессором Калифорнийского университета в Беркли) и публикаций испанского профессора Франсиско Мохики: «...Если CRISPR присутствует у такого большого количества видов, то с высокой вероятностью природа использует этот инструмент для чего-то важного. Я внимательно слушала, а тем временем Джилл вытащила из стопки бумаг три статьи, все 2005 года, и оживленно пересказала их суть. Три коллектива исследователей (один из них – под руководством Мохики) **независимо друг от друга** обнаружили, что многие спейсеры CRISPR – те фрагменты ДНК, что встроены между повторяющимися последовательностями, - точно совпадают с ДНК известных бактериофагов. Что еще интереснее, возникало ощущение, что между числом последовательностей ДНК в бактериальной CRISPR, совпадающей с вирусной ДНК, и числом вирусов, способных поразить эту бактерию, существует обратная зависимость: чем больше совпадений, тем ниже вероятность инфицирования» (Дж. Даудна, 2019).

**719. Изобретение метода редактирования генома CRISPR/Cas9.** Нобелевские лауреаты Дженнифер Даудна и Эммануэль Шарпантье – признанные создатели технологии целенаправленного изменения генома CRISPR/Cas9. Однако независимо от них основные принципы этой технологии разработали в 2012-2013 гг., по меньшей мере, три исследовательских коллектива. Руководитель первого коллектива – Джордж Черч из Гарвардского университета (США). Руководитель второго – Фэн Чжан из Массачусетского технологического института (США). И, наконец, третья группа специалистов, самостоятельно разработавших метод CRISPR/Cas9, - литовские ученые Гедриус Гасюнас, Родольф Баррангу, Филипп Хорват и Вирджиниус Сикснис.

Полина Лосева в статье «Первооткрыватели CRISPR/Cas9 остались без патента на технологию в США» (сайт «N+1», 01.03.2022 г.) пишет: «В 2012 году Дженнифер Дудна (Jennifer A. Doudna) из Калифорнийского университета в Беркли и Эммануэль Шарпантье (Emmanuelle Charpentier) из Института инфекционных болезней Общества Макса Планка обнаружили у бактерий систему защиты от вирусов: систему повторов в геноме (CRISPR) и фермент, который разрезает вирусную ДНК (Cas9). Они же научились применять этот метод для того, чтобы вносить изменения в любое место бактериального генома. И **практически одновременно с ними** к тем же выводам и результатам пришла [1] другая группа ученых из Литвы. После этого и Дудна, и Шарпантье, и другие исследователи принялись дорабатывать систему CRISPR/Cas9, чтобы ее можно было применять к клеткам эукариот – в том числе и к человеческим. **Первыми** это успели сделать в 2013 году команды Джорджа Черча [2] из Гарвардского университета и Фэна Чжана [3] из Массачусетского технологического университета» (П. Лосева, 2022).

Здесь [1] – Gasiunas G., Barrangou R., Horvath P., Siksnys V. Cas9–crRNA ribonucleoprotein complex mediates specific DNA cleavage for adaptive immunity in bacteria // PNAS. – 2012. – Vol.109 (39). – E2579-E2586.

[2] – Mali P., Yang L. [...] Norville J.E., Church G.M. RNA-Guided Human Genome Engineering via Cas9 // Science. – 2013. – Vol.339. – No.6121. – P.823-826.

[3] – Cong L., Ran F.A., Cox D. [...] Zhang F. Multiplex Genome Engineering Using CRISPR/Cas Systems // Science. – Vol.339. – No.6121. – P.819-823.

О том, что Дженнифер Даудна и Эммануэль Шарпантье не были единственными биологами, разработавшими новый метод редактирования генома, сообщается также в статье Полины Лосевой «Почему «нобелевку» за CRISPR/Cas9 ждали давно» (сайт «N+1», 07.10.2020 г.): «В своей работе Дудна и Шарпантье только наметили принципы, по которым должны работать «молекулярные ножницы», и опробовали их на бактериях. До реальных побед в мышинных и человеческих клетках их вскоре «докрутили» Джордж Черч и Фэн Чжан, которым не нашлось места в нобелевском списке (их Clarivate Analytics тоже прочил в лауреаты, в 2016-м). Кроме того, **параллельно с Дудной и Шарпантье** те же самые принципы сформулировала группа литовских исследователей под началом Виргиниуса Шикшниса – со своей статьей они опоздали буквально на несколько недель. Кому из них действительно стоило вручить «материнский капитал» за CRISPR/Cas9? Эти споры шли не только в стенах шведской Академии наук» (П. Лосева, 2020).

**720. Формулировка идеи о транслокации субъединиц рибосомы при синтезе пептидов.** Гипотеза о перемещении субъединиц рибосомы друг относительно друга в ходе синтеза белка была выдвинута в 1968 г. двумя учеными. Это сделали независимо друг от друга российский биохимик Александр Сергеевич Спирин (1931-2020) и американский ученый Марк Бретчер.

Перед нами книга Е.О. Самойловой «Александр Сергеевич Спирин. Жизнь в науке» (2022). В данной книге имеется статья Иоахима Франка «Рибосома как тепловой храповик», где автор пишет: «Еще задолго до того, как были изучены детали структуры рибосомы, Спирин и Марк Бретчер **независимо друг от друга** выдвинули предположение о том, что процесс транслокации включает в себя движение двух ее субъединиц относительно друг друга. Тем самым они объяснили саму суть двухсубъединичной архитектуры рибосомы, поддерживаемой на протяжении 3,5 миллиардов лет эволюции. Спирин предположил, что «периодическое размыкание и смыкание субчастиц рибосомы является движущим механизмом, обеспечивающим смещение (транслокацию) тРНК, мРНК и синтезируемого рибосомой пептида во время трансляции». Такое озарение двух ученых, работавших **независимо друг от друга** и опиравшихся на скудную структурную информацию, доступную им в то время, весьма примечательно» (Франк, 2022, с.221). Далее автор сообщает: «Лишь спустя много лет после появления первой концепции нам в моей лаборатории удалось получить первые структурные доказательства межсубъединичного движения с использованием криоэлектронной микроскопии одиночных макромолекул» (там же, с.222).

Об этом же пишет сама Е.О. Самойлова в книге «Александр Сергеевич Спирин» (2022): «Постоянно размышляя о том, каким же образом может происходить перемещение комплекса тРНК-мРНК по рибосоме и опираясь на собственные данные о конформационной подвижности рибосомы, А.С. Спирин предложил детальный гипотетический механизм трансляции. В его основу легло предположение, что каждый шаг продвижения тРНК-мРНКового комплекса при рибосоме определяется «размыканием и смыканием» ее большой и малой субъединиц. Работу над этой гипотезой А.С. Спирин начал в только что созданном им Пуцинском институте белка АН СССР и опубликовал ее в 1968 году. **Одновременно и независимо** сходная гипотеза обратимого перемещения субъединиц рибосомы друг относительно друга в ходе синтеза белка была опубликована американским ученым Марком Бретчером. Несмотря на то, что гипотеза Спирина – Бретчера получила прямое экспериментальное подтверждение только сорок лет спустя, все эти годы она была для Александра Сергеевича «путеводной звездой» (Самойлова, 2022, с.17).

**721. Вклад в исследование структуры и функций рибосом.** Модель структуры рибосомы с атомарным разрешением получили независимо друг от друга несколько ученых. Среди них израильская женщина-ученый Ада Йонат (род. 1939 г.), американский биохимик Томас



Стейц (1940-2018) и британский биолог индийского происхождения Венкатраман Рамакришнан (род. 1952 г.). Также следует упомянуть американского биохимика Гарри Ноллера (род. 1939 г.), который в 2001 г. описал структуру целой рибосомы с разрешением, близким к атомарному. В 2009 г. А. Йонат, Т. Стейц и В. Рамакришнан удостоены Нобелевской премии по химии. Г. Ноллер в список награжденных не попал, что, конечно, несправедливо (учитывая его вклад в исследование рибосомы).

В. Рамакришнан в книге «Генетический детектив. От исследования рибосомы к Нобелевской премии» (2020) пишет о своем успехе: «Наука – это рынок идей, поэтому, как и в бизнесе, здоровая конкуренция стимулирует делать лучше. Следовательно, соперничество – благо для науки, хотя оно может и не нравиться ученым. Наука – не спорт, здесь различие между соперничеством и сотрудничеством не столь четкое. <...> Что еще кажется поразительным – после долгой борьбы несколько групп добились прогресса в исследовании рибосом **почти одновременно**. В естественных науках и математике такое происходит постоянно, даже в случае с открытиями, которые кажутся нам особенно великими и глубокими. Дифференциальное исчисление одновременно изобрели Ньютон и Лейбниц. Другой такой пример – открытие эволюции под действием естественного отбора, сделанное Дарвином и Уоллесом. Третий пример – две разные формулировки квантовой механики, предложенные Шредингером и Гейзенбергом. Наука никогда не возникает на пустом месте. Достижения совершаются, когда определенные идеи **витают в воздухе**, а степень понимания дисциплины и технологические достижения выходят на тот уровень, когда эти идеи уже можно разрабатывать. Тогда одному или нескольким людям удается заметить возможность для следующего прорыва чуть раньше других. В случае с рибосомами разработка синхротронов, современные рентгенографические детекторы, аномальное рассеяние, мощные компьютеры и графика, а также дешевые и вместительные жесткие диски – всё это обеспечило важнейший вклад в успех, но ни одно из перечисленных изобретений не делалось именно для исследования рибосом» (В. Рамакришнан, 2020).

Далее автор говорит о Г. Ноллере: «Никто из нас, лауреатов, не услышал ни слова от Гарри сразу после вручения премии. Он продолжил трудиться над рибосомами с тем же жаром, что и раньше. Как ценителя автомобилей и мотоциклов, его всегда привлекал «движок» рибосомы, и последующие работы он посвятил вопросу, как именно рибосома движется вдоль матричной РНК. <...> Многие фанаты Гарри были возмущены тем, что он остался без премии, и всерьез решили это исправить. В 2016 году он был удостоен премии за прорыв. В пересчете на наличные эта премия в восемь раз больше Нобелевской за рибосомы и, думаю, он сразу отправился в автосалон «Феррари» (В. Рамакришнан, 2020).

**722. Открытие зеленого флуоресцирующего белка и разработка методов исследования клеток на его основе.** В 2008 г. Нобелевскую премию по химии получили три биолога, разработавшие методы исследования клеток на основе зеленого флуоресцирующего белка. Это японский ученый Осаму Шимомура (1928-2018), американский нейробиолог Мартин Чалфи (род. 1947 г.) и американский химик китайского происхождения Роджер Тсиен (1952-2016). Однако независимо от названных тружеников науки важные результаты в исследовании различных флуоресцентных белков получил российский ученый Сергей Анатольевич Лукьянов (род. 1963 г.).

В статье «Он зеленый и светится. Нобелевскую премию по химии присудили за переворот в молекулярной биологии» (сайт «Лента.ru», 08 октября 2008 г.) сообщается: «Помимо Симомуры, Чалфи и Тсиена немалый вклад в создание и развитие флуоресцентных белков внес российский исследователь, член-корреспондент РАН, заведующий лабораторией молекулярных технологий для биологии и медицины Института биоорганической химии РАН Сергей Лукьянов. В его лаборатории флуоресцентные белки впервые были выделены из кораллов, которые не обладают естественной биолюминесценцией. Впоследствии белки, подобные GFP, были обнаружены во многих организмах, которые в природе «не светятся». Кроме того, Лукьянов и его коллеги создали

целый ряд стабильных белков, флуоресцирующих различными цветами» («Лента.ру», 2008).

Об этом же пишет Петр Образцов в статье «Белок преткновения» (газета «Независимая», 22.10.2008 г.): «Тсиен определил формулы всех 238 аминокислот, образующих хромофорный центр, и важную роль трех аминокислот под номерами 65-67 в проявлении флуоресценции. Именно в этой работе было наконец объяснено, как возникает этот эффект без участия других белков - в противоположность мнению многих других биохимиков об обязательности «кооперирования». Понимание «интимного» механизма позволило Тсиену модифицировать GFP таким образом, что флуоресценция стала значительно более продолжительной (обычно после прекращения облучения свечение довольно быстро затухает), и получить белки с флуоресценцией не только зеленого, но еще десятка цветов за исключением красного. И тут на сцене появились российские ученые - Михаил Матц и Сергей Лукьянов. Впрочем, Матц работает сейчас профессором Техасского университета в городе Остин, но связанные с белком GFP открытия он сделал еще в России под руководством и в группе заведующего лабораторией в Институте биоорганической химии РАН Сергея Лукьянова. Вообще-то роль члена-корреспондента РАН Сергея Лукьянова недооценена **Нобелевским комитетом** при присуждении этой премии - им и его сотрудниками из коралловых полипов класса Anthozoa были выделены гены шести новых флуоресцентных белков, в том числе с красной флуоресценцией» (П. Образцов, 2008).

Дополнительная литература по теме:

- Клещенко Е. «Евроген»: ученые, довольные жизнью // Химия и жизнь. – 2005. - № 8.

- Лозовская Е. Нобелевская премия по химии 2008 года. «Подсветка» для клетки // Наука и жизнь. – 2008. - № 12.

- Костина Г. Звезда, которая не уехала // Эксперт. – 2009. - № 14 (653).

**723. Изобретение методов оптогенетики.** Как известно, оптогенетика – методика исследования возбудимых (в том числе нервных) клеток, в которой используются белки, внедряемые в мембрану клетки и активирующиеся светом. Кто же изобрел эту методику? Сразу несколько ученых, работавших независимо друг от друга. Это Роджер Тсиен (упомянутый выше) и Джеймс Ротман (род. 1950 г.). Последний награжден Нобелевской премией по физиологии и медицине в 2013 г.

Геро Мезинбек в статье «Как зажечь мозг» (журнал «В мире науки», 2009, № 1) пишет: «Первые демонстрации того, что красители, закодированные в генах, могут служить индикаторами нейронной активности, выполнили десять лет назад **независимо** Цзянь, Эхуд Исакофф (Ehud Y. Isacoff) из Калифорнийского университета в Беркли и я совместно с Джеймсом Ротманом (James E. Rothmann), ныне работающим в Йельском университете. Во всех случаях ген красителя был позаимствован из морских организмов, чаще всего из медуз, производящих так называемый зеленый флуоресцирующий протеин. Мы слегка поколдовали над геном, чтобы его белковый продукт мог детектировать изменения потенциала и концентрации кальция, сопутствующие генерации сигнала в клетке и выбросу нейромедиаторов» (Мезинбек, 2009, с.50).

**724. Открытие транскрипционного фактора HIF-1 $\alpha$ , активирующегося при недостатке кислорода в клетке.** Открытие транскрипционного фактора HIF-1 $\alpha$  и исследование его активности при снижении уровня кислорода в клетке – заслуга двух ученых, работавших независимо друг от друга. Это американский ученый-медик Грегг Семенза (род. 1956 г.) и его британский коллега Питер Рэтклифф (род. 1954 г.). В 2019 г. их исследовательский успех отмечен Нобелевской премией по физиологии и медицине.

Максим Казарновский в статье «Токсичный и жизненно необходимый» (газета «Троицкий вариант», 2019, № 22 (291)) пишет: «За годы своего существования жизнь на Земле приспособилась к кислородной атмосфере, и теперь большинство эукариотических

организмов использует кислород, чтобы получать энергию в процессе дыхания. Нобелевскую премию по физиологии и медицине за 2019 год получили Грегг Семенза (Gregg L. Semenza), сэр Питер Рэтклифф (Sir Peter J. Ratcliffe) и Уильям Кэлин (William G. Kaelin Jr) за фундаментальные работы, раскрывающие детали того, как эукариотические клетки воспринимают кислород из окружающей среды и адаптируются к его уровню» (М. Казарновский, 2019).

Далее автор отмечает независимость исследований Грегга Семенза и Питера Рэтклиффа: «Семенза использовал генетически модифицированных мышей, которым случайным образом менял тот участок хромосомы, в котором ожидал найти участок посадки фактора (транскрипционного фактора – Н.Н.Б.). В какой-то момент он нашел этот участок, а также сумел определить белок, который выполняет роль транскрипционного фактора. Этот ранее неизвестный белок он назвал «индуцируемым гипоксией фактором», или HIF-1 $\alpha$ . Семенза и **параллельно работавший над той же темой** сэр Питер Рэтклифф обнаружили, что HIF-1 $\alpha$  экспрессируется не только в почках, но и практически во всех тканях организма. Этот транскрипционный фактор запускал, например, рост новых сосудов при разрушении старых. При снижении уровня кислорода в окружающей среде количество HIF-1 $\alpha$  начинало расти» (М. Казарновский, 2019).

Об этом же сообщает Полина Лосева в статье «Нобелевскую премию по медицине присудили за исследования реакции клеток на кислород» (сайт «N+1», 07.10.2019 г.): «Грегг Семенза (Gregg Semenza) изучал ген эритропоэтина и то, как его работа запускается в ответ на гипоксию. Питер Рэтклифф (Peter Ratcliffe) **независимо от него** тоже занимался исследованием этого гена, и вместе они обнаружили, что кислород регулирует его экспрессию в самых разных тканях организма, а не только в почках, как можно было предположить изначально. В попытках найти посредника между концентрацией кислорода и экспрессией гена эритропоэтина Семенза обнаружил HIF - hypoxia-inducible factor - белковый комплекс, который связывается с ДНК напрямую» (П. Лосева, 2019).

Процитируем еще одну работу. Е. Клещенко в статье «Легкое дыхание» (журнал «Химия и жизнь», 2019, № 11) отмечает: «Еще в конце 80-х, когда клонирование ДНК было передним краем науки, Грег Семенза и Питер Рэтклифф с коллегами **независимо друг от друга** установили, что определенный участок ДНК рядом с геном эритропоэтина EPO необходим для того, чтобы гипоксия запустила производство эритропоэтина. Этот участок Семенза назвал «элемент ответа на гипоксию» - hypoxia response element, HRE. Белок, который взаимодействовал с этим участком и появлялся в клетке при нехватке кислорода, без особых затей назвали «фактор, индуцируемый гипоксией» - hypoxia inducible factor, HIF). Он-то и включает ген эритропоэтина. Да, это очередная история о регуляции в эукариотической клетке - «внучка за бабу, бабу за деду, деду за репку...» - однако не такая длинная, как некоторые, и с довольно остроумной концовкой. И Рэтклифф, и Семенза убедились в том, что HRE исправно работает в самых разных типах клеток: если эти клетки растут при недостатке кислорода, HRE активирует зависимый от него ген» (Клещенко, 2019, с.20).

**725. Открытие рецепторов температуры и осязания.** В 2021 г. Нобелевская премия по физиологии и медицине досталась американским физиологам (нейробиологам) Дэвиду Джулиусу и Ардему Патапутяну. Работая независимо друг от друга, они открыли гены и белки (ионные каналы), вовлеченные в процесс восприятия температуры и осязания.

Кандидат биологических наук Алексей Дейкин в статье «Вкус боли» (журнал «Коммерсант», № 47 от 30.11.2021 г.) пишет: «Джулиус и его коллеги из Калифорнийского университета нашли ген, который позволяет клеткам «чувствовать жжение». Это оказался ген, который кодирует новый белок ионного канала TRPV1. Когда Джулиус исследовал способность белка реагировать на тепло, он понял, что обнаружил теплочувствительный рецептор, который активируется при температурах, воспринимаемых как болезненные. Открытие TRPV1 стало крупным прорывом, ведущим к открытию дополнительных

рецепторов, воспринимающих температуру. **Независимо друг от друга** Дэвид Джулиус и Ардем Патапутян использовали ментол (именно он придает специфический вкус мяте) для идентификации TRPM8, рецептора, который, как было показано, активируется холодом» (А. Дейкин, 2021).

Об этом же сообщает Марат Кузаев в статье «Нобелевка за ощущения жара, холода и прикосновения» (информационное агентство «ТАСС», 04 октября 2021 г.): «Как обнаружил Джулиус, канал, кодируемый геном TRPV1, размыкается при контакте с капсаицином, но также и под действием жара (поэтому-то перец кажется жгучим). Джулиус и Ардем Патапутян **независимо друг от друга** стали экспериментировать с ментолом и нашли рецептор TRPM8, который также реагирует на холод. Затем были найдены и другие рецепторы, чувствительные к температуре» (М. Кузаев, 2021).

Примечательно, что Дэвид Джулиус обнаружил ген TRPV1 методом проб и ошибок (методом перебора). Алексей Дейкин в той же статье «Вкус боли» повествует: «Открыть новый рецептор сложно, мы пока не научились точно предсказывать функции новых белков. Работа ученых была длительным рутинным трудом. Для начала Джулиусу пришлось составить библиотеку всех работающих генов термочувствительных нейронов, и потом он по одному переносил эти гены в клетки, которые на изменение температуры обычно не реагируют. Повторялось это до тех пор, пока один из генов не придал клеткам способность реагировать на капсаицин и изменение температуры. Так же были открыты и рецепторы холода, только уже с помощью ментола» (А. Дейкин, 2021).

Метод проб и ошибок использовался и в работе Ардема Папапутяна. Алексей Дейкин указывает: «Ардем Патапутян и его коллеги из Института Скриппса впервые идентифицировали клеточную линию, которая испускала измеримый электрический импульс, тоже в буквальном смысле «методом тыка» - в отдельные клетки тыкали микропипеткой. В отличие от исследований рецепторов температуры, здесь исходной рабочей гипотезой было предположение, что рецептор, активируемый механической силой, является ионным каналом. Эксперимент состоял в том, что 72 гена-кандидата, кодирующие возможные рецепторы, были инактивированы один за другим, чтобы обнаружить ген, ответственный за механочувствительность в изученных клетках» (А. Дейкин, 2021).

**726. Открытие того факта, что с помощью метода функциональной магнитно-резонансной томографии (метода ФМРТ) можно исследовать активность человеческого мозга.** Возможность использования метода ФМРТ для изучения различных аспектов работающего мозга установили независимо друг от друга несколько научных коллективов. Это событие произошло в 1992 г.

О.А. Савелова в статье «Развитие технологии функциональной МРТ в начале XXI в. на примере Международного томографического центра СО РАН» («Вестник Томского государственного университета», 2017, № 421) пишет: «В 1992 г. несколько групп исследователей (П. Бандеттини, К. Квонг, С. Огава, Э. Бламир и др.) **независимо друг от друга** опубликовали результаты активации человеческого мозга, основанные на BOLD-контрасте. Каждая из этих работ сделала значительный вклад в развитие ФМРТ технологии. Для изучения активации головного мозга с помощью ФМРТ привлекались здоровые добровольцы, которые, находясь в МР-сканере, выполняли специальные задания, состоящие из двух чередующихся периодов: активации и покоя. В зависимости от дизайна эксперимента чередование периодов происходило равномерно, последовательно или неравномерно и в произвольном порядке» (Савелова, 2017, с.157).

Автор поясняет процедуру BOLD: «Гипотеза, связывающая работоспособность мозга с кровотоком, получила экспериментальное подтверждение еще в исследованиях Ч. Роя и Ч. Шеррингтона (1890 г.) [11]. Позже, в 1936 г., Л. Полинг и Ч. Корелл, измеряя кровотоки, пришли к заключению, что магнитная восприимчивость гемоглобина крови изменялась в зависимости от того, был ли он связан с кислородом или нет [там же]. Это свойство использовал С. Огава в 1990 г. для усиления сигнала МРТ, чтобы получить изображение

активированного мозга грызунов [12]. Явление получило название BOLD-контраста (blood oxygenation level dependent contrast), который определяется как соотношение окси- и дезоксигемоглобина в конкретных мозговых структурах и зависит от степени насыщения крови кислородом» (там же, с.156-157).

**727. Открытие того факта, что люди, страдающие посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР), имеют уменьшенный гиппокамп.** Как известно, посттравматическое стрессовое расстройство – тяжелое психическое состояние, возникающее в результате серии событий, оказывающих мощное негативное воздействие на психику индивида. Травматичность события тесно связана с ощущением собственной беспомощности из-за невозможности эффективно действовать в опасной ситуации. Установлено, что лица, страдающие упомянутым расстройством, имеют уменьшенный гиппокамп. Этот факт обнаружили независимо друг от друга несколько научных групп.

Роберт Сапольски в книге «Кто мы такие? Гены, наше тело, общество» (2018) пишет: «И недавно группы, работавшие **независимо друг от друга** в Йеле, Гарварде, Университете Эмори и Калифорнийском университете в Сан-Диего, сообщили об одинаковых результатах: у людей с ПТСР в результате хронической травмы часто бывает уменьшена важная область мозга под названием гиппокамп. Это наблюдалось при ПТСР, связанном с боевой травмой или жестоким обращением в детстве (повторяющимися, хроническими травмами), но не при ПТСР от единичной травмы, например, автокатастрофы. Это была важная новость для специалистов» (Сапольски, 2018, с.140).

«Выходит, у людей с ПТСР, - продолжает автор, - гиппокамп меньше нормы. В большинстве исследований уменьшен только гиппокамп, с остальным мозгом всё в порядке. И атрофия немаленькая. Например, Тамара Гурвиц, Роджер Питмэн и их коллеги из Гарварда сообщили о более чем 25% среднего уровня атрофии в одном из регионов гиппокампа у пациентов с военным ПТСР. Двадцать пять процентов – сопоставимо с сообщением, что эмоциональная травма разрушает одну из четырех сердечных камер. Скорее всего, в таком гиппокампе есть серьезные неисправности. Об этом говорят и данные Дугласа Бремнера и коллег из Университета Эмори: если дать обычному человеку задание, требующее напряжения памяти, метаболизм в гиппокампе повышается, отражая затраты энергии на запуск этой области мозга. Но у людей с ПТСР то же самое задание не стимулирует метаболизм гиппокампа, что вписывается в картину нарушений памяти, которые для них типичны» (там же, с.41).

## Глава 6

### Одновременные (повторные) открытия в области математики

**728. Формулировка теоремы косинусов.** Теорема косинусов – математический результат, полученный независимо друг от друга разными учеными. Среди них персидский астроном Джамшид ибн Масуд аль-Каши (1380-1429) и французский математик Франсуа Виет (1540-1603).

Клиффорд ПикOVER в книге «Великая математика. От Пифагора до 57-мерных объектов» (2015) пишет: «В «Началах» Евклида (около 300 г. до н.э.) имеются зачатки идей, ведущих к выводу теоремы косинусов. В XV столетии персидский астроном и математик ал-Каши составил строгие тригонометрические таблицы и сформулировал теорему в виде, приближенном к ее современному варианту. Французский математик Франсуа Виет в XVI в. пришел к теореме косинусов **независимо** от ал-Каши» (ПикOVER, 2015, с.102).

**729. Открытие метода решения уравнений третьей степени.** Способ решения уравнений третьей степени открыли независимо друг от друга итальянские математики Сципион дель Ферро (1465-1526) и Никколо Фонтана Тарталья (1500-1557). Но, по иронии судьбы,

формула корня кубического уравнения, найденная дель Ферро и независимо Тартальей, носит имя Джероламо Кардано (1501-1576), их соотечественника, впервые опубликовавшего эту формулу в книге «Великое искусство».

Иэн Стюарт в книге «Значимые фигуры. Жизнь и открытия великих математиков» (2019) пишет: «Около 1515 г. профессор из Болоньи Сципион дель Ферро открыл метод решения некоторых типов кубических уравнений. Классификация уравнений по типам возникла потому, что отрицательные числа тогда еще не признавались, так что уравнения должны были иметь с обеих сторон только положительные слагаемые. Дель Ферро оставил для своего зятя Аннибала дель Наве кое-какие записи, из которых явствует, что он умел решать уравнения вида «куб плюс неизвестное равно числу». По всей видимости, он умел решать и два других типа, которые вместе с первым, по существу, перекрывают после некоторой предварительной подготовки все возможные варианты. В его методе решения задействовались как квадратные, так и кубические корни. Наряду с дель Наве метод решения для уравнений вышеупомянутого типа был известен ученику дель Ферро – Антонио Фиору. **Независимо от других** решение для этого же случая нашел и Никколо Фонтана (больше известный по политически некорректному нынче прозвищу Тарталья - Заика)» (Стюарт, 2019, с.80).

**730. Изобретение логарифмов.** Логарифмическое исчисление изобрели независимо друг от друга шотландский ученый Джон Непер (1550-1617) и швейцарский математик Йост Бюрги (1552-1632). Ученые сопоставляли арифметическую и геометрическую прогрессии. При этом они заметили, что операциям умножения и деления в геометрической прогрессии соответствуют операции сложения и вычитания в арифметической прогрессии. Аналогично, операциям возведения в степень и извлечения корня в геометрической прогрессии соответствуют операции умножения и деления в арифметической.

А. Даан-Дальмедико и Ж. Пейффер в книге «Пути и лабиринты. Очерки по истории математики» (1986) пишут: «**Независимо от Непера** швейцарец Бюрги, работавший в Праге ассистентом Кеплера, вычислил между 1603 и 1611 гг. таблицу антилогарифмов, напечатанную в Праге в 1620 г. Таблицы логарифмов, насущно необходимые астрономам и вычислителям, заслужили немедленное признание» (Даан-Дальмедико, Пейффер, 1986, с.300).

Об этом же сообщает Г.К. Цварава в книге «Прокоп Дивиш» (1965): «С 1605 по 1631 г. в Праге служил в качестве придворного часового мастера уроженец Швейцарии математик Йост Бюрги – друг и помощник Кеплера. Бюрги принадлежат оригинальные работы по алгебре и гониометрии и, кроме того, таблицы антилогарифмов, на вычисление которых он потратил восемь лет. Таблицы Бюрги были изданы в Праге лишь в 1620 г., через девять лет после их завершения, и не получили распространения, так как шотландский ученый Джон Непер в 1614 г. уже опубликовал свои более совершенные таблицы логарифмов» (Цварава, 1965, с.14).

Приведем еще один источник. Ярослав Фолта и Любош Новы в книге «История естествознания в датах» (1987) отмечают: «Шотландский математик Джон Непер опубликовал работу «Описание таблиц логарифмов» («Mirifici logarithmorum canonis descriptio»). Это было первое руководство по вычислениям с помощью логарифмов, которые он впервые применил в конце XVI в. **Независимо** от Дж. Непера логарифмы для вычислений использовал швейцарский математик Йост Бюрги, работавший в Праге; здесь же была опубликована (в 1620 г.) его таблица логарифмов» (Фолта, Новы, 1987, с.104).

**731. Создание комбинаторики – теории перестановок и сочетаний.** Основные принципы комбинаторики (теории сочетаний и перестановок) открыли независимо друг от друга несколько ученых. Среди них французский математик Пьер Эригон (1580-1643), его соотечественник Блез Паскаль (1623-1662), итальянец Никколо Тарталья, бельгиец Андре Таке (1612-1660), немецкий астроном и картограф Петер Апиан (1495-1552).

Г. Вилейтнер в книге «История математики от Декарта до середины XIX столетия» (1960) пишет: «О создании комбинаторики как некоторой научной дисциплины можно говорить, лишь начиная с XVII столетия. В 1634 Эригон, **независимо от Тартальи**, правильно определил в своей «Практической арифметике», составлявшей второй том «Курса математики», число сочетаний из  $n$  элементов по  $m$ . В 1656 это же нашел иезуит А. Таке, посвятивший сочетаниям и перестановкам небольшую главу в «Теории и практике арифметики», причем термины он понимал в том же смысле, что и мы. В 1654 Паскаль отправил Ферма «Трактат об арифметическом треугольнике» (опубликовано посмертно, Париж, 1665). В этом сочинении и в «Трактате о числовых порядках», вышедшем впервые также в 1665, были приведены основные отношения между биномиальными коэффициентами, в которых Паскаль признал число сочетаний и с которыми оперировал как с таковыми» (Вилейтнер, 1960, с.90).

Об этом же сообщает Г.И. Глейзер в книге «История математики в школе» (1983): «...Как научная дисциплина комбинаторика сформировалась лишь в XVII в. **Независимо от Апиана** (XVI в.), Штифеля и Тартальи французский математик Эригон (XVII в.) определяет в своей «Практической арифметике» (1634)  $C$  из  $n$  по  $m$ . В книге «Теория и практика арифметики» (1656) другой французский автор, А. Таке, уже посвящает сочетаниям и перестановкам целую главу. Б. Паскаль в «Трактате об арифметическом треугольнике» и в «Трактате о числовых порядках» (1665) изложил учение о биномиальных коэффициентах, оперируя с ними как с сочетаниями» (Глейзер, 1983, с.213).

**732. Разработка аналитической геометрии.** Основным принцип аналитической геометрии открыли независимо друг от друга два французских математика – Пьер Ферма (1607-1665) и Рене Декарт (1596-1650).

А. Даан-Дальмедико и Ж. Пейффер в книге «Пути и лабиринты. Очерки по истории математики» (1986) повествуют: «Идея уравнения кривой более явно выступает у П. де Ферма, который **независимо от Декарта** около 1629 г. открыл основной принцип аналитической геометрии. Он был опубликован только в 1679 г. в его работе «Isagoge» («Введение в изучение плоских и телесных мест»). Метод Ферма был основан на взаимно однозначном соответствии между точками плоскости и парами чисел  $(x, y)$  и ставил в соответствие кривым их уравнения  $f(x, y) = 0$ . В своих исследованиях Ферма исходил из работ великих александрийских ученых и, в частности, Аполлония, которые он стремился выразить на алгебраическом языке Виета» (Даан-Дальмедико, Пейффер, 1986, с.188-189).

Об этом же сообщают Ярослав Фолта и Любиш Новы в книге «История естествознания в датах» (1987): «Р. Декарт в качестве одного из дополнений к «Рассуждению о методе» опубликовал «Геометрию», включавшую и первое систематизированное изложение аналитической геометрии (**независимо от Декарта** и в более систематизированном виде ее изложил и Ферма). В ней Декарт использовал алгебраическую символику в том виде, в каком она в основном используется и сегодня» (Фолта, Новы, 1987, с.107).

Процитируем еще одну работу. К.А. Рыбников в 1-ом томе книги «История математики» (1960) констатирует: «...Появление аналитической геометрии не было единоличной заслугой Декарта. При этом речь идет не только о тех современниках, в работах которых в неразвитом виде содержались те или иные идеи, подхваченные и переработанные Декартом. Таких современников было много. Мы имеем в виду также то, что **одновременно с Декартом** аналогичную систему взглядов развил в специальном сочинении французский математик П. Ферма (1601-1665)» (Рыбников, 1960, с.136).

**733. Доказательство теоремы о площади циклоиды (теоремы Галилея).** Галилео Галилей впервые установил, что площадь круга в три раза больше площади образующего циклоиду круга, в связи с чем этот факт стал называться «теоремой Галилея». Данную теорему доказали независимо друг от друга Пьер Ферма и Рене Декарт.

Г.И. Глейзер в книге «История математики в школе» (1983) сообщает: «То, что площадь круга в три раза больше площади образующего циклоиду круга, установил впервые Галилей, пользовавшийся, конечно, не формулами интегрального исчисления, которых тогда еще не было, а двумя одинаково тонкими металлическими пластинками, одна из которых имела вид диска производящего круга, а другая – вид арки соответствующей циклоиды. Вот почему теорему о площади циклоиды иногда называют «теоремой Галилея». Два ученика Галилея, итальянские математики Эванджеллиста Торричелли (1608-1647), известный открытием атмосферного давления и изобретением ртутного барометра, и Винченцо Вивiani (1622-1703), пришли к результату Галилея, пользуясь «методом неделимых». <...> Теорему Галилея доказали **независимо друг от друга** Ферма и Декарт, которые определили способ построения касательной к циклоиде» (Глейзер, 1983, с.327-328).

**734. Изобретение метода нахождения максимумов и минимумов дифференцируемых функций.** Автором метода нахождения максимумов и минимумов дифференцируемых функций является Пьер Ферма, изложивший свой метод в 1636 г. в письме к одному из своих коллег (позже с этим методом ознакомились М. Мерсенн и Р. Декарт). Однако следует отметить, что независимо от П. Ферма аналогичный метод открыл мало кому известный итальянский математик Антонио ди Монфорте (1644-1717).

Г. Вилейтнер в книге «История математики от Декарта до середины XIX столетия» (1960) пишет: «...Уже в 1629 Ферма, как сообщал он Робервалю в письме от 22 сентября 1636, изобрел прославившийся впоследствии метод отыскания максимумов и минимумов. Через посредство М. Мерсенна работа Ферма попала в январе 1638 к Декарту. Опубликована она была лишь в 1679, в *Varia opera* под названием «Метод отыскания наибольших и наименьших значений» (*Methodus ad disquirendam maximam et minimam*). Тем не менее, способ Ферма получил широкую гласность значительно раньше благодаря Эригону, включившему его в свое «Дополнение к курсу математики» (1642). **Независимо от Ферма** этот же прием был открыт, правда, слишком поздно, итальянцем А. ди-Монфорте («Об определении проблем», - Неаполь, 1699)» (Вилейтнер, 1960, с.110).

**735. Открытие способа алгебраической ректификации полукубической параболы.** Метод алгебраической ректификации полукубической параболы открыли независимо друг от друга несколько ученых – англичанин Вильям Нейль (1637-1670), голландец Хендрик Хейрат (1633-1660) и француз Пьер Ферма (упомянутый выше).

С.Г. Гиндикин в статье «Математические и механические задачи в работах Гюйгенса о маятниковых часах» (журнал «Природа», 1979, № 12) пишет о событиях, последовавших после того, как Кристофер Рен в 1658 г. доказал теорему о ректификации циклоиды: «Дело в том, что уже после того, как математики достигли больших успехов в нахождении площадей криволинейных фигур, они никак не могли продвинуться в проблеме ректификации – построении циркулем и линейкой отрезка, равного длине кривой, или алгебраической ректификации – выражении длины через алгебраические операции. К середине XVII в. начали думать, что ректификация вообще никогда невозможна (так иногда толкуют слова Декарта «мы, люди, не можем найти соотношения между прямыми и кривыми»). Ректификация циклоиды, найденная Реном, опровергала эту точку зрения. Некоторое время думали, что всё дело в том, что циклоида не является алгебраической кривой, но В. Нейль, И. Хейрат и П. Ферма **независимо обнаружили**, что алгебраическую ректификацию допускает полукубическая парабола  $y^2 = ax^3$  (работа Нейля даже предшествовала работе Рена, но не была известна)» (Гиндикин, 1979, с.76).

**736. Вычисление интегралов от степенных функций.** Интегралы от степенных функций впервые научились вычислять независимо друг от друга английский математик Джон



Валлис (1616-1703), французский ученый Жиль де Роберваль (1602-1675) и его соотечественник Пьер Ферма.

Н.В. Александрова и Л.С. Полак в «Комментариях», содержащихся в книге У. Гамильтона «Избранные труды» (1994) указывают: «Уоллис или Валлис (Wallis John, 1616-1703) – английский математик, один из основателей и первых членов Лондонского Королевского общества (1660). Он первый английский математик, начавший заниматься анализом бесконечно малых, его «Арифметика бесконечных» (1656) сыграла важную роль в развитии понятия интеграла – здесь **независимо от Ферма** и Роберваля вычислены интегралы от степенных функций; Уоллис вычислял предельные значения с наперед заданной точностью; он впервые стал рассматривать бесконечные произведения» (Александрова, Полак, 1994, с.549).

**737. Открытие теоремы Хэрриота – Жирара.** Данная теорема открыта британским ученым Томасом Хэрриотом (1560-1621) и независимо от него французским математиком Альбером Жираром (1595-1632). Последний опубликовал свое доказательство теоремы в 1629 г., но его английский коллега получил аналогичный результат на 26 лет раньше.

Д.С. Ричесон в книге «Жемчужина Эйлера. Формула Эйлера для многогранников и рождение топологии» (2021) пишет: «Теорема Хэрриота – Жирара: площадь геодезического треугольника на единичной сфере с внутренними углами  $a, b, c$  равна  $a + b + c - \pi$ . Иными словами, площадь = (сумма углов) –  $\pi$ . Поскольку сумма внутренних углов плоского треугольника равна  $\pi$ , мы можем записать эту формулу по-другому: площадь = (сумма углов) – (сумма углов плоского треугольника). Таким образом, площадь сферического треугольника – это как раз та величина, на которую сумма его углов превышает сумму углов плоского треугольника» (Ричесон, 2021, с.98).

Далее автор говорит: «Это соотношение было **независимо открыто** Хэрриотом и Жираром. Британский ученый Томас Хэрриот – личность загадочная. Он был талантливым и активным исследователем, но никогда не публиковал своих работ. После его смерти осталось десять тысяч страниц неопубликованных рукописей, диаграмм, измерений и вычислений» (там же, с.99). «Исторически с формулой площади сферических треугольников связывается имя Жирара, а не Хэрриота. Это и понятно, потому что первым в печати появилось доказательство Жирара, опубликованное в 1629 году. Жирар известен своим лаконичным стилем, в его доказательства часто отсутствуют детали. Даже самому Жирару его доказательство казалось неудовлетворительным – он назвал результат «вероятным заключением». Двадцатью шестью годами раньше эту же теорему доказал Хэрриот, о чем Жирар не знал. <...> Его доказательство было известно современникам; британский математик Генри Бриггс (1561-1630) сообщил Кеплеру о результате Хэрриота и включил его в список великих открытий своего времени» (там же, с.99-100).

**738. Открытие теоремы Паскаля.** Теорема Паскаля – классическая теорема проективной геометрии. Она утверждает, что если шестиугольник вписан в окружность (или любое другое коническое сечение – эллипс, параболу, гиперболу), то точки пересечения трех пар противоположных сторон лежат на одной прямой. Эту прямую называют «прямой Паскаля». Данная теорема впервые сформулирована и доказана Блезом Паскалем (упомянутым выше) в возрасте 16-ти лет как обобщение теоремы Паппа. Теорема представляла собой главный результат написанного Паскалем трактата о конических сечениях, который был утерян. Шотландский математик Колин Маклорен (1698-1746) независимо - спустя почти 100 лет - сформулировал и доказал эту теорему, не зная об открытии французского ученого.

М.М. Коренцова в книге «Колин Маклорен» (1998) пишет: «К «теореме Паскаля» Маклорен вернулся в «Трактате о флюксиях», где привел два доказательства теоремы. В первом используются метрические свойства коник. А вот второй подход интереснее. Теорема сначала доказывается для круга, а затем переносится на произвольную конику.

Таким образом, здесь реализована идея доказательства самого Паскаля. Теорема, стало быть, **переоткрыта** спустя почти век и доказана по замыслу автора, конечно, неизвестному Маклорену. Здесь мы снова сталкиваемся с ситуацией, многократно имевшей место в истории математики: когда идея «созревает» в науке, она либо почти **одновременно, но независимо** открывается несколькими учеными, либо, не будучи широко известной после открытия, переоткрывается затем заново, как это имело место с «теоремой Паскаля» у Маклорена» (Коренцова, 1998, с.120).

**739. Разработка «метода неделимых».** Метод неделимых, позволяющий решать задачи на определение длины кривых линий, площадей фигур с криволинейными границами, а также объемов тел, - разработали независимо друг от друга итальянский математик Бонавентура Франческо Кавальери (1598-1647) и уже упоминавшийся нами французский ученый Жиль де Роберваль.

В.И. Яковлев в книге «Предыстория аналитической механики» (2001) указывает: «Жиль Персон, известный как Роберваль (в честь местечка Роберваль, где он родился), был талантливым самоучкой, ставшим в 1634 г. профессором одного из лучших учебных заведений Франции – Колледж де Франс. **Независимо от Ф.Б. Кавальери** он разработал «метод неделимых», развитие которого способствовало созданию анализа бесконечно малых. Свой метод он применял к решению задач на определение длины кривых линий, площадей фигур с криволинейными границами, объемов тел» (Яковлев, 2001, с.169).

Об этом же сообщают А. Даан-Дальмедико и Ж. Пейффер в книге «Пути и лабиринты. Очерки по истории математики» (1986): «Жиль Персон де Роберваль (1602-1675) **независимо от Кавальери** разработал метод неделимых, но в отличие от Кавальери он не пользовался геометрическим подходом, а опирался на более «арифметические» рассуждения Стевина и Валерио, которые рассматривали бесконечные ряды. В противоположность Кавальери, утверждавшему, что площадь состоит из «линий», Роберваль исходил из предположения, что она состоит из площадей...» (Даан-Дальмедико, Пейффер, 1986, с.251).

Этот же факт рассматривает Борис Тарасов в книге «Паскаль» (2006): «Подобно Кавальери и **независимо от него** стал применять неделимые и Роберваль» (Тарасов, 2006, с.229).

**740. Изобретение дифференциального и интегрального исчисления.** Дифференциальное и интегральное исчисление разработали и описали независимо друг от друга два исследователя – английский физик и математик Исаак Ньютон (1642-1726) и немецкий ученый Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646-1716).

А. Даан-Дальмедико и Ж. Пейффер в книге «Пути и лабиринты. Очерки по истории математики» (1986) пишут: «С начала XVII в. инфинитезимальные методы стали разрастаться; появлялось всё больше и больше полученных с их помощью результатов, и возникла необходимость собрать их и как-то упорядочить. Этот труд по систематизации взяли на себя английский ученый Исаак Ньютон (1643-1727) и немецкий юрист, философ и политический деятель Готфрид Вильгельм Лейбниц (1646-1716). **Независимо друг от друга** они изобрели удобные алгоритмические процедуры и выявили связь между, казалось бы, изолированными задачами» (Даан-Дальмедико, Пейффер, 1986, с.265).

Об этом же сообщает И.Б. Погребыский в книге «Готфрид Вильгельм Лейбниц» (2004): «Ныне можно считать бесспорно установленной **независимость** Лейбница и Ньютона. Ньютон почти на 10 лет раньше Лейбница построил свой алгоритм анализа бесконечно малых, но опубликовал свое открытие много позже Лейбница. Тут Лейбницу повезло: Ньютон не нашел издателя, когда в начале 70-х годов решил изложить свои математические открытия. Впрочем, Лейбниц тоже не торопился выступить в печати и, кто знает, когда бы он опубликовал свою первую статью по анализу, если бы в 1682 г. в

Лейпциге не начали издавать научный журнал «Acta Eruditorum»...» (Погребыцкий, 2004, с.90).

Аналогичные сведения можно найти в 1-ом томе книги К.А. Рыбникова «История математики» (1960), где автор констатирует: «...Ньютон и Лейбниц открыли свои формы исчисления **независимо друг от друга**. Оба опирались на опыт многочисленных предшественников, в котором накопилось достаточно предпосылок для их открытий. Оба отразили, исходя из разных посылок, общую потребность науки в анализе бесконечно малых» (Рыбников, 1960, с.184).

Вот еще один источник. Н. Бурбаки в книге «Очерки по истории математике» (1963) пишет: «...Ньютон и Лейбниц, каждый **независимо друг от друга**, свели основные операции исчисления бесконечно малых к алгоритму. Достаточно записать в символикe, которой пользовались один или другой, задачу квадратуры или решения дифференциального уравнения, чтобы убедиться в ее алгебраической структуре, освобожденной от геометрической оболочки» (Бурбаки, 1963, с.192).

Ньютон и Лейбниц открыли новое исчисление (математический анализ) в результате индуктивного обобщения частных случаев этого исчисления, содержащихся в трудах их предшественников и современников. Следовательно, это было чисто индуктивное открытие. М.М. Коренцова в книге «Колин Маклорен» (1998) повествует: «Алгоритм дифференциального и интегрального исчислений в своей основе был разработан И. Ньютоном (в форме метода флюксий) и Г.В. Лейбницем, сделавшим своим открытия **независимо**. Однако **почва для этих открытий** была подготовлена усилиями как дальних (греки, схоласты), так и близких предшественников. Среди них первым должен быть назван Иоганн Кеплер (1572-1630), немецкий математик и астроном, который находил площади плоских фигур и объемы тел вращения, пользуясь бесконечно малыми элементами фигур, но не уточняя этого понятия. Другой крупный математик Б. Кавальери (1597-1644), профессор университета в Болонье, построил теорию неделимых в книге «Геометрия неделимых» (1637). Существо понятия неделимой он пояснил, указывая, что неделимыми дуги являются точки, неделимыми плоской области являются заполняющие ее параллельные хорды, неделимые тела – плоские фигуры» (Коренцова, 1998, с.28).

**741. Открытие формулы бинорма («бинома Ньютона»).** Как известно, бином Ньютона – это формула разложения произвольной натуральной степени двучлена  $(a + b)^n$  в многочлен. В общем случае бином представляет собой бесконечный ряд. Несмотря на то, что указанная формула носит имя Ньютона, независимо от него эту формулу получил его соотечественник Джеймс Грегори (1638-1675).

А.Е. Малых в статье «Из истории биномиальной теоремы» («Ярославский педагогический вестник», 2010, № 3) пишет: «К числу первых исследователей, приблизившихся к биномиальному разложению, можно отнести и Джеймса Грегори (1638-1675) – шотландского математика и астронома, члена Лондонского Королевского общества (с 1668). Для вычисления площадей криволинейных фигур он, вслед за М. Меркатором и И. Ньютоном, пользовался рядами. Грегори почти одновременно с последним и **независимо от него** доказал биномиальную теорему, а также выполнил разложения в степенные ряды... История биномиальной теоремы еще раз убеждает нас в том, что всякое важное открытие не возникает неожиданно в голове исследователя, а подготавливается долгой, часто безвестной работой его предшественников» (Малых, 2010, с.28-29).

Аналогичные сведения можно найти в книге Г. Вилейтнера «История математики от Декарта до середины XIX столетия» (1960). В первом параграфе шестой главы данной книги имеется примечание редактора, где сообщается: «Общую теорему о бинорме **независимо от Ньютона** и примерно в одно время с ним открыл Дж. Грегори...» (Вилейтнер, 1960, с.119).

**742. Разработка теории интерполяции и степенных рядов.** Теорию интерполяции и степенных рядов построили независимо от друг от друга Исаак Ньютон и Джеймс Грегори (упомянутый выше).

Н. Бурбаки в книге «Очерки по истории математике» (1963) пишет: «...Мы видим, как Ньютон ([167a], [167b], смотрите также [86]) и Дж. Грегори [104d], действуя независимо, проводят параллельные исследования интерполяции и степенных рядов. Оба они приходят к одному и тому же с помощью различных методов: с одной стороны, к формуле интерполяции посредством многочленов, известных под именем «ньютоновых»; и с другой – к биномиальному ряду и к основным в классическом анализе разложениям в степенные ряды. Не приходится сомневаться в том, что эти два направления исследований влияли друг на друга и были также тесно связаны у Ньютона с открытием принципов исчисления бесконечно малых» (Бурбаки, 1963, с.193).

**743. Открытие интерполяционной формулы Ньютона.** Формула интерполяции посредством многочленов, часто называемая «формулой Ньютона», - еще один результат, который не может принадлежать Ньютону единолично. Независимо от него этот результат получил всё тот же Джеймс Грегори.

Н.В. Александрова в книге «Математические термины» (1978) пишет: «Интерполяционная формула Ньютона опубликована в «Methodus differentialis» (1711). Но упоминание об этой формуле есть уже в письме от 1676 г. Несколькими годами раньше эквивалентную формулу получил Дж. Грегори (она содержится в письме 1670 г.). Свою интерполяционную формулу Ньютон считал «одной из самых значительных проблем, которую я только мог надеяться решить!». Уже один тот факт, что эта проблема оказалась по силам и Грегори, свидетельствует о его глубоком даровании, которое оценено только в наше время» (Александрова, 1978, с.50-51).

**744. Представление числа  $\pi$  в виде суммы бесконечного ряда.** Способ представления числа  $\pi$  в виде суммы бесконечного ряда нашли независимо друг от друга Готфрид Лейбниц и Джеймс Грегори. Аналогичный результат получил индийский математик Нилакантха Сомаяджи (1444-1545).

Клиффорд Пиквер в книге «Великая математика. От Пифагора до 57-мерных объектов» (2015) пишет: «Формула, выражающая число  $\pi$  в виде суммы бесконечного ряда, была открыта немецким математиком Готфридом Вильгельмом Лейбницем, шотландским математиком и астрономом Джеймсом Грегори и индийским математиком XIV или XV в., личность которого точно не установлена, но этот результат обычно приписывается Нилакантхе Сомаяджи. Лейбниц вывел эту формулу в 1673 г., а Грегори – в 1671 г.» (Пиквер, 2015, с.106).

Об этом же сообщает Г.И. Глейзер в книге «История математики в школе» (1983). Автор пишет о бесконечном ряде, с помощью которого Лейбниц представил число  $\pi$ : «Лейбницем этот ряд был опубликован в 1682 г. и до недавнего времени считался первым в истории математики разложением в ряд числа  $\pi$ . Однако за последние годы было установлено [2], что еще в XV-XVI вв. южноиндийские ученые, в том числе Нилаканта, исходя из задачи приближенного числа  $\pi$ , получили разложение  $\arctg x$  в степенной ряд, как и разложение (26), и словесно формулировали правила разложения в степенные ряды синуса и косинуса» (Глейзер, 1983, с.240).

Здесь разложение (26) – представление числа  $\pi$  в виде бесконечного ряда, полученное Г. Лейбницем.

**745. Открытие правила нахождения дифференциала общей показательной функции.** Правило нахождения дифференциала общей показательной функции открыли независимо друг от друга Готфрид Лейбниц и швейцарский математик, представитель семейства Бернулли, Иоганн Бернулли (1667-1748).

В.А. Никифоровский в книге «Великие математики Бернуллы» (1984) отмечает: «Одним из первых критиков анализа бесконечно малых был голландский врач Б. Нивентейт, указавший, в частности, на отсутствие правила для нахождения дифференциала общей показательной функции. Лейбниц в 1695 г. восполнил этот пробел и с помощью логарифмического дифференцирования нашел дифференциал функции  $u^v$ , названной им показательной; **независимо от него** такой же результат получил и опубликовал в 1697 г. И. Бернуллы» (Никифоровский, 1984, с.102).

Об этом же пишет А.П. Юшкевич в статье «Первый печатный курс дифференциального исчисления» (Г.Ф. де Лопиталь, «Анализ бесконечно малых», 1935). Автор говорит о Лейбнице: «В 1692 году им рассматриваются в связи с вопросом о развертках так называемые параллельные линии. В 1693 г. он пользуется при интегрировании дифференциальных уравнений бесконечными рядами на основе метода неопределенных коэффициентов. В 1695 г. Лейбниц (и **независимо от него** Иоганн Бернуллы) находит дифференциал для общего показательного выражения  $u^v$ » (Юшкевич, 1935, с.14).

**746. Открытие определителей (детерминантов) при разработке метода решения систем линейных уравнений.** Указанные определители открыли независимо друг от друга Готфрид Лейбниц и японский математик Секи-Кова (Сэки Такакадзу, 1642-1708). Последний сделал свое открытие в 1683 г. Позже французский математик Александр Теофил Вандермонд (1735-1796) сформулировал основные положения теории определителей.

У. Дж. Спон в статье «Можно ли спасти математику?» (журнал «Природа», 1973, № 2) отмечает: «То, что так много математических открытий сделано независимо и одновременно, как, например, было с неевклидовой геометрией, показывает, что результат **«носится» в воздухе** и ждет, пока его «схватят». Мы слишком много беспокоимся о приоритете. Кто первый ввел определители? Вандермонд ли в 1771 г., когда определители впервые стали широко известны, или это сделал в 1683 г. Лейбниц, представитель западной цивилизации, или Секи-Кова, японец...» (Спон, 1973, с.52).

В.В. Прасолов в 1-й части книги «История математики» (2018) пишет о Секи-Кова (1642-1708): «Японский математик Секи Кова сделал несколько выдающихся открытий, опередив европейских математиков. В 1683 г. он, разрабатывая китайский метод решения систем линейных уравнений, пришел **к понятию определителя**. В заметках Лейбница это появляется примерно в то же время, но его письмо к Лопиталю, где понятие определителя сформулировано уже вполне четко, написано на 10 лет позже» (Прасолов, 2018, с.254).

**747. Решение задачи о брахистохроне.** Решение задачи о брахистохроне обычно считают началом развития области математики под названием «вариационное исчисление». Это решение получили независимо друг от друга Иоганн Бернуллы, его брат Якоб Бернуллы (1655-1705), Готфрид Лейбниц, Исаак Ньютон, Пьер Вариньон (1654-1722), Франсуа Лопиталь (1661-1704) и Вальтер фон Чирнгауз (1651-1708).

А.С. Сумбатов в статье «Задача о брахистохроне (классификация обобщений и некоторые последние результаты)» (Труды МФТИ, 2017, том 9, № 3) пишет: «В июне 1696 года Иоганн Бернуллы в издаваемом Лейбницем журнале «Acta Eruditorum» предложил математикам того времени (их было не более двадцати человек) найти математическое решение задачи и обещал, что правильные решения будут опубликованы в данном журнале. Кому-то (например, Ньютону) были посланы персональные приглашения поучаствовать в решении этой задачи. Обращение Иоганна Бернуллы написано несколько в высокомерном и задиристом тоне, потому что на тот момент автор обращения знал правильный ответ, ознакомившись с трудами Гюйгенса по волновой теории распространения света в неоднородной среде. В частности, он узнал, что линии, ортогональные волновому фронту, в среде с показателем преломления  $\sqrt{y}$  ( $y$  – вертикальная ордината точки) являются

циклоидами, а так как свет – самая быстрая субстанция и световые лучи изгибаются в среде, принимая форму циклоиды, то ответ в данном случае напрашивался сразу» (Сумбатов, 2017, с.67).

Далее автор отмечает: «Первыми решили задачу Якоб Бернулли и Лейбниц. Иоганну так понравилось решение старшего брата Якоба, что он попытался присвоить это решение себе, но обмануть Лейбница, который был непосредственным учителем Якоба Бернулли, не удалось. Решения отбирались в Базеле, где жили братья Бернулли. Некоторые из присланных решений были несправедливо отвергнуты (например, решение Вариньона), другие отставлены (например, решение Лопиталья). <...> Пять из направленных в Лейпциг (город, где жил Лейпциг и издавал свой журнал) из Базеля решений четырех математиков (два решения И. Бернулли, по одному решению Я. Бернулли, Ньютона и Чирнгауза) плюс два решения самого Лейбница были напечатаны в журнале «Acta Eruditorum» (1697)» (там же, с.67).

**748. Открытие общей формулы разложения функций в степенной ряд.** Общая формула разложения функций в степенной ряд была известна Готфриду Лейбницу. Независимо от него эту формулу открыл Иоганн Бернулли (1667-1748). И.Б. Погребыский в книге «Готфрид Вильгельм Лейбниц» (2004) в примечаниях указывает: «...Лейбниц располагал разложением в ряд, эквивалентным значительно позднее указанному ряду Тейлора; этот результат был найден **независимо** и Иоганном Бернулли» (Погребыский, 2004, с.216).

**749. Решение задачи об интерполировании последовательности факториалов.** Задачу об интерполировании последовательности факториалов решили независимо друг от друга швейцарский и русский математик Леонард Эйлер (1707-1783) и его коллега Даниил Бернулли (1700-1782).

И.В. Игнатушина в статье «Развитие идей Л. Эйлера по теории Г- и В-функций в XIX в.» (сборник «Из истории математики XVIII века», 2004) пишет: «Задача об интерполировании последовательности факториалов, которая привела к появлению понятия Г-функции, была поставлена в 1722 г. Христианом Гольдбахом и позже решена Д. Бернулли и Л. Эйлером. Найденное в записной книжке № 129 представление общего члена последовательности факториалов в виде бесконечного произведения позволяет утверждать, что решение данной задачи Эйлер получил, возможно, даже раньше, чем Д. Бернулли, но, по крайней мере, **независимо от него**. Эта заметка позволяет также примерно установить время начала исследований Эйлера по теории Г-функции (1725-1727 гг.)» (Игнатушина, 2004, с.123).

**750. Решение частного уравнения Риккати в квадратурах.** В 1724 г. Д. Бернулли нашел случаи, когда частное уравнение Риккати можно преобразовать в уравнение с разделяющимися переменными и решить, таким образом, в квадратурах. Независимо от него аналогичный результат получили его отец Иоганн Бернулли (1667-1748) и другие математики, включая венецианского ученого Якопо Франческо Риккати (1676-1754).

А.Т. Григорьян, А.П. Юшкевич и Б.Д. Ковалев в статье «Даниил Бернулли. У истоков математического естествознания» (журнал «Природа», 1982, № 3) пишут о Д. Бернулли: «Вскоре в Венеции была опубликована книга Бернулли «Математические этюды» (1724), доставившая ему известность в широких научных кругах. Одним из наиболее примечательных открытий, изложенных в этой книге, было установление случаев, в которых так называемое теперь частное уравнение Риккати  $dy/dx = ay^2 + bx^n$  может быть преобразовано в уравнение с разделяющимися переменными и, значит, решено в квадратурах. <...> К тому же результату, что и Бернулли, **независимо друг от друга** и почти одновременно пришли его отец, старший брат Николай, двоюродный брат (также по имени Николай) и сам Риккати. Однако Бернулли опубликовал свои результаты первым» (Григорьян и др., 1982, с.76-77).

Об этом же сообщают А.П. Юшкевич и Ю.Х. Копелевич в книге «Христиан Гольдбах» (1983): «Задача Риккати служила основным предметом переписки между Гольдбахом и Николаем II Бернулли в течение года, до письма Гольдбаха от 1 июля 1722 г. Мы не будем входить в подробности обсуждения вопроса обоими корреспондентами. Заметим только, что уже 30 августа 1721 г. Николай II Бернулли известил, что нашел полное решение вопроса, а 11 сентября Гольдбах послал ему свои соображения, основанные на представлении решения уравнения  $ax^m dx + by^n x^p dx = dy$  в виде бесконечного степенного ряда... Он установил при этом некоторые отдельные случаи интегрируемости этого уравнения. Тогда же задачей Риккати успешно и **независимо друг от друга** занялись Иоганн, Николай I и Даниил Бернулли. Первым опубликовал свое решение Д. Бернулли в уже названном дополнительном VIII томе «Трудов ученых», правда, зашифровав его в некоторой анаграмме» (Юшкевич, Копелевич, 1983, с.130-131).

«В первой же своей публикации Д. Бернулли указал, что решение нашли также его отец, брат и двоюродный брат, причем его собственный прием разделения переменных отличается от метода отца, а методы двух других ему неизвестны» (там же, с.131).

**751. Введение понятия первообразного корня.** Понятие первообразного корня появилось в математическом анализе благодаря Леонарду Эйлеру. Независимо от него это же понятие ввел немецкий математик Иоганн Ламберт (1728-1777). В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) пишет: «В 1773 г. Эйлер определил понятие первообразного корня (**независимо от Ламберта**, сделавшего это в 1769 г.). Эйлер ввел этот термин и дал первое доказательство существования первообразного корня для любого простого числа (в доказательстве были пробелы)» (Прасолов, 2019, с.33).

**752. Введение понятия развертывающейся поверхности.** В дифференциальной геометрии развертывающаяся поверхность – поверхность, обладающая нулевой гауссовой кривизной. Такая поверхность при помощи изгибания может быть наложена на плоскость. Кроме того, развертывающаяся поверхность может быть получена преобразованиями плоскости. Понятие такой поверхности ввели независимо друг от друга Леонард Эйлер и французский ученый, изобретатель начертательной геометрии, Гаспар Монж (1746-1818).

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) отмечает: «В 1777 г. Монж **независимо от Эйлера** ввел понятие развертывающейся поверхности и написал работу о таких поверхностях (опубликована в 1785 г.), в которой координаты в трехмерном пространстве описываются уже вполне по-современному. В этой работе он решил несколько задач, простых, но важных для систематического изложения аналитической геометрии в пространстве» (Прасолов, 2019, с.57).

Об этом же сообщает Г. Вилейтнер в книге «История математики от Декарта до середины XIX столетия» (1960): «**Независимо от Эйлера** у Монжа также возникло понятие развертывающейся поверхности. <...> Монж доказал, что на развертывающейся полярной поверхности («surface des poles»), образуемой всеми полярными осями пространственной кривой, имеется бесчисленное множество эволют пространственной кривой (и всякой плоской кривой)» (Вилейтнер, 1960, с.294).

**753. Доказательство теоремы о том, что результат дифференцирования по нескольким переменным не зависит от порядка дифференцирования.** Эту теорему доказали независимо друг от друга Леонард Эйлер и французский математик и механик Алексис Клеро (1713-1765).

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) констатирует: «В 1735-1737 годах Клеро был членом лапландской экспедиции Мопертюи, целью которой было изучение формы Земли. Клеро занимался также теоретическим исследованием этой проблемы и посвятил ей книгу «Теория формы Земли, извлеченная из принципов гидростатики» (1743). В 1739 г. **независимо от Эйлера** доказал, что результат

дифференцирования по нескольким переменным не зависит от порядка дифференцирования» (Прасолов, 2019, с.41).

Сама теорема была известна (без доказательства) Николаю Бернулли. В.А. Никифоровский в книге «Великие математики Бернулли» (1984) пишет: «В письме Лейбницу (1709 г.) Николай I обосновал способ нахождения делителей многочлена, введенный Ньютоном в «Арифметике». Еще в 1721 г. он знал теорему о независимости частных производных от порядка дифференцирования, доказанную значительно позднее Эйлером (1734 г.)» (Никифоровский, 1984, с.43).

**754. Открытие квадратичного закона взаимности.** Квадратичный закон взаимности, часто называемый «жемчужиной арифметики» или «золотой теоремой», открыли независимо друг от друга Леонард Эйлер и французский математик Адриен Мари Лежандр (1752-1833). Эйлер обнаружил данный закон в 1772 г., а опубликовал в 1783. Лежандр сообщил об открытии в 1785 г. По мнению специалистов, немецкий математик Карл Гаусс (1777-1855) самостоятельно открыл квадратичный закон взаимности.

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) пишет о данном законе: «Этот закон обнаружили неутомимый вычислитель Эйлер и **независимо от него** Лежандр, но ни Эйлер, ни Лежандр не смогли его доказать» (Прасолов, 2019, с.80).

Об этом же сообщает В.Ф. Панов в книге «Современная математика и ее творцы» (2011): «В 1772 г. Эйлер установил «квадратичный закон взаимности» и в 1783 г. опубликовал его без доказательства. В 1785 г. **независимо от Эйлера** этот закон был опубликован Лежандром, который дал неполное доказательство. Полное доказательство «квадратичного закона взаимности» предложил Гаусс» (Панов, 2011, с.381).

Об исследованиях Карла Гаусса повествует Д.Я. Стройк в книге «Краткий очерк истории математики» (1969): «Дневники Гаусса показывают, что уже на семнадцатом году жизни он начал делать поразительные открытия. Например, в 1795 г. он **независимо от Эйлера** нашел закон квадратичной взаимности теории чисел» (Стройк, 1969, с.189).

Примечательно, что Гаусс открыл этот математический закон чисто индуктивно (обобщая с помощью индукции факты, полученные в ходе кропотливых исследований). В. Бюлер в книге «Гаусс. Биографическое исследование» (1989) пишет об индуктивном мышлении Гаусса: «Внимание Гаусса к деталям не должно нас удивлять. Он неустанно интересовался фактической информацией, будь то важной или нет. Эта его особенность видна и в математических исследованиях: они всегда были **индуктивны**, направлены от конкретных фактов к общим утверждениям; он избегал тех абстракций, без которых можно обойтись» (Бюлер, 1989, с.152). «...Не следует упускать из виду и «естественно-научный», часто экспериментальный характер его работы в математике. Мышление Гаусса было **индуктивным** в исключительной степени; отсюда его голод на факты, его любовь к деталям, будь то в математике, естественных науках или в любой другой сфере интеллектуальной жизни» (там же, с.152).

Но Гаусс использовал индукцию не только при открытии квадратичного закона взаимности, но и при его доказательстве. В. Бюлер в той же книге «Гаусс» (1989) подчеркивает: «Сама теорема была сформулирована Эйлером и подробно обсуждена Лежандром, но не была строго доказана. Доказательство Гаусса начинается с эвристических соображений, в которых он показывает, что закон выполняется для выбираемых им простых случаев. После этого **индуктивного** начала Гаусс доказывает общий случай полной **индукцией** по простым числам» (Бюлер, 1989, с.29).

Этот же вопрос рассматривает Б.Н. Делоне в очерке «Работы Гаусса по теории чисел» (сборник «Карл Фридрих Гаусс», 1956). Автор говорит о доказательстве квадратичного закона взаимности: «...Доказательство Гаусса, которое в силу его трудности мы здесь, понятно, не можем приводить, основано на полной **индукции**. Кронекер справедливо называет это доказательство пробой сил гауссова гения» (Делоне, 1956, с.34).



**755. Открытие формулы суммирования Эйлера-Маклорена.** Речь идет о формуле, позволяющей выражать дискретные суммы значений функции через интегралы от функции. В частности, многие асимптотические разложения сумм получаются именно через эту формулу, которую открыли независимо друг от друга Леонард Эйлер и Колин Маклорен. Эйлер нашел ее в 1732 году, а Колин Маклорен – в 1735. Первый получил эту формулу, когда ему потребовалось вычислить медленно сходящийся ряд, а второй использовал ее для вычисления интегралов.

Г.И. Синкевич в докторской диссертации «Развитие понятия числа и непрерывности в математическом анализе до конца XIX века» (2018) отмечает: «Независимо от Маклорена и **одновременно** с ним Эйлер получил формулу Эйлера - Маклорена» (Синкевич, 2018, с.57).

Об этом же сообщает Джон Дербишир в книге «Простая одержимость. Бернхард Риман и величайшая нерешенная проблема в математике» (2010): «Основной метод, называемый «суммированием Эйлера-Маклорена», был развит около 1740 года Леонардом Эйлером и, **независимо от него**, шотландским математиком Колином Маклореном. Он основан на аппроксимации интегралов длинными и сложными суммами. Несмотря на свою чрезвычайную трудоемкость, этот метод оставался наилучшим из всех предложенных» (Дербишир, 2010, с.319).

Этот же вопрос обсуждает М.М. Коренцова в книге «Колин Маклорен» (1998): «В XVIII в. широкое применение нашли расходящиеся ряды, открытые еще Ньютоном. Несмотря на парадоксы, возникавшие при оперировании с расходящимися рядами, крепло убеждение в их ценности. Ньютон, в частности, использовал асимптотическое представление функции при нахождении частных сумм гармонических рядов. <...> Наконец, Маклорен и Эйлер, **независимо один от другого**, получили общий способ, позволяющий выразить конечную сумму бесконечного ряда  $S_n = \sum f(x)$  через другой ряд» (Коренцова, 1998, с.62).

Приведем еще один источник. В книге «Математика XIX века. Чебышевское направление в теории функций» (1987) констатируется: «Очень интересной и поучительной оказалась история формулы суммирования Эйлера – Маклорена. Открытая в XVIII веке **независимо** Эйлером и Маклореном, эта формула долгое время использовалась без обоснования, что приводило к ошибкам и парадоксам, поскольку ряд Эйлера – Маклорена, как правило, расходится. <...> Первый практически строгий вывод формулы суммирования с остаточным членом дали Пуассон и Якоби. Эти результаты позволили строго доказать асимптотичность, а для достаточно правильно меняющихся функций и обертываемость ряда Эйлера – Маклорена. Все эти исследования, дополненные анализом других расходящихся рядов, возникавших у многих математиков, начиная с Эйлера и Лапласа, привели в конце XIX в. к созданию теории асимптотических рядов в работах Пуанкаре и Стильеса» («Математика XIX века», 1987, с.284).

**756. Разработка элементарной теории цепных дробей.** Элементарную теорию цепных дробей разработал голландский математик и физик Христиан Гюйгенс. Независимо от него аналогичную теорию построил Леонард Эйлер. Н.В. Александрова в книге «Математические термины» (1978) пишет: «Элементарная теория цепных дробей была завершена Гюйгенсом и **независимо от него** Эйлером (с 1737 г.), у Валлиса появляется термин «непрерывная дробь» (*fractio continua*), который показался удачным Эйлеру и систематически им употреблялся» (Александрова, 1978, с.36).

**757. Вывод уравнения колебания струны.** Уравнение колебаний струны, часто называемое «волновым уравнением», получили независимо друг от друга Леонард Эйлер и французский математик и механик Жан Лерон Даламбер (1717-1783).

В.А. Никифоровский в книге «Великие математики Бернулли» (1984) пишет: «Около 1747 г. Д'Аламбер вывел уравнение колебания струны, записываемое в современной форме

так:  $d^2y/dt^2 = a^2d^2y/dx^2$  и называемое волновым уравнением. Здесь  $x$  и  $y$  – координаты точки струны,  $t$  – время,  $a$  – постоянная, определяемая плотностью и натяжением струны» (Никифоровский, 1984, с.149-150). Далее автор указывает: «Через год после Д'Аламбера уравнение колебаний струны вывел и решил Эйлер. Он получил решение уравнения  $d^2y/dx^2 = a^2d^2y/dt^2$  в виде  $y = \varphi(x + at) + \varphi(x - at)$ » (там же, с.150).

**758. Открытие формулы для выпуклого многогранника.** Данная формула связывает число вершин выпуклого многогранника с числом его ребер и граней. По мнению специалистов, эту формулу, положившую начало разделу математики под названием «топология», открыли независимо друг от друга Рене Декарт и Леонард Эйлер (не знавший о результатах Декарта).

С.Г. Смирнов в книге «Прогулки по замкнутым поверхностям» (2003) пишет: «...Рене Декарт (1596-1650) заметил неожиданное общее свойство всех правильных многогранников: для любого из них  $V - P + G = 2$ , где  $V$  – число вершин многогранника,  $P$  – число его ребер,  $G$  – число его граней. Сделав это наблюдение, Декарт обрадовался: как будет хорошо, если это свойство выделяет правильные многогранники среди всех прочих! Но вскоре пришло отрезвление: формула  $V - P + G = 2$  верна для всех выпуклых многогранников, и для многих невыпуклых – тоже. Разочарованный таким «ненужным» открытием, Декарт оставил эту тему потомкам – следующему поколению математических динозавров» (Смирнов, 2003, с.4). Далее автор указывает: «...Эйлер **переоткрыл** формулу Декарта для выпуклых многогранников ( $V - P + G = 2$ ) – и доказал ее очень простым способом, выявляющим главную суть дела» (там же, с.5).

Имеются, однако, специалисты, сомневающиеся в том, что Р. Декарт причастен к открытию указанной формулы для многогранников. Так, Д.С. Ричесон в книге «Жемчужина Эйлера. Формула Эйлера для многогранников и рождение топологии» (2021) аргументирует: «В своем исследовании многогранников математик и философ Рене Декарт находился всего в нескольких логических шагах от ее открытия, но тоже прошел мимо. <...> А великий швейцарский математик Леонард Эйлер (1707-1783) мимо не прошел. 14 ноября 1750 г. в письме к своему другу Христиану Гольдбаху (1690-1764), занимавшемуся теорией чисел, Эйлер писал: «Меня поражает, что такое общее свойство стереометрии (геометрии пространственных тел) до сих пор, насколько мне известно, никем не было замечено». В этом письме Эйлер описал свое наблюдение, а годом позже представил доказательство» (Ричесон, 2021, с.13).

**759. Открытие формул для определения коэффициентов, позволяющих разложить функцию в тригонометрический ряд.** Существует ряд функций, которые можно представить в виде бесконечного тригонометрического ряда. Чтобы установить возможность разложения некоторой функции в тригонометрический ряд, нужно иметь набор коэффициентов. Формулы для нахождения этих коэффициентов открыли независимо друг от друга Алексис Клеро и Леонард Эйлер. Также их (по мнению историков науки, самостоятельно) открыл французский математик Жан-Батист Жозеф Фурье (1768-1830), поэтому указанные формулы часто называются «формулами Эйлера-Фурье».

Н.И. Симонов в статье «Развитие теории дифференциальных уравнений Леонардом Эйлером» (журнал «Успехи математических наук», 1958, том 13, № 5) указывает: «Эйлеровские исследования по теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики нашли отражение и в развитии идей классического математического анализа. В частности, в работах Эйлера по математической физике получила значительное развитие идея функциональной зависимости. В этих же работах и в исследованиях Эйлера по небесной механике был сделан первый значительный шаг в изучении проблемы разложения функций в тригонометрические ряды, возникшей впервые в работе Д. Бернулли 1753 г. Эйлер **независимо** от более раннего результата Клеро не только дал интегральные формулы «коэффициентов Фурье», но и предложил метод

приближенного определения этих коэффициентов, основанный на идее тригонометрического интерполирования» (Симонов, 1958, с.227).

**760. Изобретение «кругов Эйлера» - графической интерпретации силлогистики Аристотеля.** Леонард Эйлер изобрел «круги Эйлера», то есть изложил графическую интерпретацию силлогистики Аристотеля в своих знаменитых «Письмах к немецкой принцессе» (1768). С помощью этих кругов он хотел показать, что никаких трудностей в силлогистике Аристотеля на самом деле нет и что основные ее принципы не сложнее, чем утверждение, что если деньги у меня в кошельке, а кошелек в кармане, то деньги – в кармане. Однако следует отметить, что задолго до Эйлера геометрические иллюстрации для толкования силлогизмов Аристотеля использовал испанский философ Людвиг Вивес (1492-1540). Аналогичные иллюстрации встречались в работах Юлия Пация (XVI век) – римского переводчика «Органона» Аристотеля. Они также встречались в произведениях немецкого математика Иоганна Кристофа Штурма (1635-1703). Следовательно, Эйлер независимо переплюнул круги, названные его именем.

А.С. Кузичев в книге «Диаграммы Венна. История и применения» (1968) отмечает: «...В действительности Эйлер не был первым, кто пользовался геометрическими иллюстрациями для выражения соотношений между субъектом и предикатом суждения, - уже у Людвиг Вивеса ([109], 1555) употреблялись для этой цели уголки или треугольники» (Кузичев, 1968, с.17).

Далее автор указывает (ссылаясь на исторические изыскания Г. Шольца): «Г. Шольц, со своей стороны, отмечает, что еще в 1584 г. Юлий Паций (Pacius) в своем комментированном издании аристотелева «Органона» пользовался фигурами (правда, это были не круги) для символизации отношений понятий с такой уверенностью, которая заставляет предполагать наличие у него предшественников. Круги Шольцу встретились впервые у немецкого математика Иоганна Кристофа Штурма (1635-1703) в книге «Universalia Euclidia» (1661)» (там же, с.21).

Примечательно, что английский математик Джон Венн (1834-1923) изобрел «диаграммы Венна» - графический способ описания силлогизмов, нашедший широкое применение в логике и информатике, ничего не зная о «кругах Эйлера». А.С. Кузичев в той же книге «Диаграммы Венна» пишет: «...Венн справедливо замечает, что идея такого способа сама по себе могла прийти в голову не только Л. Эйлеру; что и де Морган, да и сам Венн, пришли к этому способу еще до того, как обнаружили его в «Письмах к немецкой принцессе» Эйлера» (там же, с.21).

**761. Формулировка гипотезы Гольдбаха.** Знаменитая гипотеза Гольдбаха – это утверждение о том, что любое четное натуральное число, большее 2, является суммой двух простых чисел. Несмотря на простоту формулировки, она до сих пор не доказана, то есть является открытой математической проблемой. В совокупности с гипотезой Римана о нулях дзета-функции она включена в список проблем Гильберта под номером 8. Хотя гипотеза носит имя немецкого математика Христиана Гольдбаха (1690-1764), который впервые изложил ее в 1742 г., независимо от него к этой же гипотезе приходили Рене Декарт и английский математик Эдуард Варинг (1736-1798).

А.П. Юшкевич и Ю.Х. Копелевич в книге «Христиан Гольдбах» (1983) пишут: «Мы бы сформулировали гипотезу Гольдбаха так: каждое целое число, большее чем 2, есть сумма трех чисел, которые либо простые, либо 1. Первенству Гольдбаха в выдвижении носящей его имя гипотезы не противоречит то, что **аналогичное наблюдение** занес в свои бумаги Декарт: эти бумаги увидели свет только в 1910 г. [27]. Ни в XVIII, ни в XIX в. даже приблизиться к решению вопроса о справедливости гипотезы или проблемы Гольдбаха с помощью ее теоретического исследования было невысказано. Сперва были сделаны только попытки эмпирически проверить ее для большего или меньшего числа последовательных чисел, а заодно определить возможное число представлений. Первую такую проверку для

четных чисел в некоторых границах провел А. Дебов [28] в 1855 г. Затем Г. Кантор [29] в 1894 г. проверил справедливость гипотезы для четных чисел до 1000 и заодно подсчитал число их представлений в виде суммы двух простых. Были сделаны также различные попытки с помощью эвристических соображений асимптотически оценить число таких представлений для четных чисел. Но еще в 1912 г. столь компетентный специалист в теории чисел, как Э. Ландау [30], полагал, что решение проблемы Гольдбаха превосходит возможности тогдашней математики» (Юшкевич, Копелевич, 1983, с.171-172).

Здесь [27] – примечание авторов, где сообщается: «**Независимо от Гольдбаха** ту же гипотезу выдвинул в 1770 г. Эдвард Варинг (Уэринг, 1734-1798), профессор в Кембридже, член Королевского общества...» (там же, с.172).

**762. Открытие локальной предельной теоремы Муавра – Лапласа (теоремы теории вероятностей).** Локальная предельная теорема Муавра – Лапласа, являющаяся одним из важных результатов математической теории вероятностей, сформулирована двумя французскими учеными, работавшими независимо друг от друга. Это сделали Абрахам де Муавр (1667-1754) и Пьер-Симон Лаплас (1749-1827).

Перед нами книга Я. Бернулли «О законе больших чисел» (1986). В этой книге, в разделе примечаний, содержится статья О.Б. Шейнина «Якоб Бернулли и начало теории вероятностей», в которой автор сообщает: «В 1770-1771 годах Даниил Бернулли опубликовал мемуар, в котором, очевидно, не зная о результатах Муавра, **независимо вывел** локальную предельную теорему Муавра – Лапласа и составил первую небольшую таблицу нормального распределения. Интегральную теорему он не доказывал, поскольку ограничился суммированием отдельных значений экспоненциальной функции при помощи своей таблицы. <...> Лаплас [4, с.187] доказал «теорему Муавра - Лапласа» заново, уже пользуясь формулой суммирования Эйлера – Маклорена, и именно его вывод стал широко известен» (Шейнин, 1986, с.110).

**763. Получение результатов, предвосхитивших теорию групп Галуа.** Результаты, предвосхитившие теорию групп Галуа и, можно сказать, логически (индуктивно) наводившие на нее, получили независимо друг от друга французские математики Жозеф Луи Лагранж (1736-1813) и Александр Теофил Вандермонд (1735-1796).

Н. Бурбаки в книге «Очерки по истории математики» (1963) пишут о Лагранже: «Таким образом, он в действительности положил начало (в терминологии, еще тесно связанной с теорией уравнений) теории групп и полей, многие фундаментальные результаты которых он сам получил, и притом с помощью тех же принципов, которые употребляются и теперь» (Бурбаки, 1963, с.94).

Далее автор пишет о мемуаре Александра Вандермонда, опубликованном в 1771 году (через год после написания работы Лагранжа): «Что касается мемуара Вандермонда, который был написан **совершенно независимо**, то он совпадает во многих пунктах с мемуаром Лагранжа; а именно это относится к идее нахождения рациональной функции корней, которая принимает при перестановках корней возможно меньшее число различных значений. Вандермонд вводит также для этого «резольвенту Лагранжа». Его работа далеко не имеет той ясности и общности, как исследование Лагранжа, однако в одном пункте он идет дальше, применяя те же идеи к уравнению деления круга  $x^n - 1 = 0$ , где  $n$  – нечетное простое число» (там же, с.95).

**764. Геометрическая интерпретация комплексных чисел.** Геометрическая интерпретация комплексных (мнимых) чисел – заслуга нескольких математиков, каждый из которых пришел к этой интерпретации вполне самостоятельно. Среди них швейцарец Жан Робер Арган (1768-1822), англичанин Джон Уоррен (1796-1852), датчанин Каспар Вессель (1745-1818), «король математиков» Карл Гаусс и другие алгебраисты.

Л.С. Полак в книге «Уильям Гамильтон» (1993) указывает: «В 1806 г. швейцарский математик, живший в Париже, Жан Арган (1768-1822) опубликовал «Очерк о способе представления мнимых количеств геометрическими построениями». Здесь были даны «современное» геометрическое представление сложения и умножения комплексных чисел и некоторые применения к алгебре, геометрии и тригонометрии» (Полак, 1993, с.183). «Наконец, в 1828 г. в Англии и Франции, - продолжает автор, - были опубликованы, по-видимому, **независимо друг от друга** и от «Очерка» Аргана «Трактат о геометрическом представлении квадратных корней из отрицательных величин» Джона Уоррена (1796-1852) и «Истинная теория отрицательных и так называемых мнимых величин» Муррея. Этот последний математик писал о своих попытках распространить теорию на случай трехмерного пространства – это, кажется, всё, что сегодня о нем известно» (там же, с.183). «Все эти исследования были сравнительно малоизвестны; многие математики узнали о геометрической интерпретации комплексных чисел из статьи К. Гаусса (1777-1855) «Теория биквадратичных вычетов» от 1831 г.» (там же, с.183).

Об этом же сообщают А. Даан-Дальмедико и Ж. Пейффер в книге «Пути и лабиринты. Очерки по истории математики» (1986): «В 1828 г. Уоррен в Англии и Муре во Франции – **независимо друг от друга** и, по-видимому, вне связи с работой Аргана – снова изобрели принцип представления (геометрического представления комплексных чисел – Н.Н.Б.) и снова не удостоились внимания крупных математиков. Только после того, как его принял Гаусс в 1831 г. и, с большим опозданием, Коши в 1847 г., он стал действительно общепризнанным» (Даан-Дальмедико, Пейффер, 1986, с.357).

Н. Бурбаки в книге «Очерки по истории математики» (1963) говорит о К. Весселе и Ж. Аргане, которые сделали то же самое открытие, что и Карл Гаусс (1831): «Тем временем идея геометрического представления мнимых чисел была вновь **найдена независимо** двумя скромными исследователями, математиками-любителями, более или менее самоучками, для которых эта идея явилась единственным их вкладом в науку, причем оба не имели никаких контактов с научными кругами своего времени. Поэтому их работам угрожала опасность остаться совершенно незамеченными. Это и произошло с первым из них, датчанином К. Весселем, очень ясно задуманное и изложенное сочинение которого появилось в 1798 г., но было извлечено из забвения лишь веком позже. Такое же злоключение чуть не произошло и со вторым – швейцарцем Ж.Арганом, работа которого лишь благодаря случаю была обнаружена в 1813 г., через 7 лет после ее опубликования» (Бурбаки, 1963, с.163).

Прочитываем еще одну работу. Роджер Пенроуз в книге «Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной» (2007) констатирует: «Каспар Вессель в 1797 году, Жан Робер Арган в 1806 году, Джон Уоррен в 1828 году и Карл Фридрих Гаусс во всяком случае раньше 1831 года **независимо пришли** к идее комплексной плоскости, с помощью которой они дали ясную геометрическую интерпретацию действий сложения и умножения комплексных чисел» (Пенроуз, 2007, с.189).

**765. Открытие формул Серре - Френе.** Указанные формулы, относящиеся к дифференциальной геометрии, открыты независимо французским математиком Жаном Фредериком Френе (1816-1900) и его соотечественником Жозефом Альфредом Серре (1819-1885). По мнению специалистов, эти формулы являются фундаментальными, поскольку лежат в основе анализа пространственных кривых.

В книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981), написанной под редакцией А.Н. Колмогорова и А.П. Юшкевича, сообщается: «Френе в своей диссертации (1847), основная часть которой была опубликована в виде статьи «О кривых двойкой кривизны» (1852), и **независимо от него** Ж. Серре в работе «О некоторых формулах, относящихся к теории кривых двойкой кривизны» (1851) получили известные «формулы Серре - Френе» (называемые также «формулами Френе»). Формулы Серре – Френе, являющиеся аналогами формул Гаусса для поверхностей, связывают направляющие

косинусы касательной, главной нормали и бинормали кривой и их производные по длине дуги кривой» («Математика XIX века», 1981, с.26).

**766. Создание проективной геометрии.** Создателем проективной геометрии традиционно считается французский математик Жан-Виктор Понселе (1788-1867), который в 1822 г. изложил свои новые идеи в «Трактате о проективных свойствах фигур». К этим идеям он пришел, находясь в Саратове, попав в плен во время вторжения армии Наполеона в Россию. Однако независимо от Понселе ряд важных открытий, относящихся к области проективной геометрии, сделали другие ученые. Прежде всего, это французские математики Жозеф Жергонн (1771-1859) и Шарль Жюльен Брианшон (1783-1864). Хотя Жергонн кое-что заимствовал у Понселе, тем не менее, он разделяет с ним приоритет разработки проективных принципов.

Д.Я. Стройк в книге «Краткий очерк истории математики» (1969) пишет: «Проективная геометрия как отдельная дисциплина начинается книгой Понселе 1822 г. Возникали **споры о приоритете**, как это часто случается с фундаментальными открытиями, ибо Понселе имел соперника в лице Жозефа Жергонна, профессора в Монпелье. Жергонн опубликовал несколько важных работ по проективной геометрии, в которых он **одновременно** с Понселе выяснил значение двойственности в геометрии. Эти работы появились в *Annales de mathematiques*, первом чисто математическом периодическом издании. Жергонн был его редактором; этот журнал выходил с 1810 по 1832 г.» (Стройк, 1969, с.223).

Об этом же сообщает Н.В. Александрова в книге «Математические термины» (1978). Автор пишет о принципе двойственности: «Первое употребление этого принципа относится к 1806 г. (Брианшон). Официально его открыл Понселе, живя в Саратове, в плену; свое открытие он опубликовал только в 1822 г. Жергонн, будучи редактором «*Annales de mathematiques*», имел обыкновение так редактировать присылаемые статьи, что авторы с трудом их узнавали. Так же он подошел к статье Понселе «О проективных свойствах фигур». При этом он разработал в общей форме идеи Понселе, приложенные к специальным случаям. В трех статьях (1824-1827) Жергонн попытался обосновать принцип. Это было началом **борьбы за приоритет** между Жергонном и Понселе, которая продолжалась долгие годы. <...> Смысл принципа, туманный вначале, был достаточно разъяснен после прений, возникших по этому предмету между Жергонном, Понселе и Плюккером. Жергонн первым подметил, что принцип двойственности вытекает из взаимности аксиом инцидентности» (Александрова, 1978, с.106).

Этот же вопрос рассматривает Н.Ф. Четверухин в книге «Проективная геометрия» (1969): «...Понселе разработал учение о полярном соответствии точек и прямых и применил его к исследованию свойств фигур. Честь этого открытия вместе с Понселе **разделяет Жергонн**, которому принадлежит и самый термин «поляра». Жергонн применил в своих исследованиях принцип двойственности, являющийся одним из плодотворнейших методов новой геометрии. Именно благодаря этому методу Брианшон (1806) получил свою теорему об описанном шестистороннике, двойственную теорему Паскаля» (Четверухин, 1969, с.352-353).

О приоритетном споре, возникшем между Понселе и Жергонном, сообщает также А.Н. Боголюбов в книге «Жан Виктор Понселе» (1988): «После выхода в свет трактата у Понселе **возник спор** с Жергонном, оспорившим авторство некоторых его идей. Заметим, что Понселе был весьма корректен в использовании идей других ученых и в своем трактате постоянно указывал на авторов излагаемых теорем. В итоге спора Понселе перестал сотрудничать с журналом Жергонна «*Annales de mathematiques*» и впредь свои математические работы публиковал в журнале Крелле» (Боголюбов, 1988, с.74).

Вместе с тем, Понселе не скрывал тот факт, что другие ученые независимо получили важные результаты в области проективной геометрии. А.Н. Боголюбов в той же книге «Жан Виктор Понселе» отмечает: «По словам Понселе, некоторые идеи проективной геометрии

были высказаны французскими геометрами, работавшими (в полном смысле этого слова) рядом с ним: Жергонном, Брианшоном, Дюпенем, Шалем. Почти **одновременно с ними** проективные свойства фигур начинает изучать группа немецких ученых, среди которых был Август Фердинанд Мебиус (1790-1868), ученик Гаусса. Он одним из первых попытался приложить механику к геометрии и преобразовать аналитическую геометрию, используя предложенные им барицентрические координаты» (Боголюбов, 1988, с.178).

**767. Обоснование проективной геометрии.** Существенный вклад в обоснование проективной геометрии внесли швейцарский математик Якоб Штейнер (1796-1863) и французский ученый Мишель Шаль (1793-1880), которые работали независимо друг от друга.

Н.Ф. Четверухин в книге «Проективная геометрия» (1969) пишет: «Почти одновременно со Штейнером и **независимо от него** обоснование и развитие проективной геометрии на основе двойного отношения было дано уже упоминавшимся ранее М. Шалем, работа которого под названием «Трактат о высшей геометрии» появилась в 1852 г.» (Четверухин, 1969, с.354-355).

Об этом же сообщают О.А. Матвеев и И.В. Птицына в статье «Исторический очерк о возникновении и становлении проективной геометрии» (сборник «Актуальные проблемы математики, физики и математического образования», 2018): «В основном труде Якоба Штейнера (1796-1863) «Систематическое развитие зависимости геометрических образов друг от друга» (1832), где руководящей является идея проективного соответствия между формами первой степени, систематически используется принцип двойственности. Многие результаты Якоба Штейнера **одновременно** были получены также и Мишелем Шалем. Шалю принадлежит также большое число исследований по теории линий и поверхностей второго порядка. В частности, им впервые было введено понятие проективного соответствия точек на кривой второго порядка» (Матвеев, Птицына, 2018, с.68-69).

**768. Проективная интерпретация метрических понятий.** Проективную интерпретацию метрических понятий разработали независимо друг от друга французский математик Эдмон Лагерр (1834-1886) и английский алгебраист, изобретатель матричного исчисления, Артур Кэли (1821-1995).

А. Даан-Дальмедико и Ж. Пейффер в книге «Пути и лабиринты. Очерки по истории математики» (1986) сообщают: «В 1853 г. французский математик Эдмон Лагерр (1834-1886) попытался обосновать измерение углов чисто проективным образом. Он вывел формулу угла  $\Phi$  между двумя прямыми в точке их пересечения через двойное отношение, связывающее эти прямые и две изотропные прямые, проходящие через их точку пересечения» (Даан-Дальмедико, Пейффер, 1986, с.221). Далее авторы указывают: «Английский алгебраист А. Кэли **независимо разработал** проективную меру длин и углов, обобщающую метрику Лагерра» (там же, с.222).

**769. Доказательство неразрешимости в радикалах уравнений 5-й степени.** Общепринята точка зрения о том, что автором доказательства теоремы о неразрешимости в радикалах уравнений 5-й степени является норвежский математик Нильс Хенрик Абель (1802-1829). Это верно, но следует учитывать, что Абель – не единственный автор данного математического результата. Независимо от него аналогичное доказательство нашел итальянский математик Паоло Руффини (1765-1822).

Николай Чеботарев в 1-ой части книги «Основы теории Галуа» (1934) пишет: «Руффини (1799) предложил доказательство неразрешимости в радикалах уравнений 5-й степени, коэффициенты которого являются независимыми переменными. В своем доказательстве он опирался на уже упоминавшееся нами явление, что рациональная функция от корней уравнения 5-й степени, принимающая при всевозможных перестановках корней более двух различных значений, принимает их, по крайней мере, 5. Этот факт,

обобщенный на  $n \geq 5$  и известный под названием теоремы Бертрана (J. Bertrand), приведен у нас в переводе на язык теории групп в качестве теоремы 29. Доказательство Руффини вызвало длинную полемику, так как оно пользовалось мало очевидным фактом, что в радикальных выражениях корней уравнения каждый радикал может быть выражен как рациональная функция от всех корней уравнения» (Чеботарев, 1934, с.8).

Автор продолжает: «Абель (1826) нашел **независимо от Руффини** доказательство невозможности общего радикального выражения для корней уравнений выше 4-й степени с переменными коэффициентами. Его доказательство, по существу, **не отличается** от доказательства Руффини, но оно дополнено доказательством того, что всякое радикальное выражение корня уравнения всегда можно преобразовать в такое, что каждый входящий в него радикал уже будет выражаться как рациональная функция от корней уравнения. Таким образом, доказательство Абеля убедительно для уравнений, коэффициенты которых являются независимыми переменными, и одновременно делает очевидным несуществование общего радикального выражения для всех уравнений данной степени; но оно не дает никакой возможности судить о разрешимости отдельных численных уравнений» (там же, с.9).

Об этом же сообщает Е.М. Полищук в книге «Софус Ли» (1983): «При  $n \leq 4$  корни можно выразить через коэффициенты уравнения в виде явных формул, содержащих арифметические действия и радикалы  $\sqrt[m]{\phantom{x}}$ . Из школьного курса мы знаем, что существуют уравнения сколь угодно высокой степени, для которых это также имеет место, например, двучленные:  $x^m = a$ . Но, как показали **почти одновременно** Абель и Руффини, при  $n \geq 5$  уравнения (25) в радикалах, вообще говоря, не решаются» (Полищук, 1983, с.168).

**770. Открытие метода наименьших квадратов.** Метод наименьших квадратов (МНК) – это математический метод, применяемый для решения различных задач, основанный на минимизации суммы квадратов отклонений некоторых функций от экспериментальных входных данных. МНК является одним из базовых методов регрессионного анализа для оценки неизвестных параметров регрессионных моделей по выборочным данным. Указанный метод открыли независимо друг от друга Адриен Мари Лежандр и Карл Гаусс.

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) пишет: «**Независимо от Гаусса** Лежандр разработал метод наименьших квадратов, и именно ему принадлежит первая публикация этого метода (1806), но Гаусс, опубликовавший его в 1809 г., применял этот метод раньше Лежандра» (Прасолов, 2019, с.66). К. Гаусс использовал метод наименьших квадратов при вычислении орбиты планеты Церера, которая была случайно открыта в 1801 г. итальянским астрономом Джузеппе Пиацци. В.В. Прасолов пишет об этом: «При вычислениях Гаусс использовал разработанный им метод наименьших квадратов; он описывает его как «тот принцип, что сумма квадратов разностей между наблюдаемыми и вычисленными величинами должна быть минимальна» (там же, с.78).

Об этом же сообщает М.Ф. Субботин в очерке «Астрономические и геодезические работы Гаусса» (сборник «Карл Фридрих Гаусс», 1956): «В 1805-1807 гг. Гаусс создал новый метод вычисления орбит, основанный не на интерполяционных, а на итерационных процессах. Этот метод делал нахождение орбиты уже не столько исследовательской работой, сколько чисто вычислительной, и был поэтому гораздо более доступен широким кругам астрономов. Первая задача была, таким образом, решена. <...> Вторая задача, также ставшая весьма актуальной благодаря открытию малых планет, заключалась в создании эффективных методов для улучшения предварительной орбиты, найденной по первым наблюдениям. Эта задача не была столь новой, как первая; ее решение для планетных орбит основывалось на тех же принципах, что и для кометных орбит. Гаусс существенно улучшил употреблявшиеся ранее методы вычислений. Но особенно большое значение имело создание им метода наименьших квадратов, позволившего решить вопрос о нахождении наилучшей орбиты, соответствующей данной совокупности наблюдений. Наблюдения не абсолютно точны. Поэтому, когда их много, то нет такой орбиты, которая могла бы



удовлетворить совершенно точно всем наблюдениям. Какую же орбиту считать наилучшей? С такой задачей встречались и раньше при нахождении кометных орбит, но решали ее как бы ощупью. Гаусс, создав метод наименьших квадратов, сделал само понятие наилучшей орбиты вполне определенным. **Независимо от Гаусса** к основным идеям метода наименьших квадратов пришел Лежандр (А.М. Legendre, 1752-1834), опубликовавший их несколько раньше» (Субботин, 1956, с.252-253).

Этот же вопрос обсуждает Д.Я. Стройк в книге «Краткий очерк истории математики» (1969): «После 1820 г. Гаусс начал живо интересоваться геодезией. Здесь он вел и теоретические исследования, и обширную работу по триангуляции. Одним из результатов было его изложение метода наименьших квадратов (1821, 1823 гг.), который был уже предметом исследований Лежандра (1806 г.) и Лапласа» (Стройк, 1969, с.190-191). Автор добавляет: «...Идеи Гаусса как бы **носились в воздухе**, потому что Лежандр, идя своими путями, работал над многими вопросами, которыми занимался Гаусс» (там же, с.193).

Приведем еще один источник. Н.В. Александрова в книге «Математические термины» (1978) констатирует: «Впервые метод был опубликован под таким же названием Лежандром в 1805 г. После ознакомления с ним Гаусс заявил, что он пользовался этим принципом с 1795 г. Последовало раздраженное письмо Лежандра и ссылки Гаусса на частные письма к различным ученым, в которых он сообщал о применении этого метода. Спор о приоритете не разгорелся, так как было признано, что оба ученых открыли метод **независимо**. Теперь метод излагается в основном по Гауссу (публикации которого относятся к 1821-1823 гг.)» (Александрова, 1978, с.77).

**771. Открытие закона распределения случайных ошибок – «нормального распределения Гаусса».** Закон распределения случайных ошибок, тесно связанный с методом наименьших квадратов, открыли и описали независимо друг от друга Карл Гаусс и американский ученый Роберт Эд्रेйн (1775-1843).

Л.Е. Майстров в книге «Теория вероятностей. Исторический очерк» (1967) пишет: «Два математика, **независимо друг от друга**, почти одновременно получили один и тот же основной результат, состоящий в выводе нормального закона распределения случайных ошибок. Один из этих математиков – великий немецкий ученый К.Ф. Гаусс (1777-1855 гг.), другой – малоизвестный математик из Америки Р. Эдрейн (1775-1843 гг.). К своему результату они пришли разными путями. Эдрейн решал частную задачу и в виде ее обобщения получил распределение случайных ошибок. Гаусс разрабатывал теорию ошибок измерений, и нормальное распределение случайных ошибок было необходимой и одной из важнейших частей этой теории. Вывод закона распределения случайных ошибок измерений у Гаусса был не только итогом, но и основой дальнейшей разработки теории ошибок. И хотя Эдрейн опубликовал свою работу несколько ранее Гаусса, их роль в выводе этого закона различна» (Майстров, 1967, с.176).

Об этом же сообщают Б.Т. Мазуров и В.А. Падве в статье «Метод наименьших квадратов (статика, динамика, модели с уточняемой структурой)» («Вестник СГУГиТ», 2017, том 22, № 2): «Метод наименьших квадратов (МНК) был изобретен в первом десятилетии XIX в. практически **одновременно** тремя учеными, два из которых – это широко известные математики А.М. Лежандр (1752-1833) [1] и К.Ф. Гаусс (1777-1855) [2]. В том же десятилетии на другом берегу Атлантики третий автор изобретения Р.А. Эдрейн (1775-1843) опубликовал свой вывод нормального закона распределения вероятностей ошибок измерений и применил его «к установлению принципа наименьших квадратов» [3]» (Мазуров, Падве, 2017, с.22).

**772. Введение понятия арифметико-геометрического среднего.** Понятие арифметико-геометрического среднего оказалось полезным в вычислительной математике. На его основе разработаны алгоритмы для быстрого вычисления простейших трансцендентных

функций. Указанное понятие ввели в математику независимо друг от друга Жозеф Луи Лагранж и Карл Гаусс.

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) пишет: «Первым арифметико-геометрическое среднее ввел Лагранж (его публикация относится к 1784-1785 гг.); оно ему понадобилось для приближенного вычисления некоторого эллиптического интеграла. Гаусс ввел арифметико-геометрическое среднее **независимо от Лагранжа**, во время учебы в Геттингене» (Прасолов, 2019, с.87).

Об этом же сообщает В. Бюлер в книге «Гаусс. Биографическое исследование» (1989): «Видимо, Гаусс очень рано начал интересоваться арифметико-геометрическим средним, но наше знание о его развитии основано лишь на косвенных данных и случайных разрозненных рукописных замечаниях. Скорее всего, первоначально Гаусса привлекла численная сторона дела. Лишь позже Гаусс заинтересовался результатами, получаемыми после простых преобразований» (Бюлер, 1989, с.93). «Выражение «арифметико-геометрическое среднее» принадлежит самому Гауссу и впервые встречается в заметке, которую Шлезингер считал написанной, скорее всего, до 1797 года и заведомо не позже 1798 года» (там же, с.93). Обозначая словосочетание «арифметико-геометрическое среднее» символом  $agM$ , автор подчеркивает: «Лагранж и Гаусс ввели функцию  $agM$  **независимо друг от друга**» (там же, с.93).

**773. Открытие математических формул, дающих потенциал.** Математические формулы, дающие потенциал, были открыты разными математиками, работавшими независимо друг от друга. Среди них Карл Гаусс, французские ученые Олинд Родриг (1795-1851) и Симеон Дени Пуассон (1781-1840), а также другие математики.

С. Чандрасекхар в книге «Эллипсоидальные фигуры равновесия» (1973) пишет о формулах, дающих потенциал: «Эти формулы для составляющих силы притяжения впервые были получены Гауссом (1813) и **независимо от него** Родригом (1815). Однако в менее симметричной форме, как их обычно представляют с целью применения к стандартным эллиптическим интегралам первого и второго рода, они были известны значительно раньше: как утверждал Лежандр, они имелись уже в рукописях Маклорена, а для эллипсоидов с тремя неравными осями впервые встречаются у Лапласа...» (Чандрасекхар, 1973, с.14-15).

В другом месте своей книги автор повторяет ранее высказанную мысль, добавляя детали: «Определение потенциала сил притяжения однородного эллипсоида составляло главную задачу математики в течение почти столетия после Ньютона. Она привлекала пристальное внимание ряда наиболее выдающихся математиков своего времени: Маклорена, Даламбера, Лежандра, Лапласа, Гаусса, Якоби, Пуассона и Дирихле. Одна из важнейших теорем, относящихся к этому вопросу, охарактеризована Кельвином как «замечательная теорема Маклорена». И в то время, как формулы, дающие потенциал, принадлежат, как мы знаем, Гауссу (1813) и Родригу (1815), выводы этих формул **независимо были даны** Пуассоном, Кэли и Дирихле» (там же, с.50).

**774. Доказательство великой теоремы Ферма для  $n = 5$ .** Как известно, великая теорема Ферма – одна из самых популярных теорем в математике. Впервые она сформулирована французским математиком Пьером Ферма в 1637 г. Теорема утверждает, что для любого натурального числа  $n > 2$  уравнение  $a^n + b^n = c^n$  не имеет решений в целых числах  $a, b, c$ . Доказательство теоремы искали многие математики на протяжении столетий. Одно из доказательств (а именно для случая, когда  $n = 5$ ) нашли независимо друг от друга два математика – француз Адриен Мари Лежандр и немец Густав Лежен Дирихле (1805-1859).

В.Ф. Панов в книге «Современная математика и ее творцы» (2011) пишет: «Француженка Софи Жермен смогла доказать, что если уравнение  $x^n + y^n = z^n$  имеет решения для таких  $n$ , что  $2n + 1$  также простое число, то либо  $x$ , либо  $y$ , либо  $z$  делится на

n. В 1825 г., используя этот результат, Лежандр и Дирихле **независимо друг от друга** доказали теорему Ферма для  $n = 5$ » (Панов, 2011, с.512).

Об этом же сообщает Тони Крилли в книге «Математика. 50 идей, о которых нужно знать» (2014): «Около 1665 – Пьер Ферма умирает, не оставив записи «чудесного доказательства». 1753 – Леонард Эйлер доказывает теорему для  $n = 3$ . 1825 – Адриен-Мари Лежандр и Иоганн Петер Густав Лежен Дирихле **независимо друг от друга** доказывают теорему для  $n = 5$ » (Крилли, 2014, с.196).

Можно смело утверждать, что успех Лежандра и Дирихле был обусловлен применением одного и того же метода рассуждений (способа доказательства), разработанного французской женщиной-математиком Софи Жермен (1776-1831). Другими словами, одновременное открытие Лежандра и Дирихле стало возможно, когда в математике появился новый метод решения определенных задач. Саймон Сингх в книге «Великая теорема Ферма» (2000) повествует: «В 1825 году метод Софи Жермен был успешно применен Густавом Леженом Дирихле и Адриеном Мари Лежандром. Этих ученых разделяло целое поколение. Лежандр был семидесятилетним старцем, пережившим политические бури Великой французской революции. За отказ поддержать правительственного кандидата в Национальный институт он был лишен пенсии, и к тому времени, когда он внес свою лепту в доказательство великой теоремы Ферма, Лежандр испытывал сильнейшую нужду. <...> И Лежандру, и Дирихле **независимо друг от друга** удалось доказать великую теорему Ферма при  $n = 5$ , причем оба основывали свои доказательства на рассуждениях Софи Жермен и именно ей были обязаны своим успехом» (С. Сингх, 2000).

**775. Создание теории эллиптических функций.** Теорию эллиптических функций разработали независимо друг от друга Карл Гаусс, Нильс Абель (упомянутый выше) и немецкий математик Карл Якоби (1804-1851). К сожалению, Гаусс не опубликовал свои результаты в области эллиптических функций, поэтому они были заново получены другими математиками.

Г.И. Синкевич в докторской диссертации «Развитие понятия числа и непрерывности в математическом анализе до конца XIX века» (2018) пишет: «**Независимо от Гаусса** теорию эллиптических функций разработал норвежский математик Нильс Абель (1802-1829). <...> Впоследствии тему эллиптических функций разрабатывали Ж. Лиувилль, Ш. Брио, Ж. Буке, Ш. Эрмит, А. Гурвиц» (Синкевич, 2018, с.137-138).

Об этом же сообщается в статье Г.И. Синкевич «200-летие Карла Вейерштрасса» (журнал «Математика в высшем образовании», 2015, № 13): «В 1798 году Гаусс написал работу по эллиптическим функциям, и положил ее в стол, никому о ней не сообщая. Когда в 1827 году Гаусс прочитал работы Абеля и Якоби, он был поражен совпадением не только идей, но манеры изложения и даже обозначений» (Синкевич, 2015, с.151-152).

Далее приводится письмо Гаусса астроному Ф.В. Бесселю: «Господин Абель предвосхитил многие мои мысли и примерно на треть облегчил мою задачу, изложив результаты с большой строгостью и изяществом. Абель шел тем же путем, что и я в 1798 г., поэтому нет ничего невероятного в том, что мы получили **столь похожие** результаты. К моему удивлению, это сходство распространяется даже на форму, а местами и на обозначения, поэтому многие его формулы кажутся списанными с моих. Но чтобы никто не понял меня неправильно, я должен добавить, что не помню ни одного случая, когда я говорил об этих исследованиях с кем-нибудь из посторонних» [16, с.345-346]» (Синкевич, 2015, с.152).

Этот же вопрос рассматривает А.И. Маркушевич в очерке «Работы Гаусса по математическому анализу» (сборник «Карл Фридрих Гаусс», 1956). Автор говорит о Гауссе: «...С юношеских лет и до последних дней жизни он настойчиво занимался систематическим изучением общих принципов теории трансцендентных функций анализа, пришел к основным идеям теории функций комплексного переменного, развил теорию

эллиптических функций, заложил основы теории модулярных функций, разработал теорию гипергеометрических функций. Разработанные им методы и достигнутые результаты существенно повлияли бы на весь математический анализ первой половины XIX в., если бы они были своевременно опубликованы. Но хотя Гаусс многократно пытался привести в систему свои открытия и дать им развернутое изложение, попытки его не были осуществлены, и самые ценные и глубокие его результаты из области математического анализа не выходили за пределы его кабинета. Эти результаты Гаусса были **переоткрыты** затем Коши, Абелем, Якоби и другими учеными и вошли в обиход науки независимо от него» (Маркушевич, 1956, с.147).

Прочитав еще одну работу. В. Бюлер в книге «Гаусс. Биографическое исследование» (1989) констатирует: «Мы уже видели, что Гаусс в ходе своих исследований об обратных функциях эллиптического интеграла открыл  $\theta$ -функции (которые лишь несколькими годами спустя **независимо ввел** и рассмотрел Якоби) и исследовал их трансформационные свойства. Хотя Гаусс был хорошо знаком с комплексной плоскостью и ее геометрическим представлением, он очень скупой пользовался интегрированием в ней. Ни один из этих результатов об  $agM$  и об эллиптических интегралах не был опубликован при жизни Гаусса, и он не оспаривал приоритета Абеля и Якоби» (Бюлер, 1989, с.95).

Отметим, что  $\theta$ -функции (тета-функции) – это специальные функции от нескольких комплексных переменных, встречающиеся в теории эллиптических функций.

**776. Открытие преобразования Ландена.** Преобразование Ландена относится к эллиптическим интегралам. Обычно об этом преобразовании говорят в узком и широком смысле. В узком смысле данное преобразование представляет собой очень удачную замену переменной в неопределенном интеграле, определяющем значение неполного эллиптического интеграла первого рода. В широком смысле преобразование Ландена содержит новый способ вычисления, причем не только эллиптических функций. Преобразование открыл в 1775 г. британский математик Джон Ланден (1719-1790). Независимо от него аналогичное открытие сделал Карл Гаусс.

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) пишет: «В 1775 г. Ланден получил соотношение между дугой гиперболы, дугой эллипса и дугой окружности. Для этого он применил преобразование (преобразование Ландена), переводящее друг в друга эллиптические интегралы первого рода с различными параметрами (модулями). Это же преобразование позднее **независимо от Ландена** обнаружил Гаусс» (Прасолов, 2019, с.45).

**777. Доказательство основной теоремы комплексного анализа (интегральной формулы Коши).** Как известно, интегральная формула Коши – это соотношение для голоморфных функций комплексного переменного, связывающее значение функции в точке с ее значениями на контуре, окружающей точку. Эта формула выражает одну из важнейших особенностей комплексного анализа: значение в любой точке внутри области можно определить, зная значения на ее границе. Указанная формула, иногда называемая теоремой Коши, была доказана двумя учеными: это сделали независимо друг от друга Карл Гаусс и французский математик Огюстен Луи Коши (1789-1857).

Иэн Стюарт в книге «Значимые фигуры. Жизнь и открытия великих математиков» (2019) пишет: «Гаусс оставил после себя широкий спектр работ в самых разных областях математики. <...> Он дал строгое определение комплексных чисел как пар действительных чисел, с которыми можно проводить определенные операции. Он доказал фундаментальную теорему комплексного анализа, известную как теорема Коши, потому что Огюстен-Луи Коши не только доказал ее **независимо**, но и опубликовал доказательство» (Стюарт, 2019, с.169).

**778. Построение теории потенциала применительно к электромагнетизму.** Математическую теорию потенциала для явлений электричества и магнетизма построили независимо друг от друга Карл Гаусс и британский математик-самоучка Джордж Грин (1793-1841).

Д.Я. Стройк в книге «Краткий очерк истории математики» (1969) пишет: «Грин, сын мельника из Нотингема и самоучка, весьма внимательно следил за новыми открытиями в области электричества. В то время (около 1825 г.) почти что не было математической теории, учитывавшей электрические явления. Пуассон в 1812 г. сделал только первые шаги. Грин читал Лапласа (читал его трактат «Небесная механика», где потенциальная функция вводилась применительно к гравитации – Н.Н.Б.)...» (Стройк, 1969, с.234).

Далее автор указывает: «Результатом была книга Грина «Опыт применения математического анализа к теориям электричества и магнетизма» (1828 г.). Это стало началом современной математической физики в Англии, и вместе с работой Гаусса 1839 г. дало теории потенциала положение независимой ветви математики. Гаусс **не знал работы Грина**, которая стала более широко известна лишь тогда, когда Вильям Томсон (впоследствии лорд Кельвин) перепечатал ее в журнале Крелля в 1846 г. Но Гаусс и Грин оказались настолько близки, что тогда как Грин выбрал термин «потенциальная функция», Гаусс выбрал почти такой же термин «потенциал» для обозначения решения уравнения Лапласа» (там же, с.234).

Об этом же сообщает В.С. Сологуб в книге «Развитие теории эллиптических уравнений в XVIII и XIX столетиях» (1975). Автор говорит о работе Гаусса, посвященной теории потенциала: «Работа Гаусса [18] (1840 г.) была **написана независимо** от исследований Грина [213]. Тем не менее, работы обоих создателей теории потенциала сходны между собой как по объекту исследований, так и по существу полученных результатов. И только подходы к этим исследованиям у них различны. Для работы Грина [213] основным стимулом послужили задачи электростатики. Гаусс к своим исследованиям [18] был побужден потребностью создания математической теории земного магнетизма – одной из центральных научных проблем XIX столетия» (Сологуб, 1975, с.51).

**779. Вклад в теорию матриц.** Хотя создателем математической теории матриц считается английский математик Артур Кэли, некоторые важные результаты, относящиеся к данной теории, получили независимо друг от друга французские математики Огюстен Коши и Жак Бине (1786-1856).

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) констатирует: «Бине исследовал основы теории матриц. В 1811 г. он получил некоторые тождества для определителей матриц небольшого порядка. В 1812 г. открыл правило умножения матриц. В 1812 г. **одновременно с Коши** получил тождество, выражающее определитель произведения прямоугольных матриц как произведение сумм определителей (формула Бине - Коши)» (Прасолов, 2019, с.98).

**780. Открытие некоторых принципов неевклидовой геометрии в трудах И. Ламберта и Ф.К. Швейкарта.** В «Началах» древнегреческого математика Евклида имеется аксиома, которая звучит следующим образом: в плоскости через точку, не лежащую на данной прямой, можно провести только одну прямую, параллельную данной. Это утверждение часто называется «пятым постулатом» геометрии Евклида. Его безуспешно пытались доказать самые разные математики. В этих попытках некоторые ученые приходили к геометрии, которая в настоящее время называется «неевклидовой». Для полноценного открытия достаточно было сделать вывод, что эта новая геометрия имеет такие же права на существование, как и геометрия Евклида. Правда, для этого требовалось отказаться от тезиса (освещенного традицией двух тысячелетий), что система Евклида – единственно возможная геометрическая система. К открытию некоторых принципов неевклидовой геометрии (без отказа от упомянутого тезиса) приходили независимо друг от друга

немецкие математики Иоганн Ламберт, Фердинанд Карл Швейкарт (1780-1857), Франц Адольф Тауринус (1794-1874) и французский геометр Адриен Мари Лежандр.

А. Александров в статье «Тупость и гений» (журнал «Квант», 2006, № 2, с.2-5) пишет: «Из довольно многочисленных (55) появившихся в XVIII веке сочинений по теории параллельных особенно выделяется написанная в 1766 году «Теория параллельных» Иоганна Ламберта, немецкого математика, физика и астронома. Ведя доказательство пятого постулата от противного, Ламберт вывел из его отрицания много следствий. Он, можно сказать, в значительной мере построил основы геометрии Лобачевского. В его выводах не было противоречия, и он не подумал, что нашел его, как это делали почти все его предшественники. Ламберт даже высказал мысль, что он «почти должен сделать вывод», что опровергаемая им гипотеза «имеет место на какой-то мнимой сфере». Но всё же он остался уверен, что геометрия, основанная на отрицании пятого постулата, невозможна» (Александров, 2006, с.4).

С.Г. Гиндикин в книге «Рассказы о физиках и математиках» (2006) повествует о событиях 1816-1817 годов: «Примерно в то же время к мысли о невозможности доказать пятый постулат пришел юрист из Кенигсберга Швейкарт. Он предположил, что наряду с евклидовой геометрией существует «астральная геометрия», в которой постулат о параллельных не имеет места. Работавший в Кенигсберге ученик Гаусса Герлинг написал учителю о мыслях Швейкарта и приложил заметку последнего. В ответе Гаусс пишет: «Почти всё списано с моей души». Деятельность Швейкарта продолжил его племянник Тауринус, с которым Гаусс обменялся несколькими письмами, начиная с 1824 г.» (Гиндикин, 2006, с.373).

Об этом же сообщает Г. Вилейтнер в книге «История математики от Декарта до середины XIX столетия» (1960): «Тем временем юрист Швейкарт заметил, что возможно построить геометрию с  $\sum < 2d$  и в начале 1819 письменно сообщил об этом Гауссу. Однако для последнего это не являлось новостью. Не позднее 1816 Гаусс после тщетных долгих трудов, в которых принимал участие его друг – венгр Фаркаш Больаи (отец Яноша Больаи (Бояи) – Н.Н.Б.), понял истинное положение вещей, овладел важнейшими теоремами и, прежде всего, развил соответствующую гиперболическую тригонометрию. Но об этом узнали только после его смерти, ибо он старательно избегал здесь всякой гласности» (Вилейтнер, 1960, с.429).

Приведем еще один источник. Анна Ливанова в книге «Три судьбы. Постигание мира» (1969) повествует: «В 1817 году Швейкарт переехал в Германию. Там вскоре встретился он и подружился с профессором Герлингом. Мы уже упоминали, что Герлинг был другом и учеником Гаусса и находился в постоянной переписке со своим учителем. Однажды Герлинг рассказал Швейкарту, что Гаусс интересуется проблемой параллельных линий. Обрадованный Швейкарт решил переслать королю математики свою небольшую заметку об «астральной геометрии». Герлинг помог ему сделать это. Гаусс тотчас откликнулся. «Заметка профессора Швейкарта доставила мне необычайно много удовольствия, - написал он Герлингу, - и я прошу сказать ему по этому поводу от меня много хорошего. Всё это как будто выписано из моей собственной души» (Ливанова, 1969, с.62-63).

**781. Открытие некоторых принципов неевклидовой геометрии в трудах Ф.А. Тауринуса и А.М. Лежандра.** Франц Адольф Тауринус и Адриен Мари Лежандр, работая над доказательством пятого постулата Евклида, вполне самостоятельно пришли к открытию некоторых идей неевклидовой геометрии, которая в их трудах называлась «звездной» («астральной»), «гиперболической», «абсолютной» и т.д.

В.Ф. Каган в книге «Лобачевский и его геометрия» (1955) пишет о Франце Тауринусе: «...Он в 1825 г. опубликовал брошюру, посвященную теории параллельных линий. В следующем 1826 г. он опубликовал новую брошюру, содержащую тот же материал в исправленном и дополненном виде. Стремясь, как уже сказано выше, доказать постулат о

параллельных от противного, Тауринус также пришел к константе Гаусса и Швейкарта и фактически открыл тригонометрию гиперболического пространства с такой полнотой, что решает при их помощи ряд задач, в том числе вычисляет длину окружности, площадь круга, поверхность и объем шара. Методы вычисления довольно тяжеловесны, изложение сжато и маловразумительно – это в значительной мере обуславливалось тем, что Тауринус сам не отдавал себе полного отчета о содержании и значении проблем, решением которых он занимался. По существу, однако, Тауринусу принадлежит большая заслуга: он первый опубликовал прямолинейную тригонометрию неевклидовой (гиперболической) плоскости, повторяем, не отдавая себе, собственно, отчета в ее значении» (Каган, 1955, с.155-156). «Не встретив ни малейшего признания своих идей, Тауринус впал в меланхолию; в припадке болезни он сжег оставшиеся у него экземпляры брошюр. В Европе сохранилось лишь несколько экземпляров этих брошюр. Профессор Энгель их разыскал и опубликовал те материалы, которые представляют интерес, в своем «Собрании первоисточников» (там же, с.156).

Об этом же сообщает Г. Вилейтнер в книге «История математики...» (1960): «Ф. Тауринус, племянник Швейкарта, продолжил его идеи и, хотя всё еще верил в истинность евклидова постулата о параллельных, развил следствия для случая  $\Sigma < 2d$ , построив **независимо от Ламберта** полную сферическую тригонометрию для сферы с мнимым радиусом («Первые начала геометрии», Кельн, 1826)» (Вилейтнер, 1960, с.429).

Что касается французского математика А.М. Лежандра, то его попытки доказать пятый постулат (в ходе которых он натолкнулся на принципы новой геометрии) полностью укладываются в схему вездесущего метода проб и ошибок. В.П. Смилга в книге «В погоне за красотой» (1968) аргументирует: «Лежандр был, возможно, наиболее крупным математиком среди тех, кто попал под гипноз пятого постулата. Он занимался им долгие годы, подступал к чудовищу то с одной, то с другой стороны. Находил и опровергал, предлагал одно доказательство за другим, переходил от уверенности в успехе к полному разочарованию, снова надеялся на удачу, но под конец всё же сам заключил, что точного решения не найдено. Признание содержится уже в самом названии резюмирующей работы, опубликованной им в последние годы жизни (1833 г.), «Размышления о различных способах доказательства теории параллельных линий или теоремы о сумме углов треугольника» (Смилга, 1968, с.105-106).

«В своих многолетних попытках доказать пятый постулат, - продолжает автор, - Лежандр проявил и настойчивость, и замечательную изобретательность. Во-первых, он изящно доказал несколько теорем «абсолютной геометрии». Во-вторых, доказывая «пятый» от противного, он, по существу, нашел ряд теорем геометрии Лобачевского. Доказывал он не непосредственно «пятый», а его эквивалент – «сумма углов треугольника равна  $\pi$ » (там же, с.106).

**782. Открытие неевклидовой геометрии.** В математической науке постепенно созревала мысль, что новая геометрия, возникающая на основе отрицания пятого постулата Евклида, является вполне законной («легитимной») областью математики, заслуживающей глубокого изучения. Было установлено, что эта геометрия содержит множество идей и столь же непротиворечива, как геометрия Евклида. Руководствуясь упомянутой мыслью, новую геометрию открыли и стали разрабатывать независимо друг от друга русский математик Николай Иванович Лобачевский (1792-1856), венгерский математик Янош Бояи (1802-1860) и Карл Гаусс. Последний не опубликовал свои «неевклидовы» идеи, опасаясь критики со стороны коллег.

Б.Н. Делоне в статье «Геометрия Лобачевского и развитие современного естествознания» (журнал «Природа», 1956, № 2) пишет: «Совершенно **независимо от работы** Лобачевского в 1832 г. была напечатана работа гениального венгерского математика Яноша Бояи (1802-1860), содержащая аналогичные исследования. Наконец, впоследствии, при разборе рукописного наследия великого немецкого математика Гаусса

(1777-1855) стало известно, что и Гаусс, со своей стороны, пришел к тем же выводам, что и Лобачевский и Бояи, и, по-видимому, даже несколько раньше их, но до конца своей жизни Гаусс ничего об этом не напечатал» (Делоне, 1956, с.64). «Лобачевский (и **независимо** от него Бояи и Гаусс) первый допустил, что аксиома Евклида о параллельной может быть отвергнута, и можно предположить, что в рассматриваемой плоскости через точку можно провести больше одной прямой  $b$ , не пересекающей прямую  $a$ » (там же, с.66).

Об этом же сообщает Г.Е. Изотов в статье «Легенды и действительность в биографии Лобачевского» (журнал «Природа», 1993, № 7): «Особое внимание привлек V постулат, который позднее стали формулировать так: на плоскости через точку, лежащую вне прямой, проходит только одна прямая, не пересекающая данную. Она называется прямой, параллельной данной. Считалось, что постулаты и аксиомы столь очевидны, что не требуют доказательства. Однако приведенный постулат не столь очевиден, и ученые стали пытаться его доказать. Попытки оканчивались неудачей до прошлого века, когда почти одновременно и **независимо друг от друга** три ученых в разных странах – немец К. Гаусс, венгр Я. Бояи и Н.И. Лобачевский – пришли к заключению, что V постулат не является теоремой, а его отрицание приводит к новой геометрической системе, которую Гаусс назвал неевклидовой геометрией» (Изотов, 1993, с.5).

Далее автор указывает: «...Объяснение многократного и независимого открытия неевклидовой геометрии – оно наиболее четко представлено в книге Р. Бонолы «Неевклидова геометрия» (1906) – сводится к тому, что идея «**носила**сь в воздухе». Иначе говоря, наконец-то, после двух тысячелетий бесплодных попыток доказать V постулат, наступил момент, когда стало абсолютно ясно, что необходим новый подход. В качестве дополнительного аргумента Бонола и его единомышленники ссылаются на то, что в начале XIX в. Швейкарт и Тауринус также разработали элементарные наброски неевклидовых геометрий, хотя и не опубликовали их» (там же, с.12).

Восхищаясь независимыми результатами трех математиков, Д.Я. Стройк в книге «Краткий очерк истории математики» (1969) пишет: «Замечательно, что новые идеи **возникли независимо** в Геттингене, Будапеште и Казани в одну и ту же эпоху после инкубационного периода в две тысячи лет. Замечательно также, что эти идеи созревали частично на географической периферии мира математических изысканий. Иной раз большие новые идеи рождаются вне, а не внутри школ. Неевклидова геометрия (это название принадлежит Гауссу) в течение нескольких десятилетий оставалась заброшенной областью науки» (Стройк, 1969, с.231-232).

Помимо того, что открытие Лобачевского, Бояи и Гаусса стимулировало возникновение теории многомерных пространств Б. Римана, оно также опровергло концепцию «врожденных идей» философа И. Канта. Б.Н. Делоне в статье «Великий русский математик П.Л. Чебышев» (журнал «Природа», 1971, № 5) подчеркивает: «Лобачевский первый правильно поставил и развил вопрос об основаниях геометрии и **независимо и одновременно** с Гауссом и венгром Бояи построил неевклидову геометрию. Тем самым он опроверг неверную мысль Канта, что аксиомы геометрии принадлежат к числу так называемых «врожденных» идей. Он настаивал, наоборот, на том, что геометрические свойства пространства зависят от свойств самой материи» (Делоне, 1971, с.46).

Этот же аспект открытия Лобачевского (и других математиков) отмечает А. Александров в статье «Тупость и гений» (журнал «Квант», 2006, № 3): «Лобачевский утверждался в мысли о недоказуемости пятого постулата и о возможности неевклидовой геометрии, исходя из философских, теоретико-познавательных убеждений. Это выражено уже в приведенных ранее (в первой части статьи) его словах из предисловия к «Новым началам геометрии». «Истина, которую хотели доказывать», т.е. пятый постулат, не заключается «в самих понятиях», а [заключается] в применении к реальному пространству и подлежит проверке опытом, как физический закон. Этим отрицается кантовское «априори»: геометрия не независима от опыта, а подлежит проверке опытом» (Александров, 2006, с.3).



Дополнительная литература по теме:

- Барышев Ю., Теерикорпи П. Фрактальная структура Вселенной. Очерк развития космологии. - Нижний Архыз: САО РАН, 2005. – 396 с.

- Барашенков В.С. Вселенная в электроне. – Москва: 1988. – 287 с.

**783. Открытие псевдосферы.** По мнению историков науки, псевдосфера (поверхность постоянной отрицательной кривизны) была открыта независимо тремя математиками. Это сделали Карл Гаусс, немецкий математик Фердинанд Миндинг (1806-1885) и итальянский геометр Эудженио Бельтрами (1835-1900).

Н.В. Александрова в книге «Математические термины» (1978) пишет о псевдосфере: «Эта поверхность была известна Гауссу (1828), который не публиковал никаких результатов по неевклидовой геометрии. **Независимо от Гаусса** она была открыта Миндингом (1839). Наконец, ее вновь открыл Бельтрами» (Александрова, 1978, с.115).

Однако, исследуя свойства псевдосферы, Ф. Миндинг не заметил связи между ней и геометрией Лобачевского, тогда как от внимания Э. Бельтрами не ускользнула эта связь. Э.Р. Розендорн в работе «Поверхности отрицательной кривизны» (сборник «Итоги науки и техники», 1989, том 48) пишет: «...Миндинг [147] нашел ряд соотношений между сторонами и углами треугольников, образованных геодезическими линиями, обратив внимание на их аналогию с формулами сферической тригонометрии. Тот факт, что найденные им формулы равносильны тригонометрическим соотношениям на плоскости Лобачевского, остался тогда незамеченным, по-видимому, в силу неудачного стечения обстоятельств и общей неподготовленности подавляющего большинства математиков того времени к восприятию такой идеи. <...> Позднее, в 1868 году, то есть более чем через четверть века и уже после смерти Лобачевского, Бельтрами [113], использовав результаты Миндинга, показал, что на поверхностях в евклидовом трехмерном пространстве выполняется локально планиметрия Лобачевского, если углы понимать в обычном смысле, а за прямолинейные отрезки принять дуги геодезических линий» (Розендорн, 1989, с.100-101).

Об этом же пишет А. Александров в статье «Тупость и гений» (журнал «Квант», 2006, № 3): «Людям сплошь и рядом не приходит в голову сопоставить вещи, которые кажутся совершенно различными, но при ближайшем рассмотрении оказываются тесно связанными или даже совпадающими. Так бывает у одного человека, когда он знает обе «вещи», но не сопоставляет их. Так же бывает и в группе людей, когда одни знают одно, другие – другое, да не сопоставляют. Именно так и было дальше с неевклидовой геометрией и геометрией на поверхностях постоянной отрицательной кривизны. Миндинг, найдя формулы тригонометрии на этих поверхностях, - а они такие же, как в геометрии Лобачевского, - не заметил этого, хотя работа Лобачевского была уже опубликована двумя годами раньше...» (Александров, 2006, с.4).

**784. Открытие способа приближенного вычисления корней алгебраических уравнений.** Способ приближенного вычисления корней алгебраических уравнений открыли независимо друг от друга Николай Лобачевский, бельгийский математик Жерминаль Пьер Данделен (1794-1847) и швейцарский ученый Карл Генрих Греффе (1799-1873).

В книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981), написанной под редакцией А.Н. Колмогорова и А.П. Юшкевича, сообщается: «Из отдельных частных моментов аналитической геометрии отметим результаты бельгийского математика и инженера Жерминаля Пьера Данделена (1794-1847), автора известного способа приближенного вычисления корней алгебраических уравнений (1826), позже **независимо открытого** Н.И. Лобачевским (1832) и подробно развитого швейцарским математиком К.Г. Греффе (1837)» («Математика XIX века», 1981, с.12).

**785. Формулировка правила замены переменных в кратных интегралах.** Правило замены переменных в кратных интегралах сформулировали независимо друг от друга русский математик Михаил Васильевич Остроградский (1801-1862), бельгийский ученый Эжен Шарль Каталан, 1814-1894) и уже упоминавшийся нами в качестве создателя теории эллиптических функций Карл Якоби.

Д.Я. Стройк в книге «Краткий очерк истории математики» (1969) пишет: «В анализе мы встречаем «формулу Остроградского» для преобразования интеграла по объему в интеграл по поверхности (ее называют и формулой Гаусса, что не точно), Остроградский дал и ее обобщение на область любого числа измерений. **Примерно одновременно** с Якоби и Каталаном Остроградский дал первый правильный вывод правила замены переменных в кратных интегралах» (Стройк, 1969, с.213).

**786. Открытие критерия сходимости последовательности Коши.** Последовательность Коши – это последовательность (перечислимая совокупность объектов), элементы которой становятся произвольно близкими друг к другу по мере продвижения вдоль указанной последовательности. Другое определение: последовательность Коши - это последовательность точек метрического пространства такая, что для любого ненулевого заданного расстояния существует элемент последовательности, начиная с которого все элементы последовательности находятся друг от друга на расстоянии, меньшем, чем заданное. Критерий сходимости для данной последовательности открыли независимо друг от друга Огюстен Коши и чешский математик Бернхард Больцано (1781-1848).

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) пишет: «Чешский философ и богослов Больцано в 1817 г. опубликовал брошюру, посвященную доказательству того, что непрерывная функция на отрезке, принимающая в его концах значения разного знака, принимает нулевое значение. <...> В этой брошюре дано близкое к современному определение непрерывности, а также определение производной. Кроме того, там определяется последовательность Коши и приводится критерий сходимости последовательности, ныне приписываемый Коши (у Коши он появился **независимо от Больцано** 4 года спустя)...» (Прасолов, 2019, с.95-96).

Следует, однако, указать, что имеются специалисты, сомневающиеся в самостоятельности данного открытия О. Коши. Так, Г.И. Синкевич в статье «К истории эпсилонтики» (журнал «Математика в высшем образовании», 2012, № 10) отмечает: «Заметное сходство идей Коши и Больцано привело английского историка математики Айвара Граттан-Гиннеса к мысли о заимствовании [32]. Он предполагает, что Коши мог прочитать работы Больцано, имевшиеся в Национальной библиотеке в Париже, что в «Курсе анализа» Коши 1821 года встречаются идеи и формулировки Больцано 1817 года» (Синкевич, 2012, с.159).

**787. Обобщение теоремы Коши о разложениях функции в степенной ряд.** На одном из этапов развития математики теорема Коши о разложениях функции в степенной ряд была обобщена (распространена) на случай функции комплексного переменного. Это сделали независимо друг от друга немецкий математик Карл Вейерштрасс (1815-1897) и французский ученый Пьер Альфонс Лоран (1813-1854).

В книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981) сообщается: «В начале 40-х годов были выполнены первые работы К. Вейерштрасса по теории функций. Он их не опубликовал своевременно, и они увидели свет впервые в 1894 г. (впрочем, он включал свои результаты в лекции по теории аналитических функций, читавшиеся в Берлинском университете, начиная с конца 50-х годов). К 1841 г. относится его обобщение теоремы Коши о разложениях функции в степенной ряд (Вейерштрасс, не зная работ Коши, выводит теорему **заново**) на случай функции комплексного переменного, непрерывной и дифференцируемой в круговом кольце. Здесь получается ряд, расположенный по целым степеням (также и отрицательным)» («Математика XIX века»,

1981, с.145). Далее авторы книги отмечают: «Однако первым опубликовал в печати аналогичный результат (конечно, **независимо от Вейерштрасса**) французский военный инженер и ученый-математик, воспитанник Политехнической школы Пьер Альфонс Лоран (1813-1854). Ему принадлежит ряд работ, главным образом по математической физике; но единственная работа, благодаря которой он вошел в историю математики, - это «Обобщение теоремы Коши, относящейся к сходимости разложения функции по возрастающим степеням неизвестного» (1843)» (там же, с.145).

**788. Формулировка идеи аналитического продолжения степенных рядов.** Авторами идеи аналитического продолжения степенных рядов являются два исследователя - Карл Вейерштрасс (упомянутый выше) и французский математик и астроном Виктор Пюизе (1820-1883). Они пришли к данной идее независимо друг от друга.

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) пишет о Вейерштрассе: «В неопубликованной работе 1842 г. предложил идею аналитического продолжения степенных рядов, впоследствии игравшую важную роль в его построении теории аналитических функций. (**Независимо от Вейерштрасса** к этой идее пришел Пюизе, опубликовавший способ аналитического продолжения рядов в 1850 г.)» (Прасолов, 2019, с.155).

Об этом же сообщают авторы книги «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981): «В 1842 г. в работе, также не опубликованной в свое время, «Определение аналитической функции одного переменного посредством дифференциального уравнения» [46] Вейерштрасс излагает идею аналитического продолжения степенных рядов, впоследствии игравшую существенную роль в его построении теории аналитических функций. Впрочем, **независимо от Вейерштрасса** к той же идее пришел В. Пюизе, опубликовавший способ аналитического продолжения посредством степенных (и даже более общих) рядов в 1850 г.» («Математика XIX века», 1981, с.146).

**789. Опровержение гипотезы Ж.Л. Лагранжа о неустойчивости положения равновесия системы при кратных корнях векового уравнения.** Французский математик Жозеф Луи Лагранж, излагая в своем трактате «Аналитическая механика» (1788) теорию малых колебаний произвольной системы тел, предположил, что в случае действия системы потенциальных сил, при кратных корнях характеристического уравнения, положение равновесия будет неустойчивым. Другими словами, он (как и ранее Даламбер) выдвинул гипотезу о том, что кратные корни векового уравнения соответствуют неустойчивому решению. Это предположение опровергли независимо друг от друга Карл Вейерштрасс (1858) и Осип (Иосиф) Иванович Сомов (1859).

И.А. Тюлина в книге «Жозеф Луи Лагранж» (1977) пишет: «...Из-за неограниченного возрастания коэффициентов при периодических членах тригонометрического представления искомой функции ее величина также возрастает неограниченно. Именно это означало, по мнению Даламбера и Лагранжа, неустойчивость малых колебаний системы. Авторитет Даламбера и Лагранжа, а вслед за ними и Лапласа с Пуассоном, присоединившихся к такому утверждению, обусловили живучесть этого некорректного воззрения на протяжении столетия. Лишь в 1858-1859 гг. берлинский академик Вейерштрасс и петербургский академик И.И. Сомов почти одновременно и **независимо друг от друга** различными методами доказали ошибочность приведенного выше утверждения. Мемуар И.И. Сомова, в котором дано верное разрешение парадокса Даламбера-Лагранжа, называется «Об алгебраическом уравнении, с помощью которого определяются малые колебания системы материальных точек» (Тюлина, 1977, с.141). Далее автор подчеркивает: «Это важное открытие Вейерштрасса и Сомова прошло незамеченным в современной им научной литературе. Десять лет спустя английский ученый Раусс вновь разобрал эту проблему как совершенно новую. Раусс [54] вместе с Пуанкаре [55] в

конце XIX в. завершили развитие теории малых колебаний и их устойчивости по первому приближению» (там же, с.142).

Об этом же сообщают И.Е. Лопатухина, Г.А. Кутеева, Г.В. Павилайнен и др. в книге «Очерки по истории механики и физики» (2016): «В 1859 году О.И. Сомов опубликовал работу «Об алгебраическом уравнении, с помощью которого определяются малые колебания системы материальных точек». В ней Сомов показал ошибочность утверждения Лагранжа, и доказал, что уравнение частот может иметь кратные корни и это не приводит к тому, что время будет входить в решение дифференциальных уравнений вне знаков синуса и косинуса. (Знаменитая «ошибка Лагранжа»). Этот результат **одновременно** с О.И. Сомовым был получен К. Вейерштрассом» (Лопатухина и др., 2016, с.157).

Приведем еще один источник. В статье «Кафедра теоретической и прикладной механики» (сборник «МАТМЕХ ЛГУ – СПбГУ от истоков до дней недавних. Дополнительные главы», 2015) сообщается о заслугах Осипа (Иосифа) Ивановича Сомова: «Он разработал оригинальный курс «Рациональная механика» - первый полный трактат по механике, написанный в векторном изложении. **Независимо от Вейерштрасса** и почти одновременно с ним О.И. Сомов доказал, что, вопреки утверждениям Даламбера и Лагранжа, наличие кратных частот не приводит к появлению неограниченно возрастающих решений уравнений малых колебаний» («МАТМЕХ ЛГУ», 2015, с.377).

**790. Формулировка теоремы Сохоцкого – Казорати – Вейерштрасса.** Эта теорема была открыта независимо тремя исследователями: русским математиком Юлианом Васильевичем Сохоцким (1842-1927), итальянским математиком Феличе Казорати (1835-1890) и великим Карлом Вейерштрассом.

В книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981) указывается: «Магистерская диссертация Сохоцкого посвящена приложениям теории вычетов к обращению степенного ряда (ряд Лагранжа) и в особенности к разложению аналитических функций в непрерывные дроби, а также к многочленам Лежандра. В предисловии, отмечая значение теории вычетов для математического анализа, он указывал, что «исчисление интегральных вычетов почти вовсе не разрабатывается учеными нынешнего времени». <...> В этой работе, в частности, сформулирована и доказана знаменитая теорема о поведении аналитической функции в окрестности существенно особой точки» («Математика XIX века», с.217). После анализа магистерской диссертации Сохоцкого, которая называлась «Теория интегральных вычетов с некоторыми приложениями» (1868), авторы констатируют: «Упомянутая теорема в том же году была опубликована Казорати в его известном курсе, а восемью годами позднее – Вейерштрассом в упоминавшейся ранее статье «К теории однозначных аналитических функций». Поэтому ее можно назвать теоремой Сохоцкого – Казорати - Вейерштрасса» (там же, с.217). Далее авторы повторяют свою мысль: «...Первенство в публикации рассматриваемой теоремы в ее полном виде остается за Сохоцким и Казорати. **Независимо друг от друга** они избрали один и тот же ход рассуждений, впрочем, в известной мере, подсказанный их предшественниками» (там же, с.219).

Об этом же сообщает Г.И. Синкевич в статье «200-летие Карла Вейерштрасса» (журнал «Математика в высшем образовании», 2015, № 13): «В 1876 г. в статье «Теория однозначных аналитических функций» [38] Вейерштрасс доказал теорему: если  $f(z)$  имеет характер целой рациональной функции в окрестности каждой конечной точки, то она может быть представлена в виде отношения двух целых функций. Там же введены первичные множители и сформулирована теорема: вблизи существенно особой точки с функция  $f(x)$  может к любому заданному числу приблизиться сколь угодно близко; при  $x = c$  она не имеет определенного значения. (У нас она называется теоремой Сохоцкого – Вейерштрасса, так как на восемь лет раньше эта теорема была получена **независимо друг от друга** Ф. Казорати и Ю.В. Сохоцким [39])» (Синкевич, 2015, с.161).

Процитируем еще одну работу. В книге «Математический Петербург. История, наука, достопримечательности» (2018), написанной под редакцией Г.И. Синкевич, сообщается: «В 1868 г. Сохоцкий защитил магистерскую диссертацию, в которой содержится знаменитая теорема о поведении функции в окрестности существенно особой точки. Эта теорема называется теоремой Казорати – Сохоцкого – Вейерштрасса, так как была **независимо опубликована** Ф. Казорати (1968) и К. Вейерштрассом (1876)» (Синкевич, 2018, с.178).

**791. Формулировка теоремы Слудского – Вейерштрасса.** Речь идет о теореме, в которой обсуждается необходимое условие соударения свободных материальных точек, притягивающихся по закону Ньютона. Данную теорему сформулировали независимо друг от друга русский математик Федор Алексеевич Слудский (1841-1897) и Карл Вейерштрасс.

Б.Н. Фрадлин в книге «Юрий Дмитриевич Соколов» (1984) пишет: «Еще в 1878 г. Ф.А. Слудский высказал без доказательства теорему о том, что необходимым условием общего соударения  $n$  свободных материальных точек, взаимно притягивающихся по закону Ньютона, является аннулирование всех постоянных интегралов площадей в движении системы относительно центра инерции. В 1889 г. **подобную же теорему** высказал и К. Вейерштрасс. Он показал, что при отличной от нуля нижней границы минимума взаимных расстояний точек системы, координаты этих точек являются голоморфными функциями времени  $t$  в полосе комплексной  $t$ -плоскости, ограниченными двумя симметричными относительно действительной оси прямыми. Исследуя вопрос о существовании соответствующих начальных условий движения, он пришел к заключению, что, по крайней мере, для задачи трех тел такие начальные условия не только существуют, но и представляют собой общий случай...» (Фрадлин, 1984, с.40).

В другом месте своей книги Б.Н. Фрадлин повторяет мысль о том, что Ф.А. Слудский независимо от К. Вейерштрасса сформулировал упомянутую теорему: «Как уже было сказано, Слудский высказал очень важную теорему, состоящую в том, что необходимым условием для общего соударения  $n$  точек является равенство нулю кинетического момента системы. Однако доказательства этой теоремы он не дал. Соображения, приводимые Слудским в обоснование этой теоремы, нельзя считать достаточными для ее доказательства: автор неявно допускает, что при  $t - t_1$  ( $t_1$  – момент соударения) отношения взаимных расстояний точек остаются ограниченными, между тем как это допущение само по себе требует доказательства. Мы уже говорили о том, что в 1889 г. **независимо от Слудского** данную теорему высказал, также без доказательства, Вейерштрасс. Для классической задачи трех тел теорему Слудского – Вейерштрасса впервые доказал Сундман (1907). Обобщение теоремы на классическую задачу  $n$  тел и ее существенное видоизменение принадлежит Шази (1918). В самой общей постановке эту теорему доказал Ю.Д. Соколов (1928, 1936)» (Фрадлин, 1984, с.43).

**792. Открытие теоремы Больцано - Вейерштрасса о предельной точке.** Как известно, согласно этой теореме (или лемме), из всякой ограниченной последовательности точек пространства  $R^n$  можно выделить сходящуюся подпоследовательность. Теорема (лемма) была открыта чешским математиком Бернардом Больцано в 1817 г., но осталась незамеченной. Через полвека ее заново (независимо) открыл Карл Вейерштрасс.

А.Т. Абросимов в книге «К истории исследований космических лучей в Московском университете» (2019) пишет: «На лекциях по математическому анализу на физфаке МГУ я слушал доказательства многих лемм и теорем, в том числе и ту из них, которая известна как теорема, или лемма Больцано-Вейерштрасса о предельной точке: из всякой ограниченной последовательности точек пространства можно выделить сходящуюся подпоследовательность (теорема носит имена чешского математика Б. Больцано и немецкого математика Вейерштрасса, которые **независимо друг от друга** сформулировали и доказали эту теорему) – из Курса дифференциального и интегрального исчисления Г.М. Фихтенгольца в 3-х томах» (Абросимов, 2019, с.17).

**793. Открытие непрерывной функции, не имеющей конечной производной во всех точках.** Пример непрерывной функции, не имеющей конечной производной во всех точках, впервые обнаружил Бернард Больцано. Не зная о его результатах, аналогичный пример независимо открыл Карл Вейерштрасс. Похожее открытие делал французский математик Жан Гастон Дарбу (1842-1917).

Л.Д. Кудрявцев в книге «Краткий курс математического анализа», а именно в 2-ом томе данной книги под названием «Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных» (2003), пишет: «К сожалению, большая часть математических результатов Больцано не была опубликована при его жизни, а те результаты, которые были опубликованы, прошли незамеченными многими математиками того времени. По-настоящему его работы стали известны лишь в нашем веке. Например, первый пример непрерывной на всей числовой оси функции, не имеющей во всех точках конечной производной, впервые был указан Больцано в 1830 г., а опубликован он был лишь столетие спустя, в 1930 г. Поэтому более известным является подобный пример, **построенный независимо** Вейерштрассом в 1860 г. и опубликованный им в 1872 г.» (Кудрявцев, 2003, с.410).

Об этом же сообщают А.А. Потапов, Ю.В. Гуляев, С.А. Никитов и др. в книге «Новейшие методы обработки изображений» (2008): «В 1830 г. Б. Больцано в рукописи «Учение о функции» строит пример непрерывной нигде не дифференцируемой функции. Эта рукопись появилась в печати только через 100 лет в Праге. Позднее, как принято считать, в 1861 г. К. Вейерштрасс построил свою знаменитую не дифференцируемую функцию. **Независимо от Вейерштрасса** к той же идее пришел Ж. Дарбу, обобщивший примеры Ганкеля и К. Шварца. В 1878 г. Дини доказал общую теорему существования непрерывных функций без производных» (Потапов и др., 2008, с.80).

**794. Открытие правила умножения кватернионов, то есть решение проблемы сложения двух вращений с растяжением.** Правило умножения кватернионов открыли независимо друг от друга ирландский математик Вильям Гамильтон (1805-1865), французский алгебраист Бенджамин Олинде Родригес (1795-1851) и «король математиков» Карл Гаусс.

Феликс Клейн в 1-ой части книги «Лекции о развитии математики в XIX столетии» (1937) пишет о Гамильтоне и его кватернионном исчислении, в котором впервые появились векторы и операции над ними: «...Интерпретация чистого вектора дает еще одно объяснение тому, что для изображения вращения с растяжением в пространстве недостаточно вектора, то есть трехчленного комплексного числа. Вектор соответствует только вращению на  $180^\circ$ ; для представления всевозможных вращений с растяжением необходимы кватернионы, в которые входит и скалярная часть. Весьма замечательно, что проблема общего вращения с растяжением пространства, то есть проблема сложения двух вращений с растяжением, была **почти одновременно** (в 1840 г.) решена и Олинде Родригесом (Olinde Rodrigues), исходившим из совсем другой точки зрения (Journal de Liouville, том 3). Но еще большего удивления достойно то, что Гаусс владел интересующей нас проблемой еще в 1819 г., как это видно из его литературного наследия» (Клейн, 1937, с.225-226).

Об этом же сообщает В.С. Кожух в статье «О развитии кватернионной алгебры» (журнал «Наука и образование сегодня», 2019, № 9 (44)): «...Б.О. Родригес при изучении последовательности поворотов твердого тела в 1840 г. вывел закон, практически **эквивалентный** правилу умножения кватернионов. Но непосредственно создателем кватернионного исчисления считают ирландского ученого В.Р. Гамильтона [3]» (Кожух, 2019, с.13).

Этот же вопрос обсуждают А.В. Березин, Ю.А. Курочкин и Е.А. Толкачев в книге «Кватернионы в релятивистской физике» (2003): «Кватернионы встречаются еще в XVIII в.

в работах Л. Эйлера и К.Ф. Гаусса [1, 2]. Отметим также, что Б.О. Родригес в 1840 г. пришел к закону, **эквивалентному** правилу умножения кватернионов, при изучении сложения поворотов твердого тела [1-4]» (Березин и др., 2003, с.5).

Здесь [1] – Стройк Д.Я. Краткий очерк истории математики. – М.: 1969. – 328 с.

[2] – Бурбаки Н. Очерки по истории математики. – М.: ИЛ, 1963. – 292 с.

Приведем еще одно свидетельство. Джон Конвей и Дерек Смит в монографии «О кватернионах и октавах, об их геометрии, арифметике и симметриях» (2009) отмечают: «...Хотя Гамильтон, похоже, действительно, был первым кто построил кватернионы как алгебру, у кватернионов есть и более ранняя история, начинающаяся с открытия Эйлером в 1748 году тождества с четырьмя квадратами (которое кватернионы и определяет). Кроме того, О. Родригес в своих исследованиях, увенчавшихся в 1840 году блестящей статьей [38], параметризовал общий поворот с помощью четырех параметров (часто они ошибочно называются параметрами Эйлера - Родригеса), являющихся фактически координатами соответствующего кватерниона. Это позволяет рассматривать его как **предвестника идей** Гамильтона, поскольку приводимое им правило умножения совпадает с датируемой 1843 годом формулой Гамильтона для произведения двух кватернионов. Более полное описание исследований Родригеса смотрите в книге С. Альтмана [3]» (Конвей, Смит, 2009, с.21-22).

**795. Изобретение векторов (и их использование в трехмерном пространстве).** Основы векторной алгебры и векторного анализа разработали независимо друг от друга Вильям Гамильтон и немецкий математик Герман Гюнтер Грассман (1809-1877).

Г.И. Глейзер в книге «История математики в школе» (1983) повествует о В. Гамильтоне: «Он впервые стал применять термин «вектор» и оперировать с векторами в трехмерном пространстве. Основы векторной алгебры и векторного анализа были изложены Гамильтоном в его «Лекциях о кватернионах» (1853), в которых впервые появляются термины «скаляр» (от латинского *scala* – лестница; подобно ступенькам лестницы, можно упорядочить действительные числа, вводя понятия «больше» и «меньше», но не комплексные числа, не векторы) и «вектор». Тут же встречаются термины скалярное произведение и векторное произведение. Почти одновременно **независимо от Гамильтона** к понятию вектора пришел и Грассман, изложивший основы векторного исчисления в 1844 г. в работе «Учение о протяженности», написанной в геометрическом духе. В ней впервые излагается учение об n-мерном евклидовом пространстве. Это учение содержит как частный случай теорию векторов на плоскости и в трехмерном пространстве» (Глейзер, 1983, с.91-92).

**796. Открытие алгебры Кэли, то есть 8-мерной алгебры над полем вещественных чисел.** Узнав о том, что Вильям Гамильтон (1843) изобрел кватернионы, его друг, тоже математик, Джон Томас Грейвс (1806-1870) пришел к выводу о возможности построить восьмимерную алгебру, развивающую идею кватернионов. Джон Грейвс действительно построил такую алгебру (которую он назвал теорией октав), но не опубликовал свое открытие. Спустя два года, совершенно независимо от него, его соотечественник Артур Кэли (1821-1895) открыл те же «октавы», то есть восьмимерную алгебру, ныне называемую «алгеброй Кэли». Приоритет отдали А. Кэли, так как он первым опубликовал свою находку.

Джон Конвей и Дерек Смит в монографии «О кватернионах и октавах, об их геометрии, арифметике и симметриях» (2009) воспроизводят вопрос, с которым Джон Грейвс обратился к Вильяму Гамильтону в одном из писем: «Если вы в состоянии создать с помощью своей алхимии три фунта золота, зачем же на этом останавливаться?» И тут Грейвз сам принялся за работу над своим собственным золотом! 26 декабря он послал Гамильтону письмо с описанием новой восьмимерной алгебры, которую он назвал октавами. Он показал, что октавы образуют нормированную алгебру с делением, и использовал октавы для доказательства того, что произведение двух сумм

восьми полных квадратов также является суммой восьми полных квадратов («теорема о восьми квадратах» [23])» (Конвей, Смит, 2009, с.20).

Далее авторы сообщают: «Между тем юный Артур Кэли, только что окончивший Кембридж, размышлял о кватернионах с того самого момента, когда Гамильтон объявил об их существовании. Кажется, он пытался найти связи между кватернионами и гиперэллиптическими функциями. В марте 1845 года он опубликовал в журнале «Philosophical Magazine» статью, озаглавленную «Об эллиптических функциях Якоби: ответ преподобному Б. Бронуину; и о кватернионах». Основная часть этой статьи представляла собой попытку опровергнуть статью, указывающую на ошибки в работе Кэли, посвященной эллиптическим функциям. Похоже, что только в последний момент Кэли добавил к статье краткое описание октав. <...> Расстроенный тем, что его обошли с публикацией, Грейвз добавил к своей собственной статье, принятой к печати в следующем номере того же журнала, постскриптум, в котором утверждал, что знал про октавы, начиная с Рождества 1843 года; 14 июля 1847 года Гамильтон представил в «Труды» Королевской ирландской академии короткую заметку, утверждающую приоритет Грейвза. Увы, было уже поздно: октавы стали известны под именем чисел Кэли. Мало того, позднее Грейвз обнаружил, что его теорема о восьми квадратах была открыта К.Ф. Дегеном еще в 1818 году (см. [13], [14])» (Конвей, Смит, 2009, с.21).

**797. Разработка основ многомерной геометрии.** Введение понятия  $n$ -мерного пространства и разработка многомерной геометрии – заслуга британца Артура Кэли и Германа Грассмана (изобретателя векторов), работавших независимо друг от друга.

А. Даан-Дальмедико и Ж. Пейффер в книге «Пути и лабиринты. Очерки по истории математики» (1986) сообщают: «...Желание разработать настоящее исчисление геометрических величин, давняя и весьма неясная мечта некоторых геометров со времен Лейбница, проснулось вновь после введения геометрического представления комплексных чисел, которое давало модель исчисления векторов на плоскости. Теория кватернионов породила многочисленные попытки найти «исчисления», возможные в пространствах  $R^n$ . **Независимо друг от друга** Кэли в Англии и Грассман в Германии около 1843-1845 гг. сделали этот шаг и заговорили об  $n$ -мерном пространстве. Для Кэли исходным пунктом была аналитическая геометрия – метод координат...» (Даан-Дальмедико, Пейффер, 1986, с.398).

**798. Разработка идей математической логики.** Ключевые идеи математической логики, в том числе элементы логики высказываний, разработали независимо друг от друга два британских математика - Огастес де Морган (1806-1871) и Джордж Буль (1815-1864).

В. Губарев в книге «Информатика: прошлое, настоящее, будущее» (2011) описывает события 1847 года, а именно результаты, полученные де Морганом: «1847 г. - изложение элементов логики высказываний и логики классов, разработка первой развернутой системы алгебры отношений (Огастес (Августус) де Морган (Augustus de Morgan), шотландский математик и логик). К своим алгебро-логическим идеям Морган **пришел независимо** от Дж. Буля...» (Губарев, 2011, с.84).

Об этом же сообщает А.И. Степанов в книге «Число и культура: рациональное бессознательное в языке...» (2004): «В 1854 г. выходит работа английского математика и логика Джорджа Буля «Исследование законов мышления», в которой последнее предстает в дискретной, алгебраической форме; шотландец Огастес Морган **независимо приходит** к аналогичным идеям» (Степанов, 2004, с.207).

Аналогичные сведения можно найти в книге В.Ф. Панова «Современная математика и ее творцы» (2011), где автор пишет: «Шотландский математик и логик Август де Морган старше Буля почти на десять лет. Он был профессором математики университетского колледжа в Лондоне, покровителем и единомышленником Буля. К своим идеям в алгебре логики он пришел **независимо от Буля**. Его работа «Формальная логика, или исчисление



необходимых и вероятностных умозаключений», в которой разработаны элементы логики высказываний и логики классов, вышла в одном году с «Математическим анализом логики» Буля» (Панов, 2011, с.77).

Следует отметить, что открытие Джорджа Буля (построение математической теории высказываний) стало возможно в результате проведения аналогии между операциями формальной логики и операциями алгебры. К.К. Жоль в монографии «Логика в лицах и символах» (2006) подчеркивает: «Знакомясь с историей вопроса, мы узнаем, что развитие алгебры делало очевидной **аналогию** между правилами формальной логики и правилами алгебры. Эта **аналогия** базировалась на том общем для данных наук свойстве, которое состоит в ориентации логического и алгебраического анализов на некие объекты, от природы которых можно спокойно отвлечься. Характерно, что с XVII в., когда алгебраические обозначения приняли свою окончательную форму, начались попытки использования символических записей для выражения логических операций. Наиболее многообещающей из них была попытка выдающегося немецкого философа и математика Г.В. Лейбница (1646-1716). Он стремился создать символическую логику для формализации языка и научного мышления с целью безошибочного получения различных теорем науки» (Жоль, 2006, с.42).

Дополнительная литература по теме:

- Зюзьков В.М. Математическая логика и теория алгоритмов. – Томск: изд-во «Эль Контент», 2015. – 236 с.

**799. Использование в логике переменных величин и кванторов.** Переменные величины и кванторы появились в математической логике благодаря исследованиям американского ученого Чарльза Сандерса Пирса (1839-1914) и немецкого математика Готлоба Фреге (1848-1925). Независимо друг от друга они осознали целесообразность использования указанных величин и кванторов в теории логических операций.

К.К. Жоль в монографии «Логика в лицах и символах» (2006) пишет: «На данном поприще одними из первых отличились немецкий математик и логик Готлоб Фреге (1848-1925), основоположник так называемого логицизма и логической семантики, и американский ученый Чарльз Сандерс Пирс (1839-1914). Они, **независимо друг от друга**, ввели в логику употребление переменных величин и кванторов (особых логических операторов). Что касается Фреге, о котором разговор будет впереди, он четко ориентировал логику на анализ оснований математики. В частности, с помощью символической логики он стремился обосновать арифметику» (Жоль, 2006, с.43-44).

Специалисты сообщают, что Готлоб Фреге и Чарльз Пирс независимо друг от друга разработали логику первого порядка. Так, Стюарт Рассел и Питер Норвиг в книге «Искусственный интеллект: современный подход» (2006) указывают: «Логика отношений была глубоко исследована Чарльзом Сандерсом Пирсом [1196], который также разработал логику первого порядка **независимо от Фреге**, хотя и немного позднее [1197]. Леопольд Левенхейм дал систематическую трактовку теории моделей для логики первого порядка в 1915 году [951]. <...> Результаты Левенхейма были дополнительно расширены Торальфом Сколемом [1424]. Альфред Тарский [1490], [1491] дал явное определение понятий истинности и модельно-теоретического выполнения в логике первого порядка с использованием теории множеств» (Рассел, Норвиг, 2006, с.375).

**800. Открытие ленты Мебиуса.** Лента Мебиуса – удивительный топологический объект – была открыта немецким математиком Августом Мебиусом (1790-1868). Независимо от него аналогичное открытие сделал его соотечественник Иоганн Бенедикт Листинг (1808-1882), который, кроме геометрии и топологии, занимался также астрономией, метеорологией, электромагнетизмом и оптикой.

Клиффорд Пиквер в книге «Великая математика. От Пифагора до 57-мерных объектов» (2015) аргументирует: «В истории математики многие открытия совершались

одновременно несколькими людьми. Как я уже упоминал в моей книге «Лента Мебиуса», в 1858 г. лента Мебиуса (удивительный перекрученный объект, имеющий только одну сторону) одновременно и **независимо друг от друга** была открыта Августом Мебиусом (1790-1868) и его современником, немецким математиком Иоганном Бенедиктом Листингом (1808-1882). Это открытие, сделанное одновременно Мебиусом и Листингом, подобно тому, как математический анализ был одновременно разработан английским ученым-эрудитом Исааком Ньютоном (1643-1727) и немецким математиком Готфридом Вильгельмом Лейбницем (1646-1716), заставляет меня задаться вопросом: почему так много открытий в науке были сделаны одновременно разными учеными, работающими независимо друг от друга?» (Пиковер, 2015, с.6-7). «Скорее всего, такие одновременные открытия были сделаны потому, что просто **пришло время** для таких открытий, с учетом знаний, накопленных человечеством на тот момент. Иногда двум ученым идеи приходят во время прочтения результатов одних и тех же предварительных исследований, полученных одним из современников» (там же, с.7).

Об этом же сообщает Иэн Стюарт в книге «Укрощение бесконечности. История математики от первых чисел до теории хаоса» (2019): «Мебиус сумел четко обозначить важную роль непрерывных преобразований. Его нельзя было назвать самым продуктивным ученым, но он отличался чрезвычайно кропотливым подходом к любой исследуемой им теме. В частности, именно он обратил внимание на то, что у поверхности отнюдь не всегда есть две четко разделенные стороны, приведя в пример свою знаменитую ленту. Эту поверхность **независимо друг от друга** открыли и Мебиус, и Листинг в 1858 г. Листинг опубликовал свое открытие в книге «Der Census Raumlicher Complexe» («Описание пространственной сложности»), а Мебиус – в статье об исследовании свойств поверхностей» (Стюарт, 2019, с.312).

**801. Введение однородных координат в проективную геометрию.** Мысль об использовании однородных координат в проективной геометрии сформулирована, по меньшей мере, тремя учеными, каждый из которых пришел к этой идее вполне самостоятельно. Это Август Мебиус (упомянутый выше), его соотечественник, старший брат знаменитого философа Людвиг Фейербаха, Карл Вильгельм Фейербах (1800-1834) и французский математик Этьен Бобилье (1798-1840).

В книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981) сообщается: «Синтетический метод был так тесно связан в работах Понселе, Штейнера и Шаля с самим предметом проективной геометрии, что ее нередко называли синтетической геометрией. Однако уже вскоре, начиная с работ Мебиуса и Плюккера, в проективной геометрии началось применение и аналитических методов. Эти методы стали получать все большее распространение, хотя у геометров нередко возникали сомнения в правомерности введения однородных координат, поскольку при этом использовались не проективные понятия. Однородные координаты, позволяющие характеризовать и бесконечно удаленные точки плоскости, были введены в 1827 г. Мебиусом, притом весьма своеобразным способом, основанном на понятиях геометрической статики. **Независимо от Мебиуса** и почти одновременно с ним опубликовали свои работы Карл Вильгельм Фейербах (1800-1834), брат философа Людвиг Фейербаха, в Германии и Э. Бобилье (1797-1832) во Франции, в которых тоже использовались однородные координаты» («Математика XIX века», 1981, с.37).

**802. Использование доказательства Коши в теории графов.** После того, как Огюстен Коши дал строгое доказательство формулы Эйлера для многогранников, Артур Кэли и Иоганн Листинг, а также французский математик Камиль Жордан (1838-1922) независимо друг от друга пришли к идее о возможности использовать это доказательство в математической теории графов.

Д.С. Ричесон в книге «Жемчужина Эйлера. Формула Эйлера для многогранников и рождение топологии» (2021) пишет: «Как мы уже отмечали, Коши поставил рекорд по доказательству теорем, не осознавая их важности и не доводя до логического завершения. Яркий пример – его доказательство формулы Эйлера. В своей статье он явно утверждает, что его доказательство применимо к выпуклым многогранникам. Это правда, но на самом деле оно применимо к гораздо более общему классу многогранников. Ключевой шаг доказательства Коши – удаление грани и перенос оставшейся части многогранника на плоскость удаленной грани, чтобы никакие грани не пересекались» (Ричесон, 2021, с.122-123). Далее автор отмечает: «Коши недооценивал весь потенциал своего доказательства не только для многогранников, но и для графов. Например, Артур Кэли (1821-1895) в 1861 году заметил, что доказательство Коши применимо также к графам с криволинейными ребрами (этот факт был **независимо отмечен** Листингом в 1861 году и Камилем Жорданом (1838-1922) в 1866 году)» (там же, с.124).

**803. Формулировка и доказательство теоремы Лиувилля о конформных отображениях.** Как известно, теорема Лиувилля о конформных отображениях утверждает, что всякое конформное отображение в области евклидова пространства  $R^n$  при  $n \geq 3$  можно представить в виде конечного числа суперпозиций изометрий и инверсий. Эта теорема весьма важна в теории аналитических функций многих комплексных переменных и в теории квазиконформных отображений. Теорему доказал в 1850 г. французский математик Жозеф Лиувилль (1809-1882) и независимо от него – спустя 15 лет – британский физик и математик Вильям Томсон (лорд Кельвин).

Е.М. Полищук в книге «Софус Ли» (1983) пишет: «В 1850 г. Лиувилль опубликовал теорему, согласно которой любое конформное преобразование пространства, помимо движений (вращений и параллельных переносов) может быть представлено в виде сочетания дилатаций (преобразований подобия) и инверсий относительно сфер. Эта теорема очень важна для теории потенциала, ибо при конформном отображении гармонические функции, то есть функции, удовлетворяющие уравнению Лапласа... переходят в гармонические функции. Примерно через 15 лет после Лиувилля она была **независимо доказана** Томсоном (лорд Кельвин), получившим на ее основе решение внешней задачи Дирихле из одноименной внутренней задачи» (Полищук, 1983, с.49-50).

**804. Открытие новых методов интегрирования систем дифференциальных уравнений с частными производными.** Эти новые методы решения систем дифференциальных уравнений с частными производными открыли независимо друг от друга немецкий математик Кристиан Густав Адольф Майер (1839-1908) и норвежский математик, автор теории непрерывных групп преобразований, называемых «группами Ли», Софус Ли (1842-1899).

В.А. Добровольский в книге «Дмитрий Александрович Граве» (1968) пишет об упомянутых новых методах интегрирования, которые также изучали российские математики Д.А. Граве и А.Н. Коркин: «В 70-е годы подобная тематика разрабатывалась в трудах немецкого математика А. Майера и выдающегося норвежского математика Софуса Ли. **Независимо друг от друга** они открыли новые методы интегрирования систем дифференциальных уравнений с частными производными. При этом метод Майера вошел в литературу под названием второго метода Якоби» (Добровольский, 1968, с.40-41).

**805. Открытие теоремы об определении поверхности двумя квадратичными формами.** Теорема об определении поверхности двумя квадратичными формами сформулирована двумя учеными, работавшими независимо друг от друга. Это сделали французский математик Пьер Оссиан Бонне (1819-1892) и его русский коллега Карл Михайлович Петерсон (1828-1881).

В книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981), написанной под редакцией А.Н. Колмогорова и А.П. Юшкевича, сообщается: «Теорема об определении поверхности двумя квадратичными формами с точностью до движения была впервые опубликована О. Бонне в упоминавшемся «Мемуаре о теории поверхностей, наложимых на данную поверхность» (1867). **Еще ранее эта теорема** была доказана Карлом Михайловичем Петерсоном (1828-1881), сыном латышского крестьянина, питомцем Дерптского университета, где одним из его учителей был Ф. Миндинг. Эта теорема была доказана Петерсоном в его диссертации «Об изгибании поверхностей», написанной в 1853 г., но опубликованной (в русском переводе) только в 1952 г.; краткое и весьма неполное изложение этой диссертации было дано в 1901 г. историком математики П. Штеккелем на основании изучения рукописи этой диссертации...» («Математика XIX века», 1981, с.28).

**806. Открытие уравнений Петерсона – Майнарди – Кодацци.** Эти уравнения были открыты Карлом Михайловичем Петерсоном (упомянутым выше) и независимо еще двумя геометрами. Первый из них – итальянский математик Гаспаре Майнарди (1800-1879), второй – его соотечественник Дельфино Кодацци (1824-1873).

В книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981) сообщается: «К. Петерсон также дополнил уравнение Гаусса, связывающее коэффициенты первой и второй форм поверхности, еще двумя независимыми уравнениями, которые позднее получили название уравнений Майнарди – Кодацци, по имени итальянских геометров, **получивших их независимо** соответственно в 1857 и 1868 гг. Опираясь на упомянутые три уравнения, Петерсон доказал в диссертации теорему о том, что если коэффициенты двух квадратичных дифференциальных форм (первая должна быть знакоположительной) связаны такими соотношениями, то существует поверхность, для которой эти формы являются первой и второй дифференциальными формами, причем они определяют поверхность с точностью до ее движения в пространстве» («Математика XIX века», 1981, с.28).

Об этом же пишет С.Д. Россинский в статье «Карл Михайлович Петерсон» (журнал «Успехи математических наук», 1949, том 4, № 5): «...Особенно замечательна вторая часть кандидатского сочинения Петерсона, содержащая найденное им предложение, которое, в сущности, равносильно основным в теории поверхностей уравнениям Майнарди – Кодацци, и которое было им обнаружено уже к 1853 г., то есть за четыре года до того, как в 1857 г. эти основные уравнения были впервые опубликованы Майнарди [1], и за 15 лет до Кодацци [2], давшего их в 1868 г., в форме, эквивалентной той, которая применяется в настоящее время» (Россинский, 1949, с.4). Автор добавляет: «...Становится совершенно ясным, что Петерсон до Майнарди и Кодацци уже владел основным предложением всей теории поверхностей, которое должно было бы по справедливости называться предложением Петерсона – Майнарди – Кодацци. К сожалению, этот изумительный по глубине результат юношеских изысканий Петерсона не получил в дальнейших его работах надлежащего развития» (там же, с.4).

**807. Открытие спиральных поверхностей и их изгибаний.** Одно из математических достижений К.М. Петерсона – открытие спиральных поверхностей. Независимо от него эти поверхности открыл Софус Ли и французский математик Морис Леви (1838-1910). Кроме того, изучая изгибания поверхностей переноса, К.М. Петерсон установил факты, которые были чуть позже (и опять независимо) установлены итальянским математиком Луиджи Бианки (1856-1928).

С.Д. Россинский в статье «Карл Михайлович Петерсон» (журнал «Успехи математических наук», 1949, том 4, № 5) отмечает: «Что касается изгибаний поверхностей переноса, то Петерсоном указаны ([5], стр.71) изгибания тех поверхностей переноса, которые представимы уравнениями вида  $x = a(p)$ ,  $y = \beta(q)$ ,  $z = c(p) + \gamma(q)$ . Эти изгибания, **независимо от Петерсона** и на десять лет позже него, были снова найдены Бианки [3].

Наконец, Петерсону же принадлежит приоритет в открытии спиральных поверхностей и их изгибаний (смотрите [5], § 35, стр.75-80), поверхностей, называемых иногда за их свойство быть подобными самим себе безмерными поверхностями. Спиральные поверхности были позже **вновь обнаружены** Ли [1] и М. Леви [2], которому Дарбу и считал нужным приписывать открытие спиральных поверхностей» (Россинский, 1949, с.9-10).

Следует также отметить, что, занимаясь теорией поверхностей, К.М. Петерсон получил результаты, которые позже были независимо получены французским геометром Жаном Гастоном Дарбу (упомянутым выше). С.Д. Россинский в той же статье «Карл Михайлович Петерсон» пишет: «По некоторым основным по своему значению вопросам теории поверхностей Петерсоном были обнаружены предложения, которые, к сожалению, не привлекли в свое время внимания геометров, и поэтому некоторые результаты Петерсона ошибочно приписывают нашедшему их позже французскому геометру Дарбу. Так, Петерсону принадлежит заслуга первого доказательства основного предложения, что если  $(u, v)$  сопряженная сеть на поверхности, то координаты  $x, y, z$  точек поверхности удовлетворяют одному и тому же уравнению Лапласа

$$\frac{d^2\theta}{dydv} = m \frac{d\theta}{dy} + n \frac{d\theta}{dv},$$

предложения, указанного впоследствии Дарбу. Далее, Петерсон ранее Дарбу показал, что перспективное преобразование, при котором сохраняется подобие в бесконечно-малых частях, сохраняет линии кривизны. Наконец, Петерсоном же ранее Дарбу было доказано, что всякое проективное преобразование сохраняет сопряженность всех линий на поверхности. В частности, отсюда Петерсон весьма просто нашел общее уравнение поверхностей, обладающих системой сопряженных плоских линий» (Россинский, 1949, с.11).

**808. Открытие тензора кривизны и символов Кристоффеля.** Тензор кривизны, часто называемый «тензором Римана - Кристоффеля», представляет собой стандартный способ выражения кривизны римановых многообразий, а в общем случае – произвольных многообразий аффинной связности, без кручения или с кручением. Тензор кривизны  $R(u, v)$  определяется как линейное преобразование касательного пространства в каждой точке многообразия, которое характеризует изменение вектора, параллельно перенесенного по бесконечно малому замкнутому параллелограмму, натянутому на векторы  $u, v$ . Что касается символов Кристоффеля, то это коэффициенты координатного выражения аффинной связности, в частности, связности Леви-Чивиты. Эти символы используются в дифференциальной геометрии, общей теории относительности (теории А. Эйнштейна) и близких к ней теориях гравитации. Символы появляются в координатном выражении тензора кривизны. Обычно считается, что первооткрывателем тензора кривизны и символов, названных «символами Кристоффеля», является немецкий математик Эльвин Бруно Кристоффель (1829-1900). Однако независимо от него аналогичные открытия в геометрии сделал русский математик Федор Матвеевич Суворов (1845-1911).

В книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981) сообщается: «Если Риман ставил задачу обобщения на многомерные пространства внутренней геометрии поверхностей Гаусса, то задача Кристоффеля представляла собой обобщение задачи наложения поверхностей. Условие совпадения геометрий, которое нашел Кристоффель, состоит в совпадении дифференциальных форм... вычисленных для двух квадратичных форм» («Математика XIX века», 1981, с.89). Далее авторы книги пишут: «Одновременно с Кристоффелем аналогичные задачи были решены профессором университета в Бонне Рудольфом Липшицем (1832-1903) в «Исследованиях, относящихся к целым однородным функциям и дифференциалам» (1870). Ту же задачу для трехмерных римановых пространств **независимо от Кристоффеля и Липшица** решил Федор

Матвеевич Суворов (1845-1911), уроженец Пермской губернии, ученик П.И. Котельникова, профессор Казанского университета, много сделавший для популяризации открытия Лобачевского» (там же, с.89-90).

Об этом же сообщает С.П. Фиников в статье «О научном направлении кафедры дифференциальной геометрии в МГУ» (журнал «Успехи математических наук», 1954, том 9, № 4): «Обобщение идей Лобачевского и Гаусса на  $n$ -мерный случай было проведено Риманом [13] в его знаменитой лекции 1954 г. Здесь было дано общее понятие метрической геометрии, опирающейся на дифференциальные инварианты положительно определенной квадратичной формы. Кристоффелем [14] и Липшицем [15], с одной стороны, **независимо от них** Ф.М. Суворовым [16], с другой, был выделен тензор кривизны, символы Кристоффеля, намечены ковариантные производные» (Фиников, 1954, с.4).

Здесь [16] – Суворов Ф.М. Характеристики системы трех измерений // Диссертация. – Казань: Казанский университет, 1871.

**809. Открытие алгебры Клиффорда.** Алгебра Клиффорда – ассоциативная алгебра специального вида над некоторым коммутативным кольцом – была открыта двумя исследователями. Основные принципы данной алгебры изложили независимо друг от друга английский математик Уильям Клиффорд (1845-1879) и немецкий ученый Рудольф Липшиц (1832-1903).

Д.С. Широков в кандидатской диссертации «Некоторые вопросы теории алгебр Клиффорда, возникающие в теории поля» (2012) указывает: «В 1843 году Гамильтоном [28] были введены кватернионы, которые сразу же нашли применение в различных областях механики и физики. В 1844 году Грассман [27] ввел понятие внешней алгебры. В 1878 году Клиффорд объединил в своих исследованиях идеи Гамильтона и Грассмана и рассмотрел новые объекты – Геометрические алгебры, которые впоследствии стали называться алгебрами Клиффорда. В 1880-1886 алгебры Клиффорда были **независимо переоткрыты** Рудольфом Липшицем [37]. Липшиц также нашел первое применение алгебры Клиффорда в геометрии, описав вращения в евклидовом пространстве при помощи спинорной группы» (Широков, 2012, с.4).

**810. Формулировка теоремы Коши – Ковалевской.** Имеется в виду теорема о существовании аналитических решений системы дифференциальных уравнений (в том числе нелинейной системы). Ее открыли независимо друг от друга уже упоминавшийся нами французский математик Огюстен Коши и русский математик, ученица Карла Вейерштрасса, Софья Васильевна Ковалевская (1850-1891).

Н.А. Аксенов в статье «Аналитическая разрешимость комплексной задачи Коши для некоторых систем дифференциально-операторных уравнений с переменными коэффициентами» («Ученые записки Орловского государственного университета», 2013, № 6 (56)) пишет: «Теория комплексной задачи Коши для систем дифференциальных и дифференциально-операторных уравнений насчитывает в своем развитии не одно десятилетие. Она берет свое начало от фундаментальных трудов французского математика О.Л. Коши, поставившего эту задачу в 1842 году. Именно он впервые показал, что разрешимость задачи в некотором классе аналитических функций непосредственно связана с аналитичностью и порядками операторных коэффициентов системы уравнений. Впоследствии, в 1875 году, к аналогичному результату **независимо от Коши** пришла С. Ковалевская, поэтому установленные ими результаты вошли в теорию уравнений с частными производными как достаточные условия аналитической разрешимости Коши – Ковалевской (или просто теорема Коши - Ковалевской)» (Аксенов, 2013, с.25).

Об этом же сообщает О.А. Олейник в статье «Теорема С.В. Ковалевской и современная теория уравнений с частными производными» («Соросовский образовательный журнал», 1997, № 8): «В 1842 году французский математик О. Коши (1789-1857), систематически изучавший задачу с начальными условиями для

дифференциальных уравнений, которая в настоящее время носит название задачи Коши, доказал существование аналитических решений этой задачи для обыкновенных дифференциальных уравнений и для некоторого класса линейных систем уравнений с частными производными. Этим вопросам он посвятил четыре статьи» (Олейник, 1997, с.117). Далее автор указывает: «С.В. Ковалевская, по-видимому, **не знала этих работ Коши**; никаких ссылок на них в ее работах нет (интересно отметить, что Коши является автором 789 опубликованных работ, не считая нескольких объемистых монографий). В начале своей работы она приводит формулировки теорем существования аналитических решений обыкновенных дифференциальных уравнений и отмечает, что они взяты из лекций «уважаемого учителя господина Вейерштрасса». <...> С.В. Ковалевская в своей работе доказала теорему о существовании аналитического решения, удовлетворяющего заданным начальным условиям, сначала для квазилинейной системы уравнений с частными производными первого порядка, а затем для общей нелинейной системы любого порядка нормальной формы путем сведения ее к квазилинейной системе» (там же, с.117).

Аналогичные сведения можно найти в книге Л.А. Воронцовой «Софья Ковалевская» (1957), где автор говорит: «Работа Ковалевской вызвала восхищение ученых. Правда, позднее, когда крупный французский математик Дарбу тоже представил свой труд о дифференциальных уравнениях в частных производных, в Парижской академии установили, что **аналогичное сочинение**, но более частного характера, еще раньше Ковалевской написал знаменитый ученый Франции Огюстен Коши. Ни Вейерштрассу, ни его ученице это исследование Коши, оставившего до восьмисот произведений по различным отделам чистой и прикладной математики, **не было известно**. Коши при своей огромной продуктивности, выдвигая богатые идеи, не всегда успевал изложить их полно и ясно. Не отличалось полнотой и это сочинение. <...> В своей диссертации она (Ковалевская – Н.Н.Б.) придала теореме совершенную по точности, строгости и простоте форму. Задачу стали называть «теорема Коши - Ковалевской», и она вошла во все основные курсы анализа» (Воронцова, 1957, с.138).

**811. Открытие метода обобщенного суммирования рядов.** Метод обобщенного суммирования рядов открыли независимо друг от друга русский математик Георгий Феодосьевич Вороной (1868-1908) и шведский ученый Нильс Эрик Нерлунд (1885-1961).

Н.В. Локоть в заметке «Георгий Феодосьевич Вороной» (сборник «Математический Петербург. История, наука, достопримечательности», 2018) указывает: «В математическом анализе известен метод обобщенного суммирования рядов Вороного (1902 г.), **переоткрытый** в 1919 г. шведским математиком Н.Э. Нерлундом. О приоритете Вороного математический мир узнал благодаря английскому переводу работы Вороного, опубликованному Тамаркиным в 1932 г. [4]. Научное наследие Вороного собрано в трехтомном издании [3]» (Локоть, 2018, с.198).

Об этом же сообщают С.А. Степанянц и И.В. Горохова в статье «Производящие функции в вопросах включения методов Вороного - Нерлунда» (Материалы Международной научной конференции «Современные проблемы естественных и гуманитарных наук, их роль в укреплении научных связей между странами», 2019). Авторы говорят о способах суммирования числовых рядов, разработанных Г.Ф. Вороным: «Эти методы были определены русским математиком Вороным в работе [1] в 1902 году. **Независимо от него** датский математик Нерлунд дал определение этих же методов в 1919 году в работе [2]. Впоследствии эти методы стали называть методами Вороного – Нерлунда и обозначать  $(N, P_n)$  или  $(W, P_n)$ » (Степанянц, Горохова, 2019, с.68).

Здесь [1] – Вороной Г.Ф. // Дневник одиннадцатого съезда русских естествоиспытателей и врачей в Петербурге. Под ред. Б.К. Поленова. – Санкт-Петербург: 1902.

[2] – Norlund N.E. Sur une application des fonctions permutables // Lunds Universitetes Ars-skrift. – 1919. – Bd.16. - № 3.

**812. Создание арифметики полей алгебраических чисел.** Разработка арифметики полей алгебраических чисел – заслуга двух исследователей: немецкого математика Рихарда Дедекинда (1831-1916) и русского алгебраиста Егора Ивановича Золотарева (1847-1878). Независимо друг от друга они создали теорию идеальных чисел.

В книге А. Даан-Дальмедико и Ж. Пейффера «Пути и лабиринты. Очерки по истории математики» (1986) имеется примечание редактора, который пишет: «Наряду с Дедекиндом и **одновременно** с ним арифметику полей алгебраических чисел построил Е.И. Золотарев (1847-1878)» (Даан-Дальмедико, Пейффер, 1986, с.376).

Об этом же сообщает В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019): «В 1876 г. Золотарев построил арифметику полей алгебраических чисел для самого общего случая. **Независимо от Дедекинда** он разработал теорию идеальных чисел. Его целью было выяснить делимость одного алгебраического числа на другое, не производя деления» (Прасолов, 2019, с.222-223).

Аналогичные сведения можно найти в очерке Б.Н. Делоне «Работы Гаусса по теории чисел» (сборник «Карл Фридрих Гаусс», 1956). Сначала автор отмечает заслуги немецкого математика Эрнста Куммера, который в 1846 г. изучал частные случаи полей, зависящих от корней уравнений деления круга, и ввел для этих полей идеальные числа, позволяющие сохранить теорему о единственности разложения на простые множители. Далее автор указывает: «Позже, в начале 70-х годов, одновременно и **независимо друг от друга**, разными способами показали то же самое для общего поля алгебраических чисел Дедекинд (1831-1916) и Золотарев (1847-1878). Еще один способ изложить этот вопрос нашел позже Кронекер (1823-1891)» (Делоне, 1956, с.26).

Прочитируем еще одну работу. Р.О. Кузьмин в статье «Жизнь и научная деятельность Егора Ивановича Золотарева» (журнал «Успехи математических наук», 1947, том 2, № 6) констатирует: «После исследований Куммера одной из центральных проблем в теории чисел оказалось создание общей теории целых алгебраических чисел... Эта большая задача в основном была почти одновременно решена близкими по существу, но различными по форме путями двумя исследователями, шедшими **независимо друг от друга**. Один из них – Дедекинд, развивший теорию целых алгебраических чисел в ряде работ, печатавшихся с семидесятых по девяностые годы XIX столетия (а именно с 1877 по 1895 г.). Другим исследователем был Е.И. Золотарев, главная работа которого по теории алгебраических чисел, его докторская диссертация, напечатана в 1874 г.» (Кузьмин, 1947, с.28).

**813. Создание теории групп Ли и теории алгебр Ли.** Создателем теории групп Ли и теории алгебр Ли обычно считается норвежский математик Софус Ли, о котором мы писали выше, обсуждая открытие новых методов интегрирования дифференциальных уравнений. Однако следует отметить, что независимо от него эти математические концепции разработал немецкий ученый Вильгельм Киллинг (1847-1923). Он вполне самостоятельно обнаружил связь между группами Ли и алгебрами Ли, составил подробную классификацию всех возможных алгебр Ли.

Йен Стюарт в книге «Истина и красота: всемирная история симметрии» (2010) говорит о Вильгельме Киллинге: «Цель, которую он исходно перед собой ставил, была невероятно амбициозна: описать все возможные группы Ли. Лицей не приобретал журналы, в которых публиковался Ли, и Киллинг имел очень ограниченное представление о его работах, но в 1884 году **независимо открыл** роль алгебр Ли. Таким образом, Киллинг знал, что каждая группа Ли связана с алгеброй Ли, и быстро понял, что исследовать алгебры Ли должно быть проще, чем группы Ли, поэтому его задача свелась к классификации всех возможных алгебр Ли» (Стюарт, 2010, с.257).

Автор продолжает: «Потрясающе, что Киллинг преуспел в перечислении всех возможных простых алгебр Ли. Математики называют подобные теоремы классификацией. В глазах Киллинга эта классификация была предельной версией чего-то гораздо более



общего, и его огорчал ряд ограничительных предположений, которые ему пришлось сделать, чтобы добиться хоть какого-то результата. Особенно ему докучала необходимость предполагать простоту, что заставило его перейти к алгебрам Ли над комплексными числами, а не над вещественными» (там же, с.258). «Истинная ценность исследований Киллинга открылась в 1894 году, когда Эли Картан в своей диссертации **заново вывел** всю его теорию, а также сделал значительный шаг вперед в классификации не только простых алгебр Ли, но и их представлений в терминах матриц» (там же, с.264).

Об этом же сообщает Н.А. Вавилов в статье «Простые алгебры Ли, простые алгебраические группы и простые конечные группы» (сборник «Математика XX века. Взгляд из Петербурга», 2010): «Исторически алгебры Ли были **одновременно и независимо** определены Софусом Ли при изучении симметрий дифференциальных уравнений и Вильгельмом Киллингом в связи с задачами дифференциальной геометрии» (Вавилов, 2010, с.21). Далее автор говорит о знаменитой теореме Картана – Киллинга, согласно которой конечномерные простые комплексные алгебры исчерпываются пятью исключительными алгебрами Ли (типов  $E_6$ ,  $E_7$ ,  $E_8$ ,  $F_4$  и  $G_2$ ), которые являются простыми и попарно неизоморфными: «История этого результата достаточно драматична. Он был, по существу, доказан Вильгельмом Киллингом в 1888-1890 годах, но в работе Киллинга было 6 исключительных алгебр, так как он не заметил изоморфизма построенных им алгебр  $E_4$  и  $F_4$ . <...> В 1894 году Эли Картан доказал этот результат в своей диссертации уже в окончательной форме. В силу **ревности** Ли (математика Софуса Ли – Н.Н.Б.), который не хотел делиться честью открытия алгебр Ли, и нежелания французских математиков делить честь получения их классификации между Киллингом и Картаном, вклад Киллинга долгое время оставался недооцененным. Впрочем, обвинять в этом самого Картана никак нельзя, в его диссертации работы Киллинга цитируются 63 раза, в три с лишним раза чаще, чем работы Ли» (там же, с.24).

Приведем еще один источник. М.А. Акивис и Б.А. Розенфельд в книге «Эли Картан» (2007) повествуют: «По совету Вейерштрасса Киллинг занялся проблемой пространственных форм, продолжая исследования Ф. Клейна и Вильяма Кингдона Клиффорда (1845-1879). Эта проблема привела Киллинга к рассмотрению бесконечно малых движений, и в 1884 г. он опубликовал в Браунсберге статью «Расширение понятия пространства» [Kil1], в которой, **независимо от С. Ли**, пришел к понятиям группы Ли и алгебры Ли и поставил задачу классификации простых групп Ли» (Акивис, Розенфельд, 2007, с.40).

**814. Формулировка теоремы о том, что любая конечная группа линейных преобразований от  $n$  переменных имеет эрмитов инвариант.** Данную теорему открыли независимо друг от друга американский математик Гастингс Мур (1862-1932), немецкий ученый Альфред Леви (1873-1935) и его соотечественник Лазарус Фукс (1833-1902).

В.Г. Алябьева в статье «Элиаким Гастингс Мур – основатель первой американской математической школы» («Труды 10 международных колмогоровских чтений», 2012) отмечает: «В 1897 году Мур построил группы, изоморфные симметрической и знакопеременной группам подстановок, в 1898 году доказал теорему: «Любая конечная группа линейных преобразований от  $n$  переменных имеет эрмитов инвариант». Если к положительной эрмитовой форме применить все преобразования некоторой группы  $G$ , затем сложить все результирующие формы, то сумма будет инвариантна относительно  $G$ . Эта теорема, **независимо от Мура**, была открыта А. Леви (A. Loewy, 1873-1935) и Фуксом (L. Fuchs, 1833-1902). Всего с 1893 по 1905 год Мур опубликовал 12 статей по теории групп, в том числе хорошо известную статью 1902 года «Определение абстрактных групп» (Алябьева, 2012, с.175).

**815. Открытие 230-ти пространственных групп симметрии кристаллов.** Исследуя пространственные группы симметрии кристаллов, ученые установили, что существует 230

таких групп, то есть 230 кристаллических пространственных решеток. Это открытие сделали независимо друг от друга немецкий математик Артур Шенфлис (1853-1928) и русский кристаллограф Евграф Степанович Федоров (1853-1919).

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) пишет: «В 1891 г. Шенфлис **независимо** от Евграфа Степановича Федорова (1853-1919) и одновременно с ним установил, что в трехмерном пространстве существует ровно 230 кристаллографических групп. У них обоих были ошибки, но перед публикацией они совместными усилиями избавились от этих ошибок (у Федорова были пропущены 2 группы, и одна группа встречалась дважды, а у Шенфлиса были пропущены 4 группы, и одна группа встречалась дважды)» (Прасолов, 2019, с.238).

Этот же факт рассматривает К.А. Рыбников во 2-ом томе книги «История математики» (1963): «В 1890-1891 гг. русский кристаллограф и геометр Е.С. Федоров и немецкий математик А. Шенфлис **независимо друг от друга** решили методами теории групп задачу классификации всех кристаллических пространственных решеток. Они установили наличие 230 пространственных групп симметрии, состоящих из совокупности самосовмещений кристаллических структур» (Рыбников, 1963, с.174).

Аналогичные сведения можно найти в монографии В.С. Урусова «Теоретическая кристаллохимия» (1987), где автор указывает: «В 1890 г. великий русский кристаллограф Евграф Степанович Федоров (1853-1919) и почти **одновременно и независимо** от него немецкий математик Артур Шенфлис (1853-1928) вывели 230 пространственных групп – 230 геометрических законов, которым должно подчиняться расположение частиц в кристаллических структурах. Передовые ученые разных стран (П. Грот, В.И. Вернадский и др.) сразу оценили выдающееся значение этих работ» (Урусов, 1987, с.13-14).

Приведем еще один источник. Б.Н. Делоне в статье «О правильных разбиениях пространств» (журнал «Природа», 1963, № 2) отмечает: «Каждое кристаллическое вещество имеет вполне определенную кристаллическую структуру, т.е. атомы расположены не как угодно, а по определенному геометрическому закону. Оказывается, таких законов в природе существует конечное число, а именно 230. Впервые это вывели русский кристаллограф Е.С. Федоров и **одновременно и независимо** немецкий математик Шенфлис» (Делоне, 1963, с.62).

**816. Доказательство теоремы о распределении простых чисел.** В 1792-1793 гг. Карл Гаусс эмпирически установил, что плотность распределения простых чисел «в среднем близка к величине, обратно пропорциональной логарифму», то есть у случайно выбранного числа от 1 до  $n$  вероятность оказаться простым примерно равна  $1/\ln n$ . Этой же проблемой занимался А.М. Лежандр, который в 1796 г. обнаружил, что функцию распределения простых чисел  $\pi(x)$  можно описать выражением  $\pi(x) \approx \frac{x}{\ln x - B}$ , где  $B \approx 1,08366$ . Таким образом, Гаусс и Лежандр сформулировали результат, получивший название теоремы о распределении простых чисел. Эту теорему доказали в 1896 г. независимо друг от друга французский математик Жак Адамар (1865-1963) и его бельгийский коллега Шарль Валле-Пуссен (1866-1962).

Иэн Стюарт в книге «Величайшие математические задачи» (2015) пишет: «В 1896 г. Жак Адамар и Шарль-Жан де ла Валле Пуссен **независимо друг от друга** вывели теорему о распределении простых чисел, доказав, что все нетривиальные нули дзета-функции лежат в пределах критической полосы. Доказательства у обоих получились очень сложными и техничными, но, тем не менее, свою задачу они выполнили» (Стюарт, 2015, с.237).

Об этом же сообщает Стивен Кранц в монографии «Изменчивая природа математического доказательства» (2016): «Гауссу не удалось доказать свою гипотезу, но он был убежден в ее истинности. В конце концов, эта так называемая теорема о простых числах была доказана в 1896 г. (**независимо друг от друга**) Жаком Адамаром (1865-1963) и Шарлем Валле Пуссенем (1866-1962). Их доказательство замечательно тем, что глубоко опирается на комплексный анализ (эта область далека от теории чисел и по форме, и по

стилю). Центральную роль в их работе над теоремой о простых числах сыграла знаменитая дзета-функция Бернхарда Римана» (Кранц, 2016, с.233).

**817. Решение задачи о движении пузырька в жидкости.** Задача о движении пузырька в жидкости – это задача об установившемся осесимметричном движении вязкой капли в другой вязкой жидкости под действием силы тяжести. Математическое решение данной задачи нашли в 1911 г. независимо друг от друга Жак Адамар (упомянутый выше) и польский физик и математик Витольд Рыбчинский (1881-1949).

М.А. Носырев в диссертации «Определение скоростей и концентраций дисперсных частиц при стесненном движении...» (2015) пишет: «Одна из задач гидродинамики заключается в определении скорости движения частиц в жидкости. Поскольку рассматривается движение одиночных частиц при малых значениях числа Рейнольдса, то будем считать, что за частицей отсутствует кильватерный след. Если течение осесимметрично, теоретический анализ движения пузырька удобно проводить в терминах функции тока  $\psi$ . Первыми, кто **независимо друг от друга** получил решение о движении пузырька в жидкости, были Адамар [18] и Рыбчинский [19]. Это решение является одним из наиболее важных аналитических решений» (Носырев, 2015, с.12-13).

Об этом же сообщают В.Г. Мазья и Т.О. Шапошникова в книге «Жак Адамар – легенда математики» (2008): «В 1911 г. появились **выполненные независимо** работы В. Рыбчинского [Ш.350] и Адамара [I.168], в которых была решена задача об установившемся осесимметричном движении вязкой капли в другой вязкой жидкости под действием силы тяжести. «Эта проблема, - пишет Адамар, - возникла в исследованиях, которые были нацелены на определение размеров атомов и привели к серии важных экспериментальных работ...» [I.406, с.1311]. Упомянутые исследования опирались на опубликованное еще в 1851 г. Стоксом аналитическое решение задачи о падении твердой сферы в вязкой жидкости. Однако, как отмечали физики, ничто не доказывало законности такого приема, основанного на представлении об атоме как о твердом шаре. В связи с этим Адамар и предпринял попытку найти аналог решения Стокса в предположении, что падающая сфера сама является жидкой» (Мазья, Шапошникова, 2008, с.415).

**818. Обоснование условий R-интегрируемости, то есть интегрируемости функции по схеме Римана.** Обоснование интегрируемости функции по схеме Римана предложили независимо друг от друга несколько ученых. Среди них французский геометр Жан Гастон Дарбу, немецкий математик Поль Дюбуа-Реймон (1831-1889), итальянский исследователь Джулио Асколи (1843-1896), ирландский математик Генри Джон Стивен Смит (1826-1883).

В.С. Рыжий и И.Г. Николенко в книге «Очерки по истории математики второй половины XIX века» (2019) повествуют: «Используя монографию Ф.А. Медведева [79], кратко скажем об истории обоснования в XIX в. условий R-интегрируемости. Год 1875-й является особенным для теории интеграла Римана: в этом году пять математиков из разных стран **независимо друг от друга** опубликовали работы по вопросу об R-интегрируемости (Дарбу во Франции, Томе и Дюбуа-Реймон в Германии, Асколи в Италии, Смит в Англии). Они используют различную терминологию и обозначения основных понятий в теории интеграла Римана, а мы приводим современные» (Рыжий, Николенко, 2019, с.30). «...Все указанные математики, - продолжают авторы, - вводили верхний и нижний интегралы как пределы, соответственно, верхней и нижней сумм, ссылаясь на давно известную теорему о пределе ограниченной монотонной функции числовой переменной и используя эту теорему и для функций  $S(\Pi)$  и  $s(\Pi)$  разбиения  $\Pi$ . А в определении этих сумм использовались понятия точных граней функции, которые были еще совсем новыми» (там же, с.31-32).

Об этом же сообщает А.Я. Дороговцев в учебном пособии «Математический анализ» (2004): «В 1875 г. появилась новая форма условия интегрируемости функции. **Почти одновременно** математики Дарбу, Томе, Г. Смит, Асколи и Дюбуа-Реймон ввели суммы Дарбу  $L(f; \lambda)$  и  $U(f; \lambda)$  для ограниченной функции, нижний и верхний интегралы,

определение интегрируемости и получили критерий интегрируемости, доказана была и теорема Дарбу» (Дороговцев, 2004, с.240).

Аналогичные сведения можно найти в книге М.А. Прохоровича «Курьезы и юмор с физико-математическим уклоном» (2015). Считая настоящим курьезом тот факт, что многие открытия, сделанные несколькими учеными, обычно носят имя одного из них, автор констатирует: «В 1875 г. несколько математиков в Англии, Франции, Германии и Италии приходят к одинаковой новой формулировке условия интегрируемости функции. Дарбу, Томе, Смит, Асколи и Дюбуа-Реймон с разной степенью подробности и точности ввели верхние и нижние интегральные суммы (а также верхний и нижний интегралы)» (Прохорович, 2015, с.11).

**819. Разработка теории множеств.** Хотя подлинным создателем математической теории множеств является немецкий математик, ученик Вейерштрасса, Георг Кантор (1845-1918), независимо от него к некоторым понятиям теории множеств пришел уже упоминавшийся нами автор теории идеальных чисел Рихард Дедекинд.

Ф.А. Медведев в книге «Развитие теории множеств в XIX веке» (1965) подчеркивает: «У Кантора были и предшественники, и современники почти во всех вопросах разрабатываемой им теории. По разным причинам им не удалось получить таких серьезных результатов, каких добился Кантор, но всё же очень многое в теории множеств было сделано или до Кантора, или **независимо от него**» (Медведев, 1965, с.6-7). Далее автор пишет о Рихарде Дедекинде, который независимо от Г. Кантора пришел к теории множеств: «Еще в 1857 г. Дедекинд близко подошел к проблеме замены некоторого класса идеальных элементов (мнимых Галуа) множеством действительных. Однако понадобилось почти полтора десятка лет, чтобы он пришел к мысли о возможности и даже целесообразности замены идеальных элементов определенного вида бесконечными множествами действительных элементов. Введенные им на этом пути множества алгебраических чисел оказались благодатным материалом для обнаружения многих свойств множеств общего вида. Это Дедекинд впервые сделал в 1871 г. в своем 10 дополнении к 2-му изданию «Лекций по теории чисел» П.Г. Лежен-Дирихле» (Медведев, 1965, с.79).

Далее Ф.А. Медведев приводит один из фрагментов этого 10-го дополнения к «Лекциям» Лежен-Дирихле, после чего следующим образом характеризует исследования Р. Дедекина: «В приведенных словах Дедекинда отчетливо выражена и идея актуально бесконечного множества алгебраических чисел, и теоретико-множественные операции включения (делимости одного поля на другое), и пересечения (наибольший общий делитель двух полей) таких множеств; в завуалированной форме содержится понятие суммы двух множеств (наименьшее общее кратное полей)» (Медведев, 1965, с.80-81). «Следующим важным теоретико-множественным понятием, введенным Дедекиндом, служит понятие функции множества, которое здесь он еще не формулирует в сколько-нибудь общей форме, но которым он широко пользуется. Одной из его простейших функций множества является норма идеала  $N(A)$ , т.е. число, относимое к идеалу  $A$  и равное числу классов, на которые распадаются все целые числа данного поля по отношению к идеалу  $A$ , рассматриваемому как модуль сравнения» (там же, с.82).

Уместно вкратце описать аналогию, которой руководствовался Р. Дедекинд при введении ряда операций над множествами. Ф.А. Медведев в той же книге «Развитие теории множеств в XIX веке» (1965) отмечает: «В 1871 г. Дедекинд ввел операции включения, пересечения и суммы множеств только для частных случаев множеств алгебраических чисел. Как показывает терминология, введенная Дедекиндом для обозначения этих операций (делитель, наименьший общий делитель, наименьшее общее кратное), он сознательно руководствовался **анalogией**, имеющейся между ними и соответствующими операциями теории чисел» (Медведев, 1965, с.83).

**820. Доказательство теоремы о том, что мощность всякого совершенного множества равна мощности континуума.** Теорема о том, что мощность всякого совершенного множества равна мощности континуума, была доказана в 1884 г. двумя исследователями. Это сделали независимо друг от друга Георг Кантор и шведский математик Ивар Отто Бендиксон (1861-1935).

Ф.А. Медведев в книге «Развитие теории множеств в XIX веке» (1965) повествует: «Раньше мы привели ряд результатов Бендиксона, полученных им в теории точечных множеств. К сожалению, мы не располагаем еще тремя его работами, опубликованными в 1883-1884 гг. Однако из того, что было сказано о его первой работе, следует, что они несомненно заслуживают внимания. Особенно, по-видимому, интересна вторая из работ «О мощности совершенных множеств точек», в которой **независимо от Кантора** и притом в том же 1884 году доказана теорема о том, что мощность всякого совершенного множества равна мощности континуума. По свидетельству Миттаг-Леффлера, Бендиксон опубликовал свою работу раньше появления соответствующей статьи Кантора» (Медведев, 1965, с.132-133).

**821. Разработка теории действительных чисел.** Теорию действительных чисел построили независимо друг от друга французский математик Шарль Мере (1835-1911), немецкий ученый Генрих Эдуард Гейне (1821-1881), а также его соотечественники Георг Кантор, Рихард Дедекин (и Карл Вейерштрасс).

Г.И. Синкевич в статье «К истории эпсилонтики» (журнал «Математика в высшем образовании», 2012, № 10) отмечает: «... Следует заметить, что в истории науки есть немало примеров **одновременного** возникновения одной и той же идеи у разных ученых при заведомо исключенном заимствовании. Так было с открытием неевклидовой геометрии. Так было с понятием действительного числа, когда Мере, Гейне и Кантор **одновременно** предложили схожие концепции, основанные на критерии сходимости Коши. Вполне возможно, что и в разработке понятия непрерывной функции Больцано и Коши независимо друг от друга шли от Лагранжа» (Синкевич, 2012, с.162).

Об этом же сообщают В.С. Рыжий и И.Г. Николенко в книге «Очерки по истории математики второй половины XIX века» (2019): «Отметим еще, что через несколько лет после Вейерштрасса в начале 70-х гг. XIX в. привели свои теории действительных чисел **независимо друг от друга** и по-разному французский математик Ш. Мэре и немецкие математики Р. Дедекин и Г. Кантор» (Рыжий, Николенко, 2019, с.61).

Приведем еще одно свидетельство. А.Н. Колмогоров и А.П. Юшкевич в «Послесловии» к книге Г. Кантора «Труды по теории множеств» (1985) пишут о статье Г. Кантора, опубликованной в 1872 году: «Кроме того, в этой же статье Кантор предложил носящую его имя теорию действительных чисел, по времени практически совпадающую с теориями, разработанными **независимо друг от друга** Ш. Мерэ, К. Вейерштрассом и Р. Дедекиндом» (Колмогоров, Юшкевич, 1985, с.376).

**822. Открытие парадокса Кантора – Бурали-Форти.** Теория множеств известна не только тем, что привнесла в математику новое понимание природы бесконечности, но и своими парадоксами, первый из которых был обнаружен в 1895-1897 гг. Этот парадокс, относящийся к множеству всех порядковых чисел, открыли независимо друг от друга Георг Кантор и итальянский математик Чезаре Бурали-Форти (1861-1931).

Ф.А. Медведев в книге «Развитие теории множеств в XIX веке» (1965) повествует: «Около 1895 г. Кантор обнаруживает первый парадокс теории и сообщает о нем в письме к Гильберту. Спустя два года Бурали-Форти **независимо приходит** к тому же парадоксу и делает его достоянием всех математиков. Суть этого парадокса достаточно прозрачна. По теории Кантора, всякое множество порядковых чисел, если их расположить по величине, является вполне упорядоченным. Пусть теперь  $W$  – множество всех порядковых чисел. По только что сказанному, оно вполне упорядочено, а потому его порядковый тип является

некоторым порядковым числом, скажем  $\gamma$ . Пусть  $W_\gamma$  – множество порядковых чисел, меньших  $\gamma$ . Тогда  $W_\gamma$  имеет тот же порядковый тип, что и  $W$ . Но  $W_\gamma$  – отрезок множества  $W$ , отсекаемый числом  $\gamma$ . Следовательно,  $W$  и его отрезок  $W_\gamma$  подобны друг другу. Однако Кантор доказал, что вполне упорядоченное множество не может быть подобно никакому своему отрезку. <...> Это противоречие и явилось исторически первым парадоксом теории множеств» (Медведев, 1965, с.178-179).

Об этом же сообщается в книге Ф.А. Медведева «Французская школа теории функций и множеств на рубеже XIX-XX вв.» (1976): «Парадоксы теории множеств начали сознательно формулироваться именно в рассматриваемый нами период (конец XIX века – Н.Н.Б.). Первый из них, относящийся к множеству всех порядковых чисел, открыл около 1895 г. сам Кантор и сообщил о нем в письме Гильберту; через некоторое его время **переоткрыл** Бурали-Форти, опубликовав его содержание в 1897 г. В 1899 г. Кантор же открывает второй парадокс, связанный с мощностью множества всех множеств и письменно сообщает о нем Дедекинду» (Медведев, 1976, с.122).

Аналогичная информация представлена в монографии И.Н. Буровой «Парадоксы теории множеств и диалектика» (1976), где автор констатирует: «Первый парадокс обнаружил сам Кантор в 1895 г. и сообщил о нем в 1896 г. в письме к Гильберту. Этот парадокс связан с рассмотрением порядкового типа множества всех порядковых чисел. Он опубликован в № 11 «Отчетов математического общества Палермо» за 1897 год [213, с.154-164] итальянским математиком Ч. Бурали-Форти (1861-1931), который открыл этот парадокс **независимо от Кантора**, вследствие чего он и называется его именем. Содержание его заключается в том, что при образовании множества всех порядковых чисел образуется новый порядковый тип, которого еще не было среди «всех» трансфинитных порядковых чисел, существовавших до образования множества всех порядковых чисел» (Бурова, 1976, с.27).

**823. Открытие теоретико-множественного парадокса Рассела – Цермело.** Речь идет о парадоксе, в котором обсуждается вопрос о множестве всех множеств, не являющихся элементами самих себя. Этот парадокс открыли независимо друг от друга британский математик Бертран Рассел (1872-1970) и немецкий ученый Эрнст Цермело (1871-1953).

Марио Ливио в книге «Был ли Бог математиком?» (2016) пишет: «В 1908 году немецкий математик Эрнст Цермело (1871-1953) прошел по пути, очень похожему на тот, который проложил Евклид около 300 года до н.э. Евклид сформулировал несколько недоказуемых, но, как предполагалось, самоочевидных постулатов о точках и линиях, а затем на их основании выстроил геометрию. Цермело – который **независимо нашел** парадокс Рассела еще в 1900 году – предложил способ выстроить теорию множеств на таком же аксиоматическом фундаменте. В его теории парадокс Рассела обходится (преодолевается – Н.Н.Б.) при помощи тщательного отбора принципов конструирования, исключавших противоречивые идеи вроде «множества всех множеств». Систему Цермело в 1920-е годы развил и дополнил израильский математик Абрахам Френкель (1891-1965), в результате чего была создана так называемая теория множеств Цермело – Френкеля (важные коррективы внес и Джон фон Нейман в 1925 году)» (М. Ливио, 2016).

М. Ливио совершенно справедливо считает одновременные открытия результатом действия культурных (средовых) факторов, о чем пишет в той же книге: «Культурная составляющая математики, скорее всего, отвечает и за то, что многие математические открытия (например, инварианты узлов) и даже некоторые крупные изобретения (например, математический анализ) были **сделаны одновременно** несколькими независимыми учеными» (М. Ливио, 2016).

Об открытии парадокса Рассела – Цермело сообщает также Констанс Рид в книге «Гильберт» (1977): «...Цермело и Рассел, **независимо друг от друга**, подняли вопрос о множестве всех множеств, не являющихся элементами самих себя. Так как элементами этого множества служат множества, которые не содержат себя в качестве своих элементов,

то оно является элементом самого себя тогда и только тогда, когда оно не является элементом самого себя. К 1904 году этот парадокс после его опубликования Расселом произвел в математике, по мнению Гильберта, «эффект полной катастрофы». Один за другим выдающиеся специалисты в теории множеств – сам Фреге, а также Дедекин, - признав поражение, бросили свои исследования в этой области» (Рид, 1977, с.132).

Этот же эпизод истории науки обсуждает Ф.А. Медведев в книге «Французская школа теории функций и множеств на рубеже XIX-XX вв.» (1976): «В 1902 г. Рассел открыл и в 1903 г. опубликовал свой парадокс множества всех множеств, не являющихся собственными элементами; его же **независимо обнаруживают** Фреге и Цермело» (Медведев, 1976, с.122).

Протицируем еще одну работу. И.Н. Букова в книге «Парадоксы теории множеств и диалектика» (1976) повествует: «Третий парадокс был открыт в 1902-1903 гг. **одновременно** Б. Расселом и Э. Цермело [160, 220, 30, 234]. Этот парадокс заключается в том, что оказывается невозможным однозначно ответить на вопрос, существует ли правильное множество всех правильных множеств. Действительно, множество Т может объединять все правильные множества. Но в таком случае возникает вопрос относительно него самого: поскольку оно является правильным, оно должно быть включено в самое себя. Но, включенное в себя самое, оно перестает быть правильным и должно быть исключено из множества всех правильных множеств как неправильное» (Букова, 1976, с.34). Автор добавляет: «Нужно также отметить, что парадокс Рассела – Цермело нанес буквально душевную травму Г. Фреге» (там же, с.35).

**824. Открытие парадокса Ришара.** В теории множеств известен семантический парадокс, получивший название «парадокс Ришара». Его открыл и описал французский математик Жюль Антуан Ришар (1862-1956). Но Ришар не является единственным автором этого математического результата, поскольку независимо от него упомянутый парадокс обнаружил американский математик Леонард Юджин Диксон (1874-1954).

Ф.А. Медведев в книге «Французская школа теории функций и множеств на рубеже XIX-XX вв.» (1976) пишет: «В 1905 г. публикуется письмо Ришара [1], содержащее парадокс, связанный с конечной определимостью, который, по существу, **установил тогда же** и Диксон. На Международном конгрессе математиков в Гейдельберге (1904 г.) Гильберт поставил проблему разрешения этих антиномий как одну из первоочередных задач математиков» (Медведев, 1976, с.122).

Этот же факт нашел отражение в книге Ф.А. Медведева «Ранняя история аксиомы выбора» (1982): «Выше говорилось, что работа Цермело [2] представляет собой письмо Гильберту, который сразу же опубликовал содержание этого письма, быть может, даже сомневаясь в корректности рассуждений Цермело. Аналогично поступил Адамар [2] с письмом Ришара, содержащим парадокс конечной определимости, опубликовав текст письма в июньском номере «Revue generale des sci. pures et appl.» за 1905 г. Тот же самый парадокс **независимо обнаружил** Диксон» (Медведев, 1982, с.245).

**825. Открытие приводимых множеств конечных порядков.** Приводимые множества конечных порядков открыли независимо друг от друга Георг Кантор, Поль Дюбуа-Реймон и упоминавшийся выше ирландский математик Генри Джон Стивен Смит.

Ф.А. Медведев в книге «Французская школа теории функций и множеств на рубеже XIX-XX вв.» (1976) отмечает: «Как мы уже сказали, заход в теорию функций ее первого этапа совершил Генри Д. Стефен Смит (1826-1883). Его основные работы относятся к теории чисел. Но его статья «Об интегрировании разрывных функций» (1875 г.) – одна из лучших работ этого периода – явилась важным вкладом в теорию функций и множеств. Здесь он, **независимо от Кантора** и Дюбуа-Реймона, ввел приводимые множества конечных порядков; впервые построил примеры совершенных нигде не плотных множеств положительной и нулевой меры...» (Медведев, 1976, с.161).

**826. Решение проблемы континуума в теории множеств.** Как известно, проблему континуума решил в 1963 году американский математик Пол Джозеф Коэн (1934-2007). Вершиной профессиональной деятельности П. Коэна в области теории множеств стало опубликованное им в 1963 г. доказательство невозможности обоснования континуум-гипотезы в аксиоматике Цермело – Френкеля с аксиомой выбора, а также доказательство независимости аксиомы выбора от остальных аксиом Цермело – Френкеля. За это достижение в 1966 г. П. Коэн удостоен медали Филдса – самой престижной математической награды. Однако независимо от П. Коэна аналогичные результаты в теории множеств получил чешский математик Петр Вopenка (1935-2015).

Н.Я. Виленкин в книге «Рассказы о множествах» (2005) пишет: «Неудачи попыток решить проблему континуума не были случайными. Положение здесь напоминает историю постулата о параллельных прямых. Этот постулат пытались на протяжении двух тысячелетий вывести из остальных аксиом геометрии. После работ Лобачевского, Гильберта и других ученых выяснилось, что он не противоречит остальным аксиомам, но и не может быть выведен из них. Точно так же оказалось, что для подходящей аксиоматики теории множеств утверждение о существовании промежуточной мощности не противоречит остальным аксиомам (результат немецкого математика К. Геделя, 1938 г.), но и не выводимо из них (это почти **одновременно и независимо друг от друга** доказали американец Коэн, 1963-1964 гг. и чех Вopenка, 1964 г.)» (Виленкин, 2005, с.86).

Об этом же сообщается в книге Н.Я. Виленкина «В поисках бесконечности» (1983): «...Лузин предвидел, что может возникнуть парадоксальная ситуация, когда аксиомам теории множеств не будут противоречить ни континуум-гипотеза, ни ее отрицание. В 1963 г. Поль Коэн доказал, что дело обстоит именно так. Ему удалось доказать, что из системы аксиом Цермело – Френкеля нельзя вывести континуум-гипотезу. Кроме того, оказалось, что аксиома выбора не зависит от остальных аксиом Цермело -Френкеля подобно тому, как аксиома о параллельных не может быть ни доказана, ни опровергнута на основе остальных аксиом геометрии. При этом выяснилось, что к системе аксиом, полученной из системы Цермело – Френкеля заменой аксиомы выбора на ее отрицание, можно без противоречия присоединить и утверждение о невозможности полной упорядоченности континуума. **Почти одновременно с Коэном** близкие (и даже более сильные) результаты получил чешский математик П.Вopenка» (Виленкин, 1983, с.146).

Приведем еще один источник. А.Н. Тихомирова в книге «Теория алгоритмов» (2008) повествует: «Естественно возникает вопрос – а нет ли в природе «промежуточного» множества, которое имело бы мощность больше, чем количество натуральных чисел, но при этом меньше, чем множество точек на прямой? Этот непростой вопрос получил название «проблема континуума». Она же известна как «континуум-гипотеза» или «первая проблема Гильберта». Точная формулировка звучит следующим образом - континуум-гипотеза: с точностью до эквивалентности существуют только два типа бесконечных числовых множеств: счетное множество и континуум» (Тихомирова, 2008, с.82-83). Далее автор отмечает: «...После долгих исследований по вопросу континуум-гипотезы в 1938 году немецкий математик Курт Гедель доказал, что существование промежуточной мощности не противоречит остальным аксиомам теории множеств. И позднее, в 1963-1964 годах почти одновременно, но **независимо друг от друга**, американский математик Коэн и чешский математик Вopenка показали, что наличие такой промежуточной мощности не выводимо из остальных аксиом теории множеств» (там же, с.83).

**827. Открытие фрактального множества, названного «канторова пыль».** Несмотря на то, что данное фрактальное множество носит имя Георга Кантора, его независимо обнаружили и описали британский математик Генри Джон Смит (упоминавшийся выше) и итальянский ученый Вито Вольтерра (1860-1940).



П.Н. Антонюк в статье «Страницы истории фракталов» (сборник «Историко-математические исследования», выпуск 15 (50), 2014) пишет: «...Георг Кантор (1845-1918) построил на прямой фрактальные множества, позднее получившие названия «канторовы дисконтинуумы» и «канторова пыль». Простейшим из них является так называемое канторово множество [9] – подмножество единичного отрезка прямой, имеющее мощность континуума и нулевую длину (нулевую меру Лебега). **Независимо от Кантора** примеры канторовой пыли появились в работах Г. Дж. С. Смита (1875 г.) и В. Вольтерра (1881 г.). Прямое произведение канторовой пыли на окружность хорошо моделирует структуру колец Сатурна (не удастся только смоделировать спицы – радиальные образования в кольцах)» (Антонюк, 2014, с.197-198).

Об этом же сообщает Бенуа Мандельброт в книге «Фрактальная геометрия природы» (2002): «...Если теории интегрирования Архимеда, Коши и Лебега можно смело считать богоданнами, то теория Римана, вне всякого сомнения, представляет собой неуклюжее человеческое изобретение. В самом деле, Смит в 1875 г. (смотрите главу XXV в [529]) показал, что она неприменима к функциям, точки разрыва которых принадлежат определенным множествам. И какие же множества он привел в качестве примера? Канторову пыль (описанную в главе 8) и пыль положительной меры (смотрите главу 15). Вито Вольтерра (1860-1940) **независимо воспроизвел** второй контрпример Смита в 1881 г.» (Мандельброт, 2002, с.566).

**828. Разработка метода малого параметра для решения дифференциальных уравнений.** Обычно создателем метода малого параметра считается французский математик Анри Пуанкаре, который широко использовал его в своих работах по небесной механике. Метод называют методом малого параметра, потому что он предполагает разложение решения дифференциального уравнения в ряд по степеням малого параметра. Следует, однако, отметить, что независимо от Пуанкаре данный метод разработал отечественный математик Александр Михайлович Ляпунов (1857-1918).

Б.Н. Фрадлин в книге «Юрий Дмитриевич Соколов» (1984) пишет: «А.М. Ляпунов (1889) расширил постановку проблемы устойчивости эквидистантного решения Лагранжа задачи трех тел, рассмотрев такие движения, в которых стороны треугольника изменяются периодически в некоторых пределах  $r_0 \neq 0$  и  $r_1 \neq \infty$ . Ограничиваясь, как и его предшественники, первым приближением, он составил дифференциальные уравнения возмущенного движения и доказал, что решение вопроса об устойчивости приводится к определению двух постоянных. Указав способы их вычисления, Ляпунов получил ряд важных теорем, характеризующих устойчивость и неустойчивость рассматриваемого движения. В своих рассуждениях автор пользуется созданным им (**независимо от Пуанкаре**) методом разложения решений системы линейных дифференциальных уравнений в бесконечные ряды по степеням малого параметра при условии, что коэффициенты уравнений являются периодическими функциями аргумента, голоморфными относительно этого аргумента и соответствующего параметра» (Фрадлин, 1984, с.44).

Но, как говорил еще Лаплас, зачатки многих важных идей содержатся в трудах Леонарда Эйлера, которого он (Лаплас) вполне справедливо называл «нашим общим учителем». Поэтому не стоит удивляться, что алгоритмическую составляющую метода малого параметра можно найти в работах Эйлера. В 1-ом томе книги «История отечественной математики» (1966), написанном под редакцией И.З. Штокало, сообщается: «В работах Эйлера по небесной механике получил дальнейшее развитие метод бесконечных рядов. Наряду с разложениями по степеням независимого переменного, Эйлер применил разложение по степеням **малого параметра**, а вместе со степенными рядами для приближенного решения нелинейных дифференциальных уравнений – тригонометрические ряды» («История отечественной математики», 1966, с.250).

**829. Открытие метода параметрикса, выявляющего связь между дифференциальными и интегральными уравнениями.** Указанный метод, демонстрирующий связь между дифференциальными и интегральными уравнениями, разработали независимо друг от друга немецкий математик Давид Гильберт (1862-1943) и итальянский математик Эудженио Леви (1883-1917), известный своим вкладом в теорию групп, теорию дифференциальных операторов и теорию функций нескольких комплексных переменных.

Герман Вейль в статье «Давид Гильберт и его математические труды», которая в качестве послесловия содержится в книге Констанс Рид «Гильберт» (1977), пишет: «Быть может, самым великим достижением Гильберта в области интегральных уравнений является его обобщение теории спектрального разложения с вполне непрерывных на так называемые ограниченные квадратичные формы. Он находит, что в этом случае спектр будет содержать точки накопления и, кроме того, будет присутствовать и непрерывная часть. И снова Гильберт использует непосредственный переход к пределу, увеличивая число переменных *ad infinitum*. И, как прежде, вскоре после этого были найдены простые доказательства его результатов. Расширяя таким образом границы этой общей теории, он не упускает из виду обыкновенные дифференциальные уравнения и уравнения в частных производных, которые дали ей начало. **Одновременно** с молодым итальянским математиком Эудженио Элиа Леви он развил метод параметрикса, перебрасывающий мост между дифференциальными и интегральными уравнениями. Для заданного эллиптического дифференциального оператора второго порядка  $\Delta^*$  параметрикс  $K(s, t)$  представляет собой нечто вроде качественного приближения к функции Грина, как и последняя, завися от значений аргумента  $s$  и параметра  $t$ » (Вейль, 1977, с.353-354). Автор добавляет: «Совсем недавно гильбертов метод параметрикса помог установить центральную теорему существования в разработанной У.В.Д. Ходжем теории гармонических интегралов на компактных римановых пространствах» (там же, с.356).

**830. Строгое обоснование принципа Дирихле.** Как известно, в теории потенциала принцип Дирихле утверждает, что «минимизатор» определенного функционала энергии является решением уравнения Пуассона. Другая формулировка: функция, минимизирующая энергию, представляет собой решение уравнения Пуассона, которому подчиняются гравитационные и электрические поля. Приоритет строгого обоснования принципа Дирихле часто отдается Давиду Гильберту (упомянутому выше), однако независимо от него этот же результат получил итальянский математик Чезаре Арцела (1847-1912).

В.Г. Мазья и Т.О. Шапошникова в книге «Жак Адамар – легенда математики» (2008) пишут: «Итак, на рубеже XIX-XX веков теория краевых задач имела значительные успехи. Она уже была в состоянии охватить линейные уравнения с переменными аналитическими коэффициентами и даже общие нелинейные эллиптические уравнения в случае двух независимых переменных. <...> А как же обстояло дело с принципом Дирихле? Эта некогда столь привлекательная идея в течение долгих лет ждала своего часа. Наконец, Ч. Арцела в 1896 г. и Д. Гильберт в 1897 г., в докладе на первом Международном математическом конгрессе, **независимо дали** строгое обоснование вариационного принципа решения задачи Дирихле» (Мазья, Шапошникова, 2008, с.351-352).

**831. Создание теории автоморфных функций.** Создателями теории автоморфных функций являются Анри Пуанкаре и немецкий математик Феликс Клейн (1849-1925), которые трудились независимо друг от друга. Их работа над концепцией автоморфных функций имела форму соперничества, в ходе которого они вели активную переписку, сообщая друг другу о полученных результатах. Победителем в этом состязании оказался Пуанкаре. В отличие от Ф. Клейна, который при изучении автоморфных функций больше полагался на детальный эмпирический анализ и индуктивное обобщение выявленных

фактов, Пуанкаре использовал не только этот анализ. Он также генерировал смелые аналогии, обнаруживая связи между далекими областями математики. Например, он открыл аналогию между преобразованиями, выполняемыми в теории автоморфных функций, и преобразованиями, выполняемыми в геометрии Лобачевского. Именно это обусловило его лидерство в состязании с Ф. Клейном. Тем не менее, создание указанной теории – заслуга обоих ученых.

А. Тяпкин и А. Шибанов в книге «Пуанкаре» (1982) пишут о соперничестве, возникшем между Ф. Клейном и А. Пуанкаре в процессе разработки теории автоморфных функций: «По своему творческому складу Клейн резко отличался от Пуанкаре. Судьба столкнула в научном противоборстве искрометного французского Моцарта и обстоятельного немецкого Сальери. Клейн предпочитал двигаться вперед постепенно, шаг за шагом, не пропуская ни единой промежуточной ступени. Не будь Пуанкаре, он развил бы этот раздел математики, последовательно переходя от одних частных видов функций к другим, более общим, от одной стадии обобщения к другой, более глубокой. Браться за решение задачи сразу во всей ее общности было несвойственно его творческому методу. Но быстрый и подвижный ум Пуанкаре навязывал ему совсем иной стиль работы. Не принять его правил игры – значило безнадежно отстать, попросту проиграть. И Клейну пришлось работать в совершенно несвойственной ему манере» (Тяпкин, Шибанов, 1982, с.129). «...Соревнование с Пуанкаре дорого обошлось Клейну, вызвав сильнейшее нервное переутомление, за которым последовала глубокая депрессия» (там же, с.130).

Об этом же состязании двух ученых сообщает С.Г. Гиндикин в книге «Рассказы о физиках и математиках» (2006). Автор говорит об Ф. Клейне: «Он начал переписку с Пуанкаре; они обменялись 26 письмами. Клейн, уже известный математик (хотя только на 5 лет старше Пуанкаре), выступает в роли очень тактичного учителя. Он знакомит Пуанкаре с теорией Римана, о которой тот не имел представления, но мгновенно усвоил. Клейн решается на соревнование с Пуанкаре: улучшает доказательство основного результата и намечает его обобщение. Эта история окончилась для Клейна печально: «Цена, которую мне пришлось заплатить за мои работы, была во всяком случае очень велика, так как мое здоровье оказалось совершенно расшатанным» (Гиндикин, 2006, с.393-394).

**832. Создание теории асимптотических рядов.** Теорию асимптотических рядов разработали независимо друг от друга Анри Пуанкаре и голландский математик Томас Стилтес (1856-1894).

У. Джоунс и В. Трон в книге «Непрерывные дроби. Аналитическая теория и приложения» (1985) пишут: «П.Л. Чебышев (1821-1894) применял непрерывные дроби в более чем двадцати своих работах. Первая из них появилась в 1854 г., последняя – в год его смерти. Во всех проблемах, упомянутых выше (проблемах представления функций непрерывной дробью – Н.Н.Б.), он получил весьма глубокие результаты. Так как Чебышев не придавал большого значения чтению современной математической литературы, ему, вероятно, не было известно, что Т. Стилтес (1856-1894), начиная с 1884 г., в некоторой степени воодушевленный работой Чебышева [1858], решал многие из задач, над которыми работал Чебышев. (По иронии судьбы одним из принципов Чебышева было убеждение, что усилия, затраченные на изучение работ других авторов, лишают индивидуальности собственные работы). Ко времени смерти обоих, которая настигла их в декабре 1894 г., Стилтес значительно обогнал Чебышева...» (Джоунс, Трон, 1985, с.28).

Далее авторы указывают: «Стилтес с 1890 г. был нездоров и с трудом закончил эти исследования (исследования метода непрерывных дробей – Н.Н.Б.). Его интерес к этой проблеме проистекал не только из теории квадратур, но также из задачи «суммирования» некоторых расходящихся рядов. Как это часто бывает в истории математики, Стилтес (в своей диссертации [1886]) и Пуанкаре (1854-1912) в работе [1886] сделали важный вклад в этой области в один и тот же год. Оба они находились в это время в Париже, но, очевидно, не знали о работах друг друга. Тот факт, что теория асимптотических рядов, которой оба

они занимались, может использовать непрерывные дроби, уже предполагался Э. Лагерром (1834-1886) в 1879 г. и был известен Ш. Эрмиту (1822-1901). Для асимптотических рядов Стилтес использовал термин «полусходящиеся», который применялся в то время в несколько более узком смысле. Эрмит был покровителем и другом Стилтеса. Они регулярно переписывались с 1882 по 1894 гг., и Эрмит был одним из оппонентов диссертации Стилтеса (остальными оппонентами были Дарбу и Тиссеран)» (там же, с.28).

**833. Решение проблемы униформизации алгебраических кривых.** Феликс Клейн (1883) предположил, что должна быть справедлива теорема униформизации алгебраических кривых для римановых поверхностей. А. Пуанкаре (1883) распространил данную теорему на произвольные многозначные аналитические функции и привел ряд аргументов в ее пользу. Строгое доказательство теоремы униформизации нашли и опубликовали в 1907 г. независимо друг от друга Анри Пуанкаре и немецкий математик Пауль Кебе (1882-1945).

А. Тяпкин и А. Шибанов в книге «Пуанкаре» (1982) пишут: «Решая проблему униформизации алгебраических зависимостей между двумя переменными (то, что потом получило название 22-й проблемы Гильберта), Пуанкаре использовал открытые им функции (автоморфные функции – Н.Н.Б.). Не раз он возвращался к этой проблеме в своем последующем творчестве и в 1907 году **одновременно с П. Кебе** дал ее окончательное решение» (Тяпкин, Шибанов, 1982, с.133). В другом месте своей книги авторы повторяют эту мысль: «22-я проблема Гильберта формулируется следующим образом: «Обобщить теорему Пуанкаре, утверждающую, что любое алгебраическое соотношение между двумя переменными можно униформизовать с помощью автоморфных функций от одной переменной». Проблема эта была решена в 1907 году самим Пуанкаре и **одновременно Кебе**» (там же, с.271).

Об этом же сообщает Д.Я. Стройк в книге «Краткий очерк истории математики» (1969): «Пуанкаре (и, **независимо**, П. Кебе, 1882-1945, Германия) решил проблему униформизации, доказав для любой неоднозначной аналитической функции  $w = f(z)$  возможность представления аргумента  $z$  и функции  $w$  однозначными аналитическими функциями вспомогательной переменной» (Стройк, 1969, с.277).

**834. Доказательство теоремы Пуанкаре-Вольтерры.** Речь идет о теореме, согласно которой любая многозначная аналитическая функция имеет не более чем счетное число значений. Эту теорему доказали в 1888 г. независимо друг от друга Анри Пуанкаре и итальянский математик Вито Вольтерра (упомянутый выше).

В.С. Рыжий и И.Г. Николенко в книге «Очерки по истории математики второй половины XIX века» (2019) указывают: «Пуанкаре и итальянский математик Вито Вольтерра **независимо друг от друга** доказали и в 1888 г. опубликовали теорему о том, что любая многозначная аналитическая функция имеет не более чем счетное число значений, она называется теоремой Пуанкаре-Вольтерра» (Рыжий, Николенко, 2019, с.219).

Об этом же сообщается в книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981): «...Теорема Пуанкаре о том, что множество значений многозначной функции всегда не более чем счетное, свидетельствует, что множество листов римановой поверхности не более чем счетное. Эту важную теорему в том же 1888 г. **независимо от А. Пуанкаре** опубликовал итальянский математик В. Вольтерра. Поэтому она и называется теоремой Пуанкаре - Вольтерра» («Математика XIX века», 1981, с.246).

**835. Открытие интеграла Лебега.** После того, как в математике появился интеграл Римана, было установлено, что существует большой класс функций, не интегрируемых по Риману. Это определило возникновение нового интеграла, названного «интегралом Лебега», который имеет смысл даже для функций, заданных на произвольных множествах. Несмотря на то, что указанный интеграл носит имя французского математика Анри Леона Лебега (1875-1941), независимо от него новую процедуру интегрирования разработал

английский математик Вильям Генри Юнг (Уильям Генри Янг, 1863-1942). И, как ни удивительно, новый метод интегрирования независимо применял (для частных случаев) российский и советский математик Дмитрий Александрович Граве (1863-1939).

Н.В. Александрова в книге «Математические термины» (1978) пишет о процедуре интегрирования, введенной Анри Лебегом: «За несколько лет до Лебега **аналогичную** процедуру интегрирования применял Граве (только в конкретных примерах). К понятиям «мера Лебега» и «интеграл Лебега» **независимо от Лебега** пришел Юнг (1903-1905). Интеграл Лебега получил признание в математике после того, как Рисс применил его в исследованиях по функциональному анализу» (Александрова, 1978, с.45).

Об этом же сообщает В.А. Добровольский в книге «Дмитрий Александрович Граве» (1968). Автор анализирует статью Д.А. Граве «Об основных предложениях теории функций двух вещественных переменных», опубликованную в 1898 году: «Особенно интересно проводилось вычисление определенного интеграла. По существу, Граве здесь пользовался методом интегрирования Лебега **за несколько лет** до его открытия. Граве применяет тут свой прием на конкретном примере, не давая общих абстрактных определений» (Добровольский, 1968, с.51-52).

Приведем источник, освещающий независимые исследования Вильяма Генри Юнга. И.Н. Песин в монографии «Развитие понятия интеграла» (1966) указывает: «Весьма существенный вклад в новую теорию интегрирования был сделан английским математиком Юнгом (W.H. Young). Его работа «The General Theory of Integration» [1], написанная примерно тремя годами позже заметки Лебега в Comptes Rendus, содержит конструкцию интеграла, **эквивалентную** конструкции Лебега» (Песин, 1966, с.89). Автор добавляет: «Исследование Юнга ценно еще тем, что оно показывает, каким образом определение Лебега (определение меры и интеграла – Н.Н.Б.), кажущееся на первый взгляд совершенно оригинальным, нетрадиционным, фактически может быть получено из фактического определения путем весьма естественного обобщения» (там же, с.99).

**836. Открытие меры Лебега.** Как известно, мера Лебега – это мера, обобщающая понятия длины, отрезка, площади фигуры и объема тела на произвольное  $n$ -мерное евклидово пространство. Мера Лебега является распространением меры Жордана на более широкий класс множеств. Первооткрывателем меры Лебега является упомянутый выше французский математик Анри Лебег, описавший ее в 1902 г. Однако независимо от него эту меру открыл итальянский математик Джузеппе Витали (1875-1932).

Ф.А. Медведев в книге «Французская школа теории функций и множеств на рубеже XIX-XX вв.» (1976) пишет: «В начале XX столетия римановской теорией интегрирования занялся и Джузеппе Витали (1875-1932). Он первоначально не был знаком с идеями Лебега и изучал условия интегрируемости по Риману. В своих исследованиях он, **независимо от Лебега**, пришел в 1904 г. к понятию лебеговской меры и, вероятно, если бы лебеговской теории интеграла не существовало, ему было бы тогда нетрудно приступить к построению аналогичной теории. Но в том же 1904 г. он познакомился с лебеговской диссертацией, и необходимость для него в таком построении не возникла» (Медведев, 1976, с.154).

Об этом же сообщает И.Н. Песин в книге «Развитие понятия интеграла» (1966): «Следует также упомянуть имя Витали [3], который **независимо от других** в 1903-1904 гг. пришел к определению меры, тождественному с определением Лебега, и доказал основные свойства меры. Исследование Витали не связано с интегрированием и предпринято им из желания обобщить понятие длины на произвольные множества, с сохранением свойства счетной ее аддитивности, при помощи процесса, более общего, нежели процессы Жордана и Бореля» (Песин, 1966, с.97-98).

**837. Построение теории функций множеств.** Автором теории функций множеств является Анри Лебег, изложивший некоторые принципы этой теории в статье «Об интегрировании

разрывных функций» (1910). Но независимо от него проблематикой функций множеств занимался итальянский математик Джузеппе Пеано (1858-1932).

Ф.А. Медведев в статье «О работах Анри Лебега по теории функций (к столетию со дня рождения)» (журнал «Успехи математических наук», 1975, том 30, № 4) повествует о Лебеге: «...Он начал построение большой самостоятельной математической теории – теории функций множеств. Функции множества встречались и до Лебега, а Д. Пеано еще в 1887 г. ([28], глава 5) попытался создать учение о таких функциях, отталкиваясь от еще более ранних соображений О. Коши, и притом в более общей, чем у Лебега, ситуации. Несмотря на большой исторический интерес попытки Пеано, она не встретила понимания у математиков, и Лебег, видимо, тогда **не знал о ней**, как и о предвосхищениях Коши. Он совершенно оригинально и более четко ввел понятие функции множества, изучил различные виды таких функций, связал учение о функциях множества со своей теорией интегрирования, и после опубликования его работы [20] теория функций множеств начала интенсивно разрабатываться очень многими учеными» (Медведев, 1975, с.230).

Здесь [20] – статья А. Лебега «Об интегрировании разрывных функций» (1910).

**838. Введение мажорантных и минорантных функций.** Мажорантные и минорантные функции изобрели независимо друг от друга французский математик Шарль Валле-Пуссен (доказавший асимптотический закон распределения простых чисел) и немецкий математик Оскар Перрон (1880-1975).

С. Сакс в монографии «Теория интеграла» (1949), а именно в главе 6 данной монографии, пишет: «Мажорантные и минорантные функции (определяемые в § 3 этой главы) впервые были введены Ш. Валле-Пуссенем при исследовании им свойств интеграла Лебега и аддитивных функций множеств. Совершенно эквивалентные понятия («верхних функций» и «нижних функций») были **введены независимо** О. Перроном [1], который дал с их помощью новое определение интеграла, не требующее понятия меры. Несмотря на то, что в первоначальной форме это определение позволяло интегрировать только ограниченные функции, его легко удалось распространить на неограниченные функции, что привело, как показал О. Бауэр [1], к процессу интегрирования, более общему, чем лебеговский процесс» (Сакс, 1949, с.269).

**839. Обобщение теоремы Томаса Стилтеса.** Речь идет о теореме, описывающей свойства последовательности аналитических функций, равномерно ограниченной по модулю внутри определенной области (в каждом замкнутом круге, принадлежащем области). Впервые ее сформулировал Томас Стилтес, а обобщили независимо друг от друга Джузеппе Витали и М.Б. Портер.

В книге «Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций» (1981) сообщается: «...Голландскому математику, профессору в Гронингене, а затем в университете Тулузы Т.Я. Стилтесу (1856-1894) удалось установить в посмертно напечатанной работе «Исследования о непрерывных дробях» (1894), что если последовательность аналитических функций  $\{f_n(z)\}$  равномерно ограничена по модулю внутри области  $T$  (т.е. в каждом замкнутом круге, принадлежащем области), и если она равномерно сходится на какой-либо подобласти  $T$ , то она равномерно сходится и внутри области  $T$ . Эта теорема Стилтеса была обобщена **независимо друг от друга** Витали («О рядах аналитических функций», 1903) и Портером («Относительно рядов аналитических функций», 1904), показавшими, что заключение остается в силе, если сходимости выполняется на каком-либо подмножестве, имеющем в этой области хотя бы одну предельную точку» («Математика XIX века», 1981, с.253).

Об этом же сообщает А.И. Маркушевич в книге «Очерки по истории теории аналитических функций» (1951): «Условия теоремы Стилтеса были ослаблены в 1905 г. итальянским математиком Витали и английским математиком Портером. Они доказали, что вместо равномерной сходимости в каком-либо круге достаточно потребовать простой

сходимости на множестве точек, имеющем предельную точку в области  $S$ . Факты, отмеченные этими теоремами, получили полное освещение и развитие в трудах французского математика П. Монтеля, установившего в своей докторской диссертации «О бесконечных последовательностях функций» (1907), что равномерная ограниченность последовательности аналитической функции в некоторой области влечет за собой равностепенную непрерывность функций этой последовательности в каждой области  $G'$ , содержащейся вместе со своей границей в области  $G$ » (Маркушевич, 1961, с.85).

**840. Открытие проективных множеств.** Проективные множества впервые описали независимо друг от друга русский математик Николай Николаевич Лузин (1883-1950) и его польский коллега Вацлав Серпинский (1882-1969).

Ф.А. Медведев в книге «Французская школа теории функций и множеств на рубеже XIX-XX вв.» (1976) говорит об Н.Н. Лузине: «После того, как основные свойства  $A$ -множеств были изучены, возникла проблема расширения этого класса множеств, решающим шагом в постановке которой явилось открытие Лузиным того факта, что дополнение  $A$ -множества может оказаться множеством новой и очень сложной природы (1925 г.). Отсюда он пришел к идее проективных множеств, получаемых из  $B$ -множеств при помощи конечного числа операций проектирования и взятия дополнения. Эти множества изучались затем самим Лузиным, Серпинским и др.» (Медведев, 1976, с.177-178). Далее автор в примечаниях указывает: «Почти **одновременно и независимо** от Лузина к целесообразности введения проективных множеств пришел и Серпинский (1925 г.)» (там же, с.177).

**841. Открытие аппроксимаций Паде – Фробениуса.** Аппроксимации, названные именами двух математиков, служат эффективным инструментом приближения аналитических функций непрерывными дробями. Эти аппроксимации открыли независимо друг от друга французский математик, ученик Шарля Эрмита, Анри Эжен Паде (1863-1953) и немецкий алгебраист Фердинанд Георг Фробениус (1849-1917).

Феликс Браудер в предисловии к книге У. Джоунса и В. Трона «Непрерывные дроби. Аналитическая теория и приложения» (1985) пишет: «...Произошел важный и интересный поворот по причинам, которые со временем представляются все менее и менее удивительными: бурный, почти взрывообразный рост применения непрерывных дробей в физических проблемах. Методы, разработанные Фробениусом и Паде в конце XIX в. для приближения аналитических функций подходящими дробями непрерывных дробей, под общим названием аппроксимаций Паде стали главным вычислительным средством в задачах статистической механики и физики твердого тела, быстро распространяясь на другие разделы теоретической физики» (Браудер, 1985, с.9).

Сами авторы книги «Непрерывные дроби» (1985), У. Джоунс и В. Трон пишут: «Исследования проблемы представления произвольных степенных рядов непрерывными дробями были начаты Штерном [1832] и Хейлерманном [1846] и продолжены среди прочих Фробениусом (1849-1917) в работе [1881] и Стилтьесом. Они изучали, в частности, правильные  $S$ -дроби и присоединенные непрерывные дроби. К концу столетия Фробениус в [1881] и Паде (1863-1953) в [1892] предложили даже более общую схему для представления формального степенного ряда  $P(z)$  рациональными функциями. Получающиеся в результате таблицы с двумя входами известны как таблицы Паде для  $P(z)$ » (Джоунс, Трон, 1985, с.26-27).

**842. Открытие аппроксимаций Паде – Фробениуса в трудах Карла Якоби.** Немецкий математик Карл Якоби (1804-1851) – еще один ученый, которого можно причислить к открывателям аппроксимаций Паде. Джордж Бейкер и Питер Грейвс-Моррис в книге «Аппроксимации Паде» (1986) повествуют: «Основная идея метода аппроксимаций Паде, который, в частности, является весьма эффективным методом построения и вычисления

значений степенных рядов, была **открыта независимо**, по крайней мере, дважды. Авторство Паде основывается на его диссертации 1892 г., в которой он изучил такие аппроксимации и расположил их в таблицу, уделив при этом особое внимание экспоненциальной функции. Он, по-видимому, не знал о более ранней работе Якоби (1846 г.), посвященной упрощению метода рациональной аппроксимации Коши, где дано детерминантное представление решения этой задачи. Работе Паде предшествовала также работа Фробениуса (1881 г.), который вывел тождества между соседними рациональными функциями Якоби. Интересно отметить, что в 1740 г. Андерсон, вероятно, **случайно** натолкнулся на аппроксимации Паде логарифмической функции» (Бейкер, Грейвс-Моррис, 1986, с.10).

**843. Создание теории представлений конечных групп над полем комплексных чисел.** Теорию представлений конечных групп над полем комплексных чисел построили независимо друг от друга Фердинанд Георг Фробениус (упомянутый выше) и русский математик Федор Эдуардович Молин (1861-1941).

И.А. Александров, С.Я. Гриншпон, Н.Н. Круликовский и др. в статье «О значении научных работ Ф.Э. Молина» (сборник «Исследования по математическому анализу и алгебре», выпуск 3, 2001) пишут: «Основные результаты исследований Ф.Э. Молина по теории систем гиперкомплексных чисел были изложены им в статье [7]. Работа была представлена в качестве докторской диссертации и после ее успешной защиты 30 сентября 1892 г. Ф.Э. Молин был утвержден доктором чистой математики. Его исследования стали основополагающими для теории строения ассоциативных алгебр» (Александров и др., 2001, с.6).

Далее авторы указывают: «Спустя пять лет после публикации своей диссертации Ф.Э. Молин применил теорию алгебр к теории представлений конечных групп. В статьях [8-10] он доказал полупростоту групповой алгебры конечной группы над полем комплексных чисел, независимо открытую Машке, наличие каждого неприводимого представления конечной группы в его регулярном представлении, установил, что число неэквивалентных неприводимых представлений равно числу классов сопряженных элементов группы, нашел соотношения ортогональности между следами неприводимых представлений и вывел, что степень неприводимого представления является делителем порядка группы. Таким образом, Ф.Э. Молин одновременно с Г. Фробениусом и **независимо от него** является создателем теории представлений конечных групп над полем комплексных чисел» (там же, с.10).

Об этом же сообщает Н.Ф. Канунов в книге «Федор Эдуардович Молин» (1983): «Г. Фробениус, начавший свои известные исследования по теории представлений групп несколькими месяцами ранее Молина (в 1896 г.) методом так называемого группового детерминанта (идущего от Дедекинда), осенью 1897 г. через посредство Э. Штуди познакомился с упомянутыми двумя работами Молина и **с удивлением обнаружил**, что самые существенные результаты его исследований содержатся в работах русского математика. А доказательство одного из предложений, трудностей которого Фробениус в то время не мог преодолеть, уже имеется в докторской диссертации Молина. После этого в ряде своих публикаций [43, 45], выходявших в «Sitzungsberichte» Берлинской академии наук, Фробениус неоднократно и с самой высокой похвалой отзывается о трудах русского алгебраиста» (Канунов, 1983, с.30-31).

Автор добавляет: «...Гиперкомплексный аспект теории представлений конечных групп (т.е. теории, в которой представления последних реализуются через представления группового кольца), вначале был развит Ф.Э. Молиным. Этот аспект Молин разработал в 1895-1897 гг. **независимо и почти одновременно** с Фробениусом, начавшим публикацию серии своих исследований по теории представлений и характеров конечных групп с июля 1896 г.» (там же, с.83).



В «Примечаниях к письмам и отзывам» Н.Ф. Канунов (1983) подчеркивает: «Ф.Э. Молин и Г. Фробениус **независимо друг от друга** открыли и разработали основы теории представлений конечных групп к осени 1897 г.» (там же, с.104).

Независимость исследований Ф.Г. Фробениуса и Ф.Э. Молина отмечает также Н. Бурбаки в книге «Очерки по истории математики» (1963): «Часть результатов Фробениуса была получена **независимо** Ф. Молином в 1897 г. [161]» (Бурбаки, 1963, с.118).

**844. Разработка теории уравнений третьего порядка с неподвижными критическими точками.** Теория уравнений третьего порядка с неподвижными критическими точками была построена, по меньшей мере, тремя французскими математиками. Это сделали независимо друг от друга Поль Пенлеве (1863-1933), Жан Шази (1882-1955) и Рене Гарнье (1887-1984).

В.А. Добровольский в монографии «Очерки развития аналитической теории дифференциальных уравнений» (1974) повествует: «Основная работа по исследованию уравнений третьего порядка в первые два десятилетия нашего века была выполнена двумя талантливыми учениками Пенлеве – Шази (75) и Гарнье. Здесь мы встречаемся с весьма интересным для того времени явлением, когда почти один и тот же круг вопросов стал решаться в одно время двумя математиками одной школы, исходившими из аналогичных основ, но работавшими при этом **независимо друг от друга**. Так как направление их исследований, по крайней мере, корректировалось Пенлеве, то в этом явлении можно усмотреть интересный случай своеобразного научного эксперимента, поставленного Пенлеве, видимо, вполне сознательно. При этом увеличивалась надежность и разнообразие результатов, а также более ускоренное их усвоение в научном обиходе. Случаи развития **сходных идей** и совпадения открытий в математике и вообще в науке встречаются нередко. Примером тому служит построение самого аппарата дифференциального и интегрального исчисления» (Добровольский, 1974, с.230-231).

Автор продолжает: «В данном случае работы Шази и Гарнье не были совместными, в отличие от знаменитого дуэта Брио и Буке; каждый из них публиковался отдельно, но в разработке данного вопроса они получили весьма существенные, частично сходные, друг друга дополняющие результаты и разделяют примерно одинаково заслугу прогресса в данной области» (там же, с.231). «Их многочисленные заметки об уравнениях третьего порядка стали появляться в докладах Парижской академии с 1907 г., а в 1911 г. эти исследования подытожены в больших статьях монографического характера...» (там же, с.231).

**845. Решение седьмой проблемы Гильберта.** Седьмая проблема Гильберта звучит следующим образом: в равнобедренном треугольнике, если отношение угла основания к углу в вершине является алгебраическим, но не рациональным числом, всегда ли отношение между основанием и стороной выражается трансцендентным числом? Д. Гильберт считал эту задачу гораздо более трудной, чем гипотеза Римана о нулях дзета-функции и великая теорема Ферма. Однако он ошибся: седьмая проблема Гильберта была решена уже в 1934 г. Решение нашли независимо друг от друга советский математик Александр Осипович Гельфонд (1906-1968) и немецкий математик Теодор Шнайдер (1911-1988).

Е.П. Ожигова в книге «Шарль Эрмит» (1982) пишет: «В числе проблем, поставленных Д. Гильбертом перед математиками на Международном математическом конгрессе в Париже (том самом, который избрал Эрмита почетным президентом) в 1900 г., был вопрос об арифметической природе чисел вида  $\alpha^\beta$ , где  $\alpha$  – алгебраическое число, отличное от 0 и 1, а  $\beta$  – алгебраическое иррациональное число (седьмая проблема Гильберта). Эта проблема была решена советским математиком А.О. Гельфондом в 1934 г. и несколько позднее, **независимо от него**, - Т. Шнейдером. При этом Гельфонд не забыл о том, что «первый принципиальный шаг вперед после Лиувилля в теории трансцендентных чисел был сделан

Шарлем Эрмитом, применившим классический анализ к исследованию арифметической природы чисел» (Ожигова, 1982, с.92).

Об этом же сообщает Джон Дербишир в книге «Простая одержимость» (2010): «Гильберт утверждал, что ГР (гипотеза Римана – Н.Н.Б.) будет решена в течение его жизни, а Последняя теорема Ферма будет доказана в течение жизни младшего поколения из тех, кто присутствовал в аудитории, но «никто в этом зале не доживет до доказательства Седьмой». На самом деле Седьмая проблема была доказана менее 10 лет назад Александром Гельфондом и Теодором Шнайдером, которые **работали независимо**» (Дербишир, 2010, с.420).

Процитируем еще одну работу. А.А. Карацуба в статье «Эйлер и теория чисел» (сборник «Леонард Эйлер и современная математика», 2008) отмечает: «В 1900 г. Гильберт среди своих 23-х проблем сформулировал утверждение Эйлера в несколько измененной форме как 7-ю проблему: если  $\alpha$  – алгебраическое число,  $\alpha \neq 0, 1$ ,  $\beta$  – алгебраическая иррациональность, то  $\alpha^\beta$  – трансцендентное число. Первый результат в решении этой проблемы получил Гельфонд в 1929 г., затем – Кузьмин (1930 г.). Полностью проблему решили в 1934 г. Гельфонд и, **независимо**, Шнайдер. Была создана большая наука – теория трансцендентных чисел, с большим количеством глубоких результатов об алгебраических и трансцендентных числах и с многочисленными приложениями к диофантовым уравнениям (Туэ, Зигель, Рот, Бейкер, Спринджук, Нестеренко, Бертран и др.)» (Карацуба, 2008, с.23-24).

**846. Открытие метрики Фубини – Штуди.** Эрмитова метрика на комплексном проективном пространстве, названная метрикой Фубини – Штуди, была открыта двумя исследователями, работавшими независимо друг от друга: итальянским математиком Гвидо Фубини (1879-1943) и его немецким коллегой Эдуардом Штуди (1862-1930).

В.В. Прасолов во 2-ом томе книги «История математики» (2019) констатирует: «В 1904 г. Штуди сделал доклад о метрике Фубини – Штуди на международном математическом конгрессе. В том же году эту метрику **независимо ввел** Фубини (об этом упомянуто в примечании к докладу Штуди). Метрика Фубини – Штуди – это метрика на комплексном проективном пространстве» (Прасолов, 2019, с.259).

**847. Доказательство центральной предельной теоремы теории вероятностей.** Эту важную теорему, относящуюся к теории вероятностей, доказали независимо друг от друга два русских математика - Александр Михайлович Ляпунов (упоминавшийся выше в связи с обсуждением метода малого параметра) и Андрей Андреевич Марков (1856-1922).

Е.М. Полищук в книге «Эмиль Борель» (1980) пишет о французском математике Э. Бореле: «Он был уже признанным аналитиком, когда в 1900 г. А.М. Ляпунов и А.А. Марков **независимо друг от друга** и разными путями завершили доказательство центральной предельной теоремы теории вероятностей при весьма общих условиях. Метод моментов Чебышева – Стилтеса, которым пользовался Марков, был Борелю хорошо знаком. Он встречается у него в мемуаре по расходящимся рядам [41] и в книге по вещественным функциям [87]» (Полищук, 1980, с.92).

**848. Доказательство сильного закона больших чисел.** Усиленный закон больших чисел доказал итальянский математик Франческо Паоло Кантелли (1875-1966). Независимо от него аналогичное доказательство нашел польский математик Стефан Мазуркевич (1888-1945), который был учеником Вацлава Серпинского.

Гуго Штейнгауз в статье «Теория вероятностей как инструмент исследований в естествознании и производстве» (Г. Штейнгауз, «Математика – посредник между духом и материей», 2005) пишет: «Смысл сильного закона больших чисел первым осознал Кантелли, который и доказал его в 1916 году. В 1917 г. **независимо от него** то же самое

осуществил С. Мазуркевич, один из трех создателей варшавской математической школы (из-за войны он не знал о публикации Кантелли)» (Штейнгауз, 2005, с.178).

**849. Формулировка теоремы Рашевского – Чжоу.** Как известно, теорема Рашевского – Чжоу утверждает, что для любых двух точек линейно связного субриманова многообразия найдется кусочно-гладкая горизонтальная кривая, соединяющая эти точки. Эту теорему сформулировали независимо друг от друга советский математик Петр Константинович Рашевским (1907-1983) и китайский математик Вэй-Лян Чжоу (1911-1995).

А.М. Вершик и В.Я. Гершкович в статье «Неголономные динамические системы. Геометрия распределений и вариационные задачи» (сборник «Итоги науки и техники», серия «Современные проблемы математики», 1987, том 16, с.5-85) пишут: «...О динамике «кратчайших», то есть вариационных неголономных задачах написано столь мало, что основные результаты мы можем здесь перечислить. Началом развития этих работ следует считать работу Каратеодори (1909), доказавшего соединимость любых двух точек на контактном многообразии допустимой кривой. <...> Любопытно, что Каратеодори эта теорема понадобилась в связи с обоснованием термодинамики, а точнее в связи с точным определением термодинамической энтропии. Хотя эта теорема носит кинематический характер, она может быть использована для определения вариационной (неголономной) метрики, называемой иногда метрикой Карно – Каратеодори. Обобщение теоремы на произвольное вполне неголономное многообразие было дано почти одновременно последователем Каратеодори – Чжоу в 1939 г. и **независимо** П.К. Рашевским в 1938 [46]» (Вершик, Гершкович, 1987, с.10).

Здесь [46] – Рашевский П.К. О соединимости любых двух точек вполне неголономного пространства допустимой линией // Ученые записки педагогического института имени Либкнехта. Серия физико-математических наук. – 1938. - № 2. – С.83-94.

Об этом же сообщают А.В. Борисов, И.С. Мамаев и И.А. Бизяев в статье «Историко-критический обзор развития неголономной механики: классический период» (журнал «Нелинейная динамика», 2016, том 12, № 3): «Отметим, что развитие геометрических методов поспособствовало возникновению теоремы Рашевского – Чжоу, которая была **независимо сформулирована** в работах П.К. Рашевского (1938 г.) [112] и В.Л. Чжоу (1939 г.) [29] и оказала огромное влияние на развитие теории управления» (Борисов и др., 2016, с.395).

**850. Открытие уравнений движения для системы N точечных вихрей на сфере в гамильтоновой форме.** Уравнения движения для системы N точечных вихрей на сфере в гамильтоновой форме открыли независимо друг от друга немецкий математик Эрнст Цермело (упоминавшийся выше) и советский математик В.А. Богомолов. Первый получил эти уравнения в 1902 г., а второй, не зная о его работе, - спустя 75 лет.

А.В. Борисов, А.А. Килин и И.С. Мамаев в статье «Новая интегрируемая задача о движении точечных вихрей на сфере» (журнал «Нелинейная динамика», 2007, том 7, № 2) пишут о работе Э. Цермело, в которой он вывел уравнения движения точечных вихрей на сфере в гамильтоновой форме: «Остановимся подробнее на его замечательной работе [13]. В первой части он доказывает ряд основных гидродинамических теорем о вихревом движении жидкости на произвольной поверхности, вычисляет функцию тока для системы N точечных вихрей, приводит соответствующие законы сохранения и исследует стационарные течения жидкости. Во второй части работы, которая, к сожалению, так и не была опубликована, Э. Цермело впервые записал общие уравнения движения точечных вихрей на сфере в гамильтоновой форме и привел интегралы движения. <...> Отдельно следует отметить, что в своей работе Э. Цермело доказал интегрируемость задачи трех вихрей при произвольных интенсивностях, а для случая разных интенсивностей явно проинтегрировал уравнения движения в эллиптических функциях. В дальнейшем

результаты Э. Цермело, к сожалению, были забыты и **переоткрыты** последующими авторами только во второй половине двадцатого века» (Борисов и др., 2007, с.212).

Далее авторы указывают: «В современном виде общая гамильтонова форма уравнений движения  $N$  точечных вихрей на сфере и их первые интегралы были **переоткрыты** В.А. Богомоловым в работах [1, 2]. В работе [2] В.А. Богомолов также указал явное решение задачи трех вихрей на сфере для случая равных интенсивностей, однако, в отличие от Э. Цермело, не сделал заключения об ее интегрируемости при произвольных интенсивностях» (там же, с.212).

Здесь [1] – Богомолов В.А. Динамика завихренности на сфере // Известия АН СССР. Серия «Механика жидкостей и газа». – 1977. - № 6. – С.57-65.

[2] – Богомолов В.А. О двумерной гидродинамике на сфере // Физика атмосферы и океана. – 1979. – Том 15. - № 1. – С.29-35.

[13] – работа Э. Цермело (1902).

Аналогичные сведения можно найти в следующем источнике. А.В. Борисов, Л.А. Газизуллина и С.М. Рамоданов в статье «Диссертация Э. Цермело о вихревой гидродинамике на сфере» (журнал «Нелинейная динамика», 2008, том 4, № 4) сообщают: «Результаты Цермело были **переоткрыты** В.А. Богомоловым в его работах [3, 4], цитируемых в литературе как первое строгое, систематическое исследование динамики точечных вихрей на сфере. Как мы видим теперь, эта задача была полностью разрешена гораздо раньше. Конечно, это указание на приоритет Цермело не умаляет ценности работы Богомолова» (Борисов и др., 2008, с.504).

**851. Открытие тождеств Бьянки.** Эти тождества, играющие важную роль в математическом аппарате общей теории относительности (ОТО), открыл итальянский математик Луиджи Бьянки (1856-1928). Независимо от него их открыли немецкий математик Аурель Эдмунд Фосс (1845-1931), итальянский ученый Грегорио Риччи-Курбастро (1853-1925) и, как полагают некоторые специалисты, эти тождества самостоятельно вывел Давид Гильберт.

В.П. Визгин в комментариях ко 2-му тому «Избранных трудов» Д. Гильберта (1998) пишет о тождествах Бьянки: «...Полученные сначала А. Фоссом (1880), затем Г. Риччи (1889) и, наконец, **независимо**, учеником Ф. Клейна Л. Бьянки в 1902 г., соответствующие тождества как известное и важное соотношение ими (Д. Гильбертом и А. Эйнштейном – Н.Н.Б.) действительно не использовались. Фактически, Гильберт еще раз **переоткрыл** их в комментируемой работе. Знание этих тождеств Эйнштейном в ноябре 1915 г. могло бы существенно облегчить ему путь к правильным общековариантным уравнениям гравитационного поля (со следовым членом). Эйнштейн понял, что эти тождества выполняются в ОТО, только в конце 1916 г.» (Визгин, 1998, с.572).

О том, что Д. Гильберт самостоятельно открыл тождества Бьянки, сообщает также А.А. Логунов в предисловии к книге А. Пайса «Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна» (1989). А.А. Логунов, в частности, аргументирует: «О Гильберте профессор А. Пайс пишет в главе 14 (смотрите стр.251): «Очевидно, и Гильберт не был знаком с тождествами Бьянки!», и далее в § 15.3 он подчеркивает: «Итак, я утверждаю, что ни Гильберт, ни Эйнштейн не знали тождеств Бьянки в тот критический ноябрь 1915 г.». Поскольку это тождество имеет фундаментальное значение для общей теории относительности, мы остановимся на нем подробнее, точно следуя Гильберту. С тем, что Эйнштейн не знал тождества Бьянки, можно полностью согласиться. Этот вывод профессора Пайса правилен. Что же касается Гильберта, то это тождество он доказал сам. Более того, он установил общее тождество, откуда в частном случае он и получил тождество, называемое в литературе тождеством Бьянки» (Логунов, 1989, с.5).

**852. Формулировка идеи абсолютного параллелизма.** Идея абсолютного параллелизма возникла в науке благодаря усилиям французского математика Эли Картана (1869-1951) и

немецкого физика, создателя теории относительности, Альберта Эйнштейна, которые пришли к этой идее независимо друг от друга. Эйнштейн пытался применить принцип абсолютного параллелизма в своей единой теории поля.

М.А. Акивис и Б.А. Розенфельд в книге «Эли Картан» (2007) пишут: «В работе «Недавние обобщения понятия пространства» [171] Картан привел простейший пример пространства евклидовой связности: сферу, на которой параллельный перенос касательных векторов определен таким образом, что переносимый и перенесенный векторы составляют равные углы с меридианами, проходящими через их начала; при этом геодезическими линиями являются локсодромы. Так как такой параллельный перенос не зависит от пути переноса, он является абсолютным параллелизмом. Этот же пример Картан привел в письме к А. Эйнштейну 8 мая 1929 г., написанном в связи с тем, что Эйнштейн **независимо от Картана** в 1928 г. пришел к понятию абсолютного параллелизма и пытался его применить в своей единой теории поля. Этим письмом началась интенсивная переписка Картана с Эйнштейном об абсолютном параллелизме, опубликованная в сборнике [210]» (Акивис, Розенфельд, 2007, с.223).

Об этом же сообщает Максим Чертанов в книге «Эйнштейн» (2015). Автор описывает события 1928 года: «Эйнштейн лечился, в постели лежал не без толку, занимался своим абсолютным параллелизмом, в июне и августе опубликовал статьи в «Анналах математики» - как обычно, выяснилось, что этот подход уже использует другой человек, француз Эли Картан, который, конечно, рассердился, но Эйнштейн ответил, что **даже не слышивал** о его работе. (Теперь попытку выстроить Общую теорию всего на основе абсолютного параллелизма называют теорией Эйнштейна - Картана)» (Чертанов, 2015, с.219).

**853. Введение понятия локально-выпуклого пространства - важного понятия функционального анализа.** Понятие локально-выпуклого пространства ввели независимо друг от друга американский математик венгерского происхождения Джон фон Нейман и советский математик Андрей Николаевич Тихонов (1906-1993).

Е.М. Богатов в статье «Об истории метода неподвижной точки и вкладе советских математиков (1920-1950-е гг.)» («Чебышевский сборник», 2018, том 19, вып.2) пишет: «...Нетривиальный шаг в развитии метода неподвижной точки состоял в отказе от требования полноты пространства. Это произошло в рамках развития топологических представлений о бесконечномерных пространствах, которое привело к появлению понятия локально-выпуклого пространства, введенного **практически одновременно**, в 1935 г., А.Н. Тихоновым [38] и Дж. фон Нейманом [39]. По определению Тихонова, локально-выпуклые пространства – это топологические векторные пространства, в которых существует база окрестностей нуля, состоящих из выпуклых множеств [38, с.768]. Отметим, что любое банахово (и вообще нормируемое) пространство локально выпукло. Обратное неверно. Более того, локально-выпуклое пространство нормируемо тогда и только тогда, когда оно содержит ограниченное открытое множество (теорема Колмогорова)» (Богатов, 2018, с.37).

**854. Создание теории неограниченных эрмитовых операторов.** Теорию неограниченных эрмитовых операторов построили независимо друг от друга Джон фон Нейман (упомянутый выше) и американский математик, ученик Джорджа Биркгофа, Маршалл Стоун (1903-1989).

Н.Н. Круликовский в книге «Пути развития спектральной теории обыкновенных дифференциальных операторов» (2008) пишет: «Систематическое спектральное изучение операторов связано с теорией неограниченных эрмитовых операторов, развитой Дж. фон Нейманом в работе 1929 г. и **независимо от него** М. Стоуном в то же время» (Круликовский, 2008, с.150).

Об этом же сообщает М.И. Монастырский в статье «Джон фон Нейман» (УФН, 2004, том 174, № 12). Автор говорит о фон Неймане: «Ему удастся доказать теорему о спектральном разложении для неограниченных операторов, включая и операторы с

непрерывным спектром. Эти результаты были существенным продвижением по сравнению с классическими результатами его предшественников: Д. Гильберта, Э. Шмидта, Э. Хеллингера, Х. Хана, Т. Карлемана, в основном рассматривавших только ограниченные операторы. Несколько позднее он и **независимо М. Стоун** построили теорию операционного исчисления подобных операторов» (Монастырский, 2004, с.1377).

**855. Классификация унитарных представлений специальной трехмерной группы Ли (группы Гейзенберга).** Классификация унитарных представлений группы Гейзенберга – еще один математический результат, который был получен Джоном фон Нейманом и Маршаллом Стоуном независимо друг от друга.

А.А. Кириллов в работе «Введение в теорию представлений и некоммутативный гармонический анализ» (сборник «Итоги науки и техники», серия «Современные проблемы математики», 1988, том 22) пишет: «Довольно скоро выяснилась потребность в рассмотрении некомпактных групп и их бесконечномерных представлений. Строгая формулировка канонического коммутационного соотношения квантовой механики  $PQ - QP = i\hbar$  выглядит довольно громоздкой из-за необходимости согласовывать области определения неограниченных операторов  $P$  и  $Q$ . Удобную форму этого соотношения предложил Г. Вейль... Несколько неопределенный вопрос об описании реализаций коммутационных соотношений превратился в четкую задачу классификации унитарных представлений специальной трехмерной группы Ли (позже получившей наименование группы Гейзенберга). Эта задача была **независимо решена** Стоуном (1930) и Дж. фон Нейманом в 1931 г. Тем самым один из основных принципов квантовой механики оказался вариантом проявления «симметрии» в природе» (Кириллов, 1988, с.10).

**856. Создание математической теории игр.** Автором математической теории игр обычно считается Джон фон Нейман, который в 1928 г. опубликовал статью «К теории стратегических игр», а спустя 18 лет совместно с Оскаром Моргенштерном издал книгу о теории игр – одну из важных работ из всего наследия фон Неймана. Однако независимо от него основные идеи математической теории игр, в том числе теорему о минимаксе, сформулировал французский математик Эмиль Борель (1871-1956).

Е.М. Полищук в книге «Эмиль Борель» (1980) пишет: «...Одно из главных достижений позднего периода творчества Бореля – создание начал теории стратегических игр. Последняя, как известно, была одновременно и независимо от Бореля основана и далеко развита в работах фон Неймана» (Полищук, 1980, с.93). Автор добавляет: «Например, такой авторитет, как Р. Беллман, в своей книге в 1961 г. говорит, что теория игр была одновременно построена Борелем и фон Нейманом **независимо друг от друга**. Там же отмечается, что краеугольный камень всей теории игр – теорема о минимаксе фон Неймана – была ранее для случая  $n=4$  установлена Борелем» (там же, с.134).

Об этом же сообщает Ф.А. Медведев в книге «Французская школа теории функций и множеств на рубеже XIX-XX вв.» (1976): «Наконец, с именем Бореля связано возникновение одной из самых молодых математических дисциплин – теории игр. Соответствующие его работы относятся к 1921-1928 гг.; исследования же фон Неймана, отчасти **независимо повторившего** более ранние соображения Бореля, но развившего их глубже и шире, начались лишь с 1928 г.» (Медведев, 1976, с.193).

Приведем еще один источник. Энрико Родригес в книге «Камень, ножницы, теорема. Фон Нейман. Теория игр» (2015) констатирует: «Предшественником фон Неймана в моделировании игр был французский математик Эмиль Борель (1871-1956), опубликовавший с 1921 по 1927 год серию работ по теории игр, целью которых было установить выигрышные стратегии вне зависимости от фактора удачи или психологического состояния игроков в момент принятия решений. Несмотря на то, что их работы в чем-то схожи, фон Нейман всегда утверждал, что проводил свои исследования совершенно **независимо от Бореля**» (Родригес, 2015, с.72).

**857. Формулировка топологической теории размерности.** Топологическая теория размерности разработана голландским математиком Яном Брауэром (1881-1966). Как отмечают специалисты, он дал определение «большой индуктивной размерности». Однако работы Я. Брауэра (1913) по данной теме остались незамеченными. Не зная об этих работах, теорию размерности построили независимо друг от друга советский математик Павел Самуилович Урысон (1898-1924) и австрийский математик Карл Менгер (1903-1985). Урысон и Менгер дали определение «малой индуктивной размерности».

А.А. Потапов, Ю.В. Гуляев, С.А. Никитов и др. в книге «Новейшие методы обработки изображений» (2008) указывают: «Непосредственно топологическая теория размерности, основанная на определении, очень близком к определению Пуанкаре-Брауэра, была создана и **независимо развита** П.С. Урысоном и К. Менгером в многочисленных работах, начиная с 20-х гг. XX в.» (Потапов и др., 2008, с.36).

Об этом же пишет Бенуа Мандельброт в книге «Фрактальная геометрия природы» (2002), цитируя одну из математических работ: «В 1913 г. Брауэр построил на интуитивном фундаменте, предложенном Пуанкаре, точное и топологически инвариантное определение размерности, которое для очень широкого класса пространств эквивалентно тому, что мы используем сегодня. Статью Брауэра в течение многих лет никто не замечал. Затем, в 1922 г., **независимо от Брауэра** и друг от друга концепцию Брауэра воспроизвели Менгер и Урысон, причем с важными уточнениями» (Мандельброт, 2002, с.579).

Независимость исследований П.С. Урысона и К. Менгера отмечает также П.С. Александров в статье «Некоторые воспоминания о брауэровском периоде в развитии топологии» (П.С. Александров, «Избранные труды», 1978): «Развивая общие идеи Пуанкаре, изложенные им в 1911 г. в популярной статье... ([5]), Брауэр в названной работе 1913 г. впервые дает для достаточно широкого класса пространств определение размерности. Фактически, если пользоваться современной терминологией, Брауэр определяет так называемую большую индуктивную размерность  $\text{Ind } X$  и доказывает, что для полиэдра  $X$  эта размерность совпадает с так называемой размерностью  $\dim X$ , определенной посредством покрытий, причем доказывает, что для  $n$ -мерного в классическом смысле полиэдра  $X$  имеем  $\text{Ind } X = \dim X = n$ . В 1921 г. Урысон и Менгер **независимо друг от друга** (и от Брауэра) пришли к определению «малой индуктивной размерности»  $\text{ind } X$ , совпадающей с  $\text{Ind } X$  для сепарабельных метрических пространств...» (Александров, 1978, с.388-389).

Процитируем еще одну работу. А.В. Архангельский и В.М. Тихомиров в статье «Павел Самуилович Урысон (1898-1924)» (журнал «Успехи математических наук», 1998, том 53, № 5, с.5-26) пишут: «В 1922-1923 годах Урысон **независимо от Менгера** ввел понятие малой индуктивной размерности, обозначаемой сегодня  $\text{ind}$ . Его привела к этому работа над задачей, поставленной ему Д.Ф. Егоровым: найти определение понятия поверхности, аналогичное определению понятия канторовской кривой (как плоского континуума без внутренних точек). У определения размерности  $\text{ind}$  был еще один источник: теория вполне несвязных компактов, т.е. компактов, не содержащих нетривиальных связных множеств. Менгер и, **независимо**, Урысон доказали, что всякий метризуемый компакт с этим свойством обладает базой из множеств, открытых и замкнутых одновременно, что в точности отвечает случаю, когда размерность  $\text{ind}$  равна нулю (если пространство не пусто)» (Архангельский, Тихомиров, 1998, с.21).

**858. Обобщение интеграла Данжуа.** Способ обобщения интеграла Данжуа нашли независимо друг от друга два исследователя - сам автор данного интеграла, французский математик Арно Данжуа (1884-1974) и советский ученый Александр Яковлевич Хинчин (1894-1959).

В.Г. Мазья и Т.О. Шапошникова в книге «Жак Адамар – легенда математики» (2008) приводят слова Д.Е. Меньшова: «Мне хотелось бы отметить еще один момент. К

обобщению интеграла Данжуа, данному А.Я. Хинчиным, **независимо пришел** сам А. Данжуа. Разница во времени представления и появления их работ по этому вопросу была очень невелика. Адамар писал, что приоритет хронологически принадлежит Хинчину. Не знаю, быть может, это было сделано только из вежливости» (Мазья, Шапошникова, 2008, с.196).

Об этом же сообщает С. Сакс в монографии «Теория интеграла» (1949): «Первое определение интеграла было дано Данжуа [2, 3] в заметке, датированной 1912 годом, где применялся конструктивный метод, основывающийся на трансфинитном процессе (смотрите § 5 главы VIII). Эта заметка сразу привлекла внимание Лузина [2], который дал начало дескриптивной теории этого интеграла. Наконец, А.Я. Хинчин [1, 2] и А. Данжуа [4] определили, **независимо и почти одновременно**, процесс интегрирования  $D$  как обобщение интеграла  $D^*$ » (Сакс, 1949, с.309).

Этот же вопрос рассматривает М.П. Королева в автореферате диссертации «Обобщенные интегралы в теории рядов по мультипликативным системам и системам типа Хаара» (1996): «В 1912 году А. Данжуа ввел более общий процесс интегрирования, чем лебеговский, и показал, что этот процесс полностью решает задачу восстановления функции по ее производной. В определении Данжуа применялся конструктивный метод, основанный на трансфинитном процессе. Позднее, **независимо друг от друга**, А. Данжуа и А.Я. Хинчин дали еще более общее определение интеграла, позволяющего восстанавливать первообразную функцию не только по ее обыкновенной производной, но и по ее аппроксимативной производной» (Королева, 1996, с.1).

### **859. Доказательство гипотезы континуума для всего класса борелевских множеств.**

Гипотезу континуума для всего класса борелевских множеств доказали независимо друг от друга советский математик Петр Сергеевич Александров (1896-1982) и немецкий ученый Феликс Хаусдорф (1868-1942).

В.И. Богачев в статье «Лузинские мотивы в современных исследованиях» (сборник «Современные проблемы математики и механики», том VIII, выпуск 2, 2013) пишет: «Операция Суслина была открыта им с целью представления борелевских множеств без трансфинитной индукции, но его непосредственная цель оказалась заметно менее важной для дальнейшего развития математики, чем эффект от введенных Суслиным объектов. На построение Суслина непосредственное влияние оказала важная работа [72] другого ученика Лузина – П.С. Александрова, который доказал справедливость гипотезы континуума для всего класса борелевских множеств, используя некоторые элементы будущей операции Суслина. **Независимо и одновременно** с П.С. Александровым этот же результат получил выдающийся немецкий тополог Ф. Хаусдорф [86], причем также с использованием похожей техники, близкой операции Суслина» (Богачев, 2013, с.16).

Здесь [72] – работа П.С. Александрова (1916);

[86] – работа Ф. Хаусдорфа (1916).

Об этом же сообщает В.Ф. Панов в книге «Современная математика и ее творцы» (2011): «С 1913 по 1921 г. Хаусдорф преподавал в Грейфсвальдском университете. В 1916 г. он **независимо от П.С. Александрова** полностью решил проблему мощности борелевских множеств, построил теорию меры в  $n$ -мерном пространстве, разработал теорию упорядоченных множеств» (Панов, 2011, с.274).

Аналогичная информация представлена в статье В.М. Тихомирова «Жизнь и творчество Андрея Николаевича Колмогорова» (журнал «Успехи математических наук», 1988, том 43, № 6 (264)), где автор повествует: «Перейдем к дескриптивной теории множеств. Расскажем о ней чуть подробнее: когда-то эта область была в эпицентре интересов московской математической школы, а сейчас ей интересуются относительно немногие. В 1916 г. **независимо друг от друга** П.С. Александров в России и Ф. Хаусдорф в Германии разрешили проблему континуума для борелевских множеств, доказав, что любое борелевское множество или счетно или имеет мощность континуума. При этом П.С.



Александров и Хаусдорф использовали то обстоятельство, что любое борелевское множество может быть получено с помощью некоей конструктивной процедуры. Явное описание этой процедуры дал М.Я. Суслин: он назвал ее  $A$ -операцией» (Тихомиров, 1988, с.28).

Процитируем еще одну работу. А.Н. Колмогоров в статье «П.С. Александров и теория  $\delta\sigma$ -операций» (А.Н. Колмогоров, «Избранные труды. Математика и механика», 1985) пишет о проблеме мощности борелевских множеств: «Полное положительное решение проблемы для всех борелевских множеств было найдено в 1916 г. **независимо** П.С. Александровым [1] и Хаусдорфом [4]. Как П.С. Александров, так и Хаусдорф приходят к решению проблемы континуума для борелевских множеств, доказывая, что борелевское множество, мощность которого больше счетной, содержит совершенное подмножество. В основе доказательства у обоих авторов лежит рассмотрение схемы порождения любого борелевского множества...» (Колмогоров, 1985, с.353).

**860. Доказательство теоремы о том, что всякий  $n$ -мерный компакт содержит  $n$ -мерное канторово многообразие.** Данную теорему доказали независимо друг от друга советский математик Лев Абрамович Тумаркин (1904-1974) и польско-американский математик Витольд Гуревич (1904-1956).

П.С. Александров в статье «Современное состояние теории размерности» (журнал «Успехи математических наук», 1951, том 6, № 5) пишет: «Как уже указывалось, Урысон доказывал свои теоремы почти исключительно для компактов и для метризуемых пространств, могущих быть представленными в виде сумм счетного числа компактов (так называемые абсолютные  $F$ -пространства). Очень простым и остроумным приемом Л.А. Тумаркину [9] удалось перенести большинство теорем Урысона на случай любых метризуемых пространств со счетной базой; приблизительно одновременно тот же результат, но другим методом, был получен и В. Гуревичем. Эти авторы (также одновременно и **независимо друг от друга**) решили и одну из самых трудных задач, поставленных Урысоном, а именно доказали, что всякий  $n$ -мерный компакт содержит  $n$ -мерное канторово многообразие [13]...» (Александров, 1951, с.47).

Здесь [9] – Тумаркин Л.А. К общей теории размерности // Математический сборник. – 1926. – Том 33. – № 1. - С.57-86.

Об этом же сообщается в работе П.С. Александрова «Теория размерности. К геометрии замкнутых множеств» (П.С. Александров, «Избранные труды», 1978): «Теорема о том, что каждый  $n$ -мерный (в брауэровском смысле) компакт содержит  $n$ -мерное канторово многообразие, была впервые доказана сложным теоретико-множественным способом Гуревичем и Менгером ([31], с.705) и **независимо** Тумаркиным ([32], с.420)» (Александров, 1978, с.123).

Здесь [31] – работа К. Менгера (1927); [32] – работа Л.А. Тумаркина (1929).

**861. Доказательство теоремы о вложимости  $n$ -мерного компакта в  $(2n+1)$ -мерное евклидово пространство.** Доказательство этой теоремы нашли независимо друг от друга советский математик Лев Семенович Понтрягин, американский математик Соломон Лефшец (1884-1972) и немецкий ученый Георг Август Небелинг (1907-2008).

Е.Ф. Мищенко в статье «Несколько слов о научных школах П.С. Александрова и Л.С. Понтрягина и об их лидерах» (сборник «Математические события XX века», 2003) повествует: «...П.С. Александров начал построение теории бикомпактных пространств, вводя в математику термин «бикомпакт». Это понятие, давно уже не ассоциирующееся с именем автора, прочно вошло во все учебники топологии и до сих пор постоянно используется в самых разных областях математики (правда, как я слышал, у Бурбаки под термином «бикомпакт» понимается компакт и наоборот). Таких ярких и одновременно простых понятий и открытий в школе П.С. Александрова времен ее начального периода было сделано немало. Достаточно, например, вспомнить тихоновскую топологию в

произведении любого множества топологических пространств или теорему о вложимости  $n$ -мерного компакта в  $(2n+1)$ -мерное евклидово пространство, доказанную Л.С. Понтрягиным в 1931 году и подаренную им, как он сам пишет в своих воспоминаниях, его ученице. Правда, получилось так, что эту теорему в том же году, **независимо друг от друга**, доказали еще два известных математика – С. Лефшец и Г. Небелинг. Но это довольно обычный в математике случай. В данной ситуации он лишь свидетельствует о естественности этой тематики в то время» (Мищенко, 2003, с.308-309).

Об этом же пишет П.С. Александров в статье «Некоторые воспоминания о брауэровском периоде в развитии топологии» (П.С. Александров, «Избранные труды», 1978): «...Менгер высказал общую гипотезу о том, что всякий  $n$ -мерный компакт гомеоморфен множеству, лежащему в  $(2n+1)$ -мерном евклидовом пространстве. Эта гипотеза была доказана лишь примерно пять лет спустя **независимо друг от друга** Небелингом и Понтрягиным. Несколько позже Гуревич доказал, что всякое  $n$ -мерное сепарабельное метрическое пространство гомеоморфно подмножеству некоторого  $n$ -мерного компакта» (Александров, 1978, с.393-394).

**862. Доказательство теоремы Хана – Банаха.** Теоремой Хана – Банаха обычно называют несколько связанных между собой классических результатов функционального анализа: 1) теорему о продолжении линейного функционала с сохранением мажоранты; 2) теорему о разделении выпуклых множеств; 3) теорему о непрерывном или положительном продолжении линейного функционала. Принято полагать, что теорему Хана – Банаха доказали независимо друг от друга два исследователя: австрийский математик Ханс Хан (1879-1934) и польский математик Стефан Банах (1892-1945). В этой точке зрения нет ошибки, за исключением того, что аналогичную теорему – причем, существенно раньше – вполне самостоятельно доказал австрийский математик Эдуард Хелли (1884-1943).

В. Протасов в статье «Теорема Хелли и вокруг нее» (журнал «Квант», 2009, № 3) пишет об Э. Хелли: «Защитив в 1907 году диссертацию в Венском университете, 23-летний ученый был направлен на годовую стажировку в Германию, в Геттингенский университет – центр мировой математики того времени. Его учителями стали Гильберт, Минковский, Клейн. Вернувшись в Вену, он занялся новым передовым направлением – теорией функций. В 1912 году Хелли публикует работу «Uber lineare Funktionaloperationen» («О линейных функциональных операторах»), где доказывает две фундаментальные теоремы, которые стали потом называться второй и третьей теоремами Хелли, а, кроме того, доказывает один из основополагающих результатов теории функций – теорему Хана-Банаха (**за 15 лет до Хана и за 20 лет – до Банаха!**)» (Протасов, 2009, с.9).

**863. Открытие нормированных пространств (пространств Банаха).** Создателем теории нормированных пространств (пространств Банаха), как правило, считается упомянутый выше польский математик Стефан Банах, открывший эти пространства в 1922 году. Однако независимо от него указанные пространства описали Ханс Хан, Эдуард Хелли и основоположник кибернетики, американский математик Норберт Винер (1894-1964).

Е.М. Богатов в статье «Некоторые заметки об истории пространств Орлича» («Таврический вестник информатики и математики», 2015, № 3 (28)) пишет: «Появление понятия полного нормированного пространства, или, как его чаще называют, банахова пространства явилось гигантским шагом вперед, но он не был единоличным достижением С. Банаха. В 1906 г. М. Фреше в своей диссертации, развивая идеи Ж. Адамара, ввел понятие метрического пространства [23]» (Богатов, 2015, с.30). Далее автор сообщает: «Решающий шаг в определении понятия полных нормированных пространств был сделан в начале 1920-х гг., и он связан с именами нескольких математиков. Это были Стефан Банах [25], австрийские математики Эдуард Хелли [26], Ганс Хан [27] и американский математик Норберт Винер [28]» (там же, с.30-31).

Здесь [23] – работа М. Фреше (1906); [25] – работа С. Банаха (1923); [26] – публикация Э. Хелли (1923); [27] – публикация Х. Хана (1922); [28] – исследование Н. Винера (1922).

Об этом же сообщает Я.И. Фет в статье «Конрад Лоренц и кибернетика» (сборник «Из истории кибернетики», 2006): «Винер был не шарлатан, а великий математик, и это было всем известно. Ему принадлежали вполне традиционные работы со строгими доказательствами теорем, и с этой стороны никто не мог бы к нему придаться. Достаточно сказать, что он одновременно и **независимо от Банаха** придумал банаховы пространства и задолго до Шеннона владел основами теории информации...» (Фет, 2006, с.313).

Этот же вопрос рассматривает А.М. Вершик в статье «Жизнь и судьба функционального анализа в XX веке» (сборник «Математические события XX века», 2003): «Линейная алгебра и геометрия линейных пространств стали на долгое время фундаментом функционального анализа. Теоретико-множественная топология, связанный с нею анализ пространств непрерывных функций на топологических пространствах, а также лебеговская теория интегрирования и связанное с ней изучение различных пространств измеримых функций и операторов в них дали следующий толчок в развитии линейного функционального анализа. Они привели к появлению в начале 20-х годов банаховых пространств, называвшихся некоторое время пространствами Винера – Банаха, поскольку и Винер, **независимо от Банаха**, также ввел полные нормированные пространства» (Вершик, 2003, с.85).

Норберт Винер в книге «Я - математик» (2003) достаточно подробно описывает историю своего самостоятельного открытия «пространств Банаха»: «Созданная Фреше общая теория перехода к пределу и дифференцирования применима ко многим различным пространствам и в том числе ко всем векторным пространствам. Однако она вовсе не требует, чтобы точки пространства обязательно рассматривались как «отрезки со стрелкой». Тем не менее, класс векторных пространств представляет собой весьма существенную область приложения общей теории Фреше и, безусловно, заслуживает специального выделения при помощи соответственно подобранной системы аксиом. Фреше, который не считал векторные пространства более важными, чем другие «обобщенные пространства», не пытался продвинуться в этом направлении, я же с горячностью взялся за дело, решив довести его до конца. Теория, к которой я пришел, оказалась тесно связанной с так называемой «теорией групп», изучающей правила комбинирования последовательных преобразований любой совокупности объектов; фактически она представляла собой интересный специальный раздел этой весьма общей теории» (Винер, 2003, с.353).

Далее автор указывает: «Мне удалось построить полную систему аксиом, определяющую всевозможные векторные пространства. Работа понравилась Фреше, но не произвела на него особенно сильного впечатления. Однако через несколько недель, увидав в польском математическом журнале статью Стефана Банаха, содержащую точно те же результаты – не более и не менее общие, - он страшно разволновался. Банах сделал то же, что и я, но на несколько месяцев раньше. Поскольку трудились мы **совершенно независимо**, полная самостоятельность обеих работ не вызвала никаких сомнений. В результате в течение некоторого времени изученные мной и Банахом пространства так и назывались пространствами Банаха - Винера» (там же, с.353-354).

**864. Формулировка и доказательство теоремы Рисса – Фишера.** Речь идет о теореме, согласно которой любые два бесконечномерных сепарабельных гильбертовых пространства унитарно (изометрически) изоморфны. Эту теорему сформулировали независимо друг от друга австрийский математик Эрнст Сигизмунд Фишер (1875-1954) и венгерский математик, основатель современного функционального анализа, Фридьеш Рисс (1880-1956).

Е.М. Богатов и Р.Р. Мухин в статье «Из истории нелинейных интегральных уравнений» («Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», 2016, том 24, № 2)

пишут: «...Задана последовательность констант  $(x_n)$  со сходящейся суммой квадратов; существует ли такая интегрируемая с квадратом функция  $f(x)$ , чтобы ее коэффициенты Фурье по заданной ортонормированной системе были равны членам этой последовательности? Иначе говоря, можно ли говорить об изоморфизме пространства последовательностей со сходящейся суммой квадратов  $l^2$  и пространства функций с интегрируемым квадратом  $L^2$ ? Положительный ответ на этот вопрос был получен с использованием интегрирования по Лебегу **независимо** Ф. Риссом [35]-[36] и Э. Фишером [37]. Это ключевой момент теории и вопрос первостепенной важности для исследования интегральных уравнений» (Богатов, Мухин, 2016, с.83).

Приведем источник, в котором описываются предпосылки открытия теоремы Рисса – Фишера. Л.Д. Кудрявцев и С.М. Никольский в статье «Пространства дифференцируемых функций многих переменных и теоремы вложения» (сборник «Итоги науки и техники», серия «Современные проблемы математики», 1988, том 26) отмечают: «По существу, первым функциональным пространством, завоевавшим прочные позиции в математике, явилось пространство функций с интегрируемым квадратом. Понятие этого пространства сложилось, прежде всего, в работах Гильберта и Шмидта, а затем изучение его основных свойств было продолжено в исследованиях Фишера, Ф. Рисса (напомним для примера известную теорему Рисса – Фишера о полноте пространства функций с интегрируемым квадратом), Дж. фон Неймана и др. Следует подчеркнуть, что в определенном смысле завершение общей теории пространств функций с интегрируемым квадратом стало возможным только после появления понятия интеграла Лебега» (Кудрявцев, Никольский, 1988, с.9).

**865. Открытие дробного преобразования Фурье.** Дробное преобразование Фурье открыли независимо друг от друга американский математик Норберт Винер (упомянутый выше) и его соотечественник, физик-ядерщик, один из основоположников квантовой механики, Эдвард Улер Кондон (1902-1974). Были и другие ученые, самостоятельно открывавшие дробное преобразование Фурье.

В.В. Катрахов и С.М. Ситник в работе «Метод операторов преобразования и краевые задачи для сингулярных эллиптических уравнений» (журнал «Современная математика. Фундаментальные направления», 2018, том 64, № 2) пишут: «Целые степени (орбита) классического преобразования Фурье образуют циклическую группу порядка 4, при этом четвертая степень этого преобразования дает тождественный оператор. Поэтому, в частности, спектр классического преобразования Фурье в  $L_2(-\infty, \infty)$  состоит из четырех точек, расположенных на единичной окружности:  $1, i, -1$  и  $-i$ . Идея включить эту дискретную группу в непрерывную со спектром, целиком заполняющим единичную окружность, принадлежит Винеру и была реализована им в работе 1929 г. Несколько позже Кондон (в 1937 г.), а затем Кобер (в 1939 г.) **независимо переоткрыли** эту группу, которая стала называться дробным преобразованием Фурье (ДПФ). Баргманну принадлежит обобщение на многомерный случай. Впоследствии дробное преобразование Фурье неоднократно переоткрывалось целым рядом авторов» (Катрахов, Ситник, 2018, с.247).

**866. Открытие «теоремы о фундаментальном базисе».** Теорему о фундаментальном базисе, которая излагается во всех учебниках теории полей алгебраических чисел, сформулировали независимо друг от друга советский математик Дмитрий Константинович Фаддеев (1907-1989), немецкий ученый Эрнст Штейниц (1871-1928) и австрийский математик Эмиль Артин (1898-1962).

С.В. Востоков и И.Р. Шафаревич в статье «Гармония в алгебре» (материалы Международной алгебраической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.К. Фаддеева, 2007) пишут: «Дмитрий Константинович привез в Москву работу о строении кольца целых чисел поля алгебраических чисел как модуля над кольцом целых чисел некоторого подполя. В частном случае – это «теорема о фундаментальном базисе»,

присутствующая во всех учебниках теории полей алгебраических чисел, начиная со знаменитого «Обзора» Д. Гильберта. Вскоре выяснилось, что **теорема не нова** – ее доказал Е. Штейниц в форме теоремы о преобразовании прямоугольных матриц. И все же жаль, что Фаддеев не опубликовал свою работу (например, как методологическое новшество), ведь результат Штейница мало известен алгебраистам, его и сейчас нет в основных руководствах по коммутативной алгебре, а много позже, уже после войны, Э. Артин **переоткрыл** и опубликовал его!» (Востоков, Шафаревич, 2007, с.6-7).

**867. Открытие теории когомологий групп.** Теорию когомологий групп открыли независимо друг от друга Дмитрий Константинович Фаддеев (упомянутый выше) и американские математики Самуэль Эйленберг (1913-1998) и Саундерс Маклейн (1909-2005). Теория когомологий групп положила начало развитию гомологической алгебры.

С.В. Востоков и И.Р. Шафаревич в статье «Гармония в алгебре» (материалы Международной алгебраической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.К. Фаддеева, 2007) пишут об открытии, сделанном Д.К. Фаддеевым во время решения задачи погружения в теории Галуа (обратной задачи теории Галуа): «Занимаясь задачей погружения, Дмитрий Константинович столкнулся с формализмом так называемых «систем факторов», и обнаружил, что он (формализм – Н.Н.Б.) является частным случаем гораздо более общей конструкции. Так была открыта теория когомологий групп. По воспоминаниям сына Дмитрия Константиновича, когда они находились в эвакуации в городе Казани в 1943 году, в какой-то из вечеров отец ходил по комнате весь возбужденный, восклицая, что он открыл нечто замечательное (как оказалось позже – это были коциклы). Сын спросил его: «А сколько людей в мире поймет то, что ты сейчас сделал?» «Ну, человек, может быть, пять», - ответил отец. **Одновременно** теорию когомологий групп открыли С. Эйленберг и С. Маклейн, которые пришли к ней, исходя из совсем другого вопроса. Создание теории когомологий групп было одним из самых значительных математических событий середины этого века. Ряд математиков предчувствовали существование такой теории» (Востоков, Шафаревич, 2007, с.8-9).

Авторы добавляют, имея в виду немецкого математика Эрнста Витта (1911-1991): «Возможно, Витт знал общее определение групп когомологий (или, по крайней мере, коциклов), но не опубликовал его. Дело, конечно, не сводилось к одному определению, необходимо было систематическое развитие теории – это сделали Д.К. Фаддеев и **независимо** С. Эйленберг и С. Маклейн. Теория когомологий групп была зерном, из которого выросло мощное дерево гомологической алгебры, обильно плодоносящее и до сих пор» (там же, с.9).

Об этом же сообщается в статье С.В. Востокова, Б.Б. Лурье и И.Р. Шафаревича «К 110-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Дмитрия Константиновича Фаддеева» (журнал «Математика в высшем образовании», 2016, № 14): ««Возможно, Витт знал общее определение групп когомологий (или, по крайней мере, коциклов), но не опубликовал его. Дело, конечно, не сводилось к одному определению, необходимо было систематическое развитие теории – это сделали Д.К. Фаддеев и **независимо** С. Эйленберг и С. Маклейн. Теория когомологий групп была зерном, из которого выросло мощное дерево гомологической алгебры, обильно плодоносящее и до сих пор» (Востоков и др., 2016, с.56). «...Роль Д.К. Фаддеева как одного из двух **независимых создателей** теории когомологий групп упоминается далеко не всегда. А. Гротендик пришел к своей теории группы Брауэра, видимо, не зная работ Фаддеева» (там же, с.59).

Процитируем еще одну работу. С.П. Новиков в статье «Алгебраическая топология» (сборник «Современные проблемы математики», 2004, вып.4) констатирует: «Решая задачу Хопфа о вычислении когомологий асферичных пространств (у которых универсальная накрывающая стягиваема), Эйленберг и Маклейн основали то, что было названо «гомологичной алгеброй» - теорию гомологий групп – в 1945 г. **Независимо** (но несколько

позже) к подобным идеям из соображений чистой алгебры и алгебраической теории чисел пришел Д. Фаддеев» (Новиков, 2004, с.10).

**868. Введение понятия обобщенных производных.** Понятие обобщенных производных появилось в науке благодаря исследованиям советского математика Сергея Львовича Соболева (1908-1989) и немецкого математика Курта Отто Фридрихса (1901-1982), которые работали независимо друг от друга.

В 1-й книге 4-го тома «Истории отечественной математики» (Киев, изд-во «Наукова думка», 1970) сообщается: «Развитие вариационных методов теории уравнений в частных производных привело к необходимости изучения функционалов типа норм на классах дифференцируемых функций нескольких переменных. <...> Линейные нормированные пространства дифференцируемых функций с такими нормами, как правило, неполные. Это приводит к ряду трудностей при доказательстве существования и построения решений уравнений, например, методом последовательных приближений или другим способом, приводящим к фундаментальной последовательности приближений, которая, в силу неполноты пространства, может ни к чему не сходиться. Необходимость иметь полноту в соответствующих пространствах привела к расширению понятия производных функций нескольких переменных. В 30-х годах К.О. Фридрихсом и С.Л. Соболевым **независимо друг от друга** было введено понятие обобщенных производных» («История отечественной математики», 1970, с.653).

**869. Создание теории обобщенных функций (теории распределений).** Теорию обобщенных функций, часто называемую теорией распределений, построили независимо друг от друга советский математик Сергей Львович Соболев (упомянутый выше) и французский математик Лоран Шварц (1915-2002).

С.С. Кутателадзе в книге «Наука и люди» (2010) пишет: «Соболев был среди пионеров применения функционального анализа в математической физике, создав свою теорию (теорию обобщенных функций – Н.Н.Б.) в 1935 г. В работах Лорана Шварца [33], **независимо пришедшего** к тем же идеям спустя целое десятилетие, новое исчисление стало общедоступным, представ в виде элегантной, мощной и чрезвычайно прозрачной теории распределений, утилизировавшей многие прогрессивные идеи алгебры, геометрии и топологии» (Кутателадзе, 2010, с.138).

Об этом же сообщает М.К. Керимов в статье «К столетию со дня рождения академика Сергея Львовича Соболева (1908-1989)» («Журнал вычислительной математики и математической физики», 2009, том 49, № 3): «С.Л. Соболев был среди пионеров применения функционального анализа в математической физике. Создав свою теорию обобщенных функций в 1935 г., он широко применял ее при решении задач математической физики. Лишь десятилетие спустя французский математик Лоран Шварц **независимо пришел** к идее обобщенных функций, названных им распределениями. Шварц далеко продвинул теорию распределений, после чего эта теория стала мощным орудием решения различных задач математики и ее приложений» (Керимов, 2009, с.405).

Примечательно, что отечественный физик и математик Н.Н. Боголюбов быстро оценил силу новой теории. Занимаясь проблемами квантовой физики, он по аналогии перенес в нее эффективные методы теории, построенной С.Л. Соболевым. С.С. Кутателадзе в статье «Сергей Соболев и Лоран Шварц» («Вестник РАН», 2005, том 75, № 4) констатирует: «Даже сами создатели теории распределений С.Л. Соболев и Л. Шварц занимались приложениями теории обобщенных функций в математической физике [1, 2]. Н.Н. Боголюбов после беседы с С.Л. Соболевым по обобщенным функциям использовал его классы основных и обобщенных функций при построении своей аксиоматической квантовой теории поля [3-5]» (Кутателадзе, 2005, с.357).

Здесь [1] – Соболев С.Л. Некоторые применения функционального анализа в математической физике. – Ленинград: изд-во ЛГУ, 1950.

[2] – Шварц Л. Математические методы для физических наук. – М.: «Мир», 1965.

[3] – Боголюбов Н.Н., Жирков Д.В. Введение в теорию квантовых полей. – М.: «Наука», 1984.

**870. Создание теории унитарных представлений простых групп Ли.** Теорию унитарных представлений некомпактных простых групп Ли построили независимо друг от друга советские математики Израиль Моисеевич Гельфанд (1913-2009) и Марк Аронович Наймарк (1909-1978), с одной стороны, и американский математик индийского происхождения Хариш-Чандра (1923-1983) – с другой.

А.А. Кириллов в работе «Введение в теорию представлений и некоммутативный гармонический анализ» (сборник «Итоги науки и техники», серия «Современные проблемы математики», 1988, том 22) пишет о теории представлений полупростых групп Ли: «Это, пожалуй, самая красивая, глубокая и важная для приложений часть теории бесконечномерных представлений. Основателями ее были, с одной стороны, И.М. Гельфанд и М.А. Наймарк, которые построили еще в 1950 г. основные, дополнительные и вырожденные серии представлений комплексных классических групп, вычислили их характеры и исследовали их приводимость (в том же году И.М. Гельфанд ввел понятие инфинитезимального характера), а с другой стороны, - американский математик Хариш-Чандра. С 1951 г. начинается большая серия работ Хариш-Чандры по теории бесконечномерных представлений полупростых групп. Он **независимо открывает** инфинитезимальные характеры, проводит глубокое исследование обертывающей алгебры и устанавливает замечательную теорему о регулярности обобщенных характеров...» (Кириллов, 1988, с.13).

Об этом же сообщают М.А. Акивис и Б.А. Розенфельд в книге «Эли Картан» (2007): «Так как группа Лоренца локально изоморфна группе  $CSL_2$ , являющейся ее спинорной группой, Гельфанд поставил общую задачу изучения бесконечномерных унитарных представлений всех классических комплексных простых групп Ли, рассматриваемых как некомпактные вещественные простые группы Ли. Теория унитарных представлений этих групп была изложена Гельфандом и Наймарком в книге [ГеН2]. Позднее Гельфанд и Граев в статье [ГеГ] решили более сложную аналогичную задачу для всех вещественных простых групп Ли бесконечных серий. Хариш-Чандра, **независимо от Гельфанда**, построил аналогичную теорию в серии статей «Представления полупростых групп Ли» [Нар2]» (Акивис, Розенфельд, 2007, с.212).

Здесь [ГеН2] – Гельфанд И.М., Наймарк М.А. Унитарные представления классических групп. – Москва-Ленинград: «Гостехиздат», 1950.

[ГеГ] – Гельфанд И.М., Граев М.И. Унитарные представления вещественных простых групп Ли // Доклады АН СССР. – 1952. – Том 86. – С.461-463.

**871. Введение преобразования Фурье для функций на группе.** Аналог классической теоремы Пэли – Винера для определенного класса групп получили независимо друг от друга Израиль Моисеевич Гельфанд (упомянутый выше) и российский математик Дмитрий Петрович Желобенко (1934-2006).

В 1-й книге 4-го тома «Истории отечественной математики» (Киев, «Наукова думка», 1970) сообщается: «Последнее время в теории представлений широко применялись методы обобщенных функций. Изучалось преобразование Фурье быстро-убывающих (в том или ином смысле) функций на группе. Желобенко получил для группы  $SL(2, \mathbb{C})$  аналог классической теоремы Пэли – Винера, характеризующей преобразование Фурье финитных функций. **Независимо** близкий результат был получен И.М. Гельфандом и распространен затем им и М.И. Граевым на обширный класс групп. Недавно Желобенко также перенес свои результаты на произвольные комплексные полупростые группы» («История отечественной математики», 1970, с.741).

**872. Открытие принципа Бирмана – Швингера в спектральной теории дифференциальных уравнений.** Принцип Бирмана – Швингера, относящийся к спектральной теории дифференциальных уравнений, открыли независимо друг от друга советский математик Михаил Шлёмович Бирман (1928-2009) и американский физик, лауреат Нобелевской премии, Джулиан Швингер (1918-1994).

В статье «Михаил Шлёмович Бирман (1928-2009)» (сборник «МАТМЕХ ЛГУ – СПбГУ от истоков до дней недавних. Дополнительные главы», 2015) сообщается: «Ранние работы М.Ш. Бирмана посвящены методам вычислений в задачах линейной алгебры. Разработанные им многошаговые итерационные методы были вскоре внедрены в практику расчетов. Следующий цикл работ М.Ш. Бирмана относится к спектральной теории и теории расширений операторов в гильбертовом пространстве. В дальнейшем его научные интересы сместились в область спектральной теории дифференциальных уравнений в частных производных. Здесь им были предложены новые сильные методы, приведшие к ряду глубоких и важных результатов в изучении спектров и в вариационных методах решения краевых задач. Основные работы этого цикла активно используются и сейчас. Особую известность получил «принцип Бирмана - Швингера» (1959-61) в исследованиях дискретного спектра. (Дж. Швингер, Нобелевский лауреат по физике, пришел к близким результатам **независимо, но на два года позже**). Во многих работах по спектральным вопросам, в частности, в задачах квантовой механики этот принцип и теперь является исходной точкой» («МАТМЕХ ЛГУ...», 2015, с.293-294).

**873. Изобретение итерационных алгоритмов неполной факторизации для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).** Автором методов неполной факторизации как средства решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) является советский физик и математик Николай Иванович Булеев (1922-1984). Независимо от него аналогичные алгоритмы неполной факторизации разработали зарубежные ученые.

В.П. Ильин в статье «Линейная алгебра: от Гаусса до суперкомпьютеров будущего» (журнал «Природа», 1999, № 6) пишет: «Один из самых эффективных методов решения СЛАУ высокого порядка базируется на итерационных алгоритмах неполной факторизации, получивших сейчас самое широкое распространение в мировой вычислительной практике» (Ильин, 1999, с.13). «Идея метода неполной факторизации для решения алгебраической системы  $Au=f$  заключается в построении такой матрицы  $B$ , называемой предобуславливающей, которая легко бы обращалась и была бы близкой к исходной матрице  $A$  в том смысле, что собственные числа матрицы-произведения  $B^{-1}A$  не сильно различаются между собой» (там же, с.13).

Далее автор указывает: «Первооткрыватель методов неполной факторизации Н.И. Булеев предложил (середина 50-х годов, закрытый ядерный центр в г. Обнинске) искать  $B$  как приближенную (неполную) факторизацию исходной матрицы  $A$ :  $B=LU\cong A$ , где  $L$ ,  $U$  – легко вычисляемые (намного проще, чем в точной факторизации) и легко обратимые нижняя и верхняя треугольные матрицы» (там же, с.13-14). «Но, как известно, нет пророка в своем отечестве – ведущие специалисты СССР идею неполной факторизации не подхватили, продолжая увлеченно развивать другие (пришедшие из-за рубежа) модные направления. На Западе же методы Булеева были несколько раз переоткрыты и стали активно совершенствоваться. <...> Поразительное совпадение, но практически одновременно (в 1983 г.) и **независимо в работах** автора с О. Аксельсоном (Голландия) и Дж. Голуба (США) с коллегами были предложены неявные (блочные) методы неполной факторизации, в которых матричные множители  $L$ ,  $U$  – суть блочно-треугольные матрицы, причем диагональные блоки – ленточные матрицы, ненулевые элементы которых сосредоточены только в окрестности ленты заданной ширины  $d$  около главной диагонали» (Ильин, 1999, с.14).

В.П. Гинкин в статье «Н.И. Булеев (1922-1984)» (сборник «Физико-энергетический институт: летопись в судьбах», 2006), перечисляя научные достижения отечественного



ученого, описывает аналогию, которой руководствовался Н.И. Булеев: «Другим, не менее значительным достижением, было открытие нового итерационного метода для решения систем двумерных и трехмерных разностных уравнений эллиптического типа, названного им методом неполной факторизации. Этот метод так же, как и модель турбулентности, **родился из аналогии**, но уже из аналогии с одномерным методом факторизации (или так называемым методом прогонок), широко используемым при решении одномерных разностных задач. Впервые он был сформулирован Н.И. Булеевым для двумерных задач в статье «Численный метод решения двумерных уравнений диффузии», опубликованной в 1959 г. в журнале «Атомная энергия», а затем обобщен на трехмерные задачи и опубликован в журнале «Математический сборник» в 1960 г. под названием «Численный метод решения двумерных и трехмерных уравнений диффузии». Судьба этого метода оказалась исключительно завидной. В последующие годы метод неполной факторизации **неоднократно переоткрывался** зарубежными учеными и получил дальнейшее развитие в работах множества авторов, в том числе учеников Н.И. Булеева» (Гинкин, 2006, с.74-75).

Дополнительная литература по теме:

- Булеев Н.И. Метод неполной факторизации для решения двумерных и трехмерных разностных уравнений типа диффузии // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 1970. – Том 10. - № 4. – С.1042-1044.

- Ильин В.П. Методы неполной факторизации для решения алгебраических систем. – М.: «Физматлит», 1995.

**874. Доказательство теоремы о распределении простых чисел (элементарное доказательство, не использующее комплексный анализ).** Доказательство этой теоремы, найденное норвежским математиком Атле Сельбергом (1917-2007) и венгерским математиком Паулем Эрдешем (1913-1996), было открытием, которое мы назвали бы частично независимым. Атле Сельберг владел общей схемой доказательства, но не знал одной леммы, которая нужна была для завершения рассуждений. В свою очередь, Пауль Эрдеш знал эту лемму, но не владел общей схемой доказательства. Сотрудничество (обмен идеями) этих математиков и позволило разработать элементарное доказательство теоремы о распределении простых чисел, которую ранее (с использованием комплексного анализа) доказали Жак Адамар и Шарль Валле-Пуссен.

Джон Дербишир в книге «Простая одержимость» (2010) пишет: «Ко всеобщему изумлению, такое доказательство было обнаружено в 1949 году Атле Сельбергом – норвежским математиком, работавшим в Институте высших исследований в Принстоне, штат Нью-Джерси. История получения этого результата неоднозначна, поскольку Сельберг предварительно сообщил о своих, еще не окончательных, идеях эксцентричному венгерскому математику Паулю Эрдешу, который использовал их и получил свое собственное доказательство одновременно с Сельбергом. После смерти Эрдеша в 1996 году были написаны две его популярные биографии, и любознательный читатель может найти полный отчет об этой запутанной истории в любой из них. Доказательство называется «доказательством Эрдеша - Сельберга» в Венгрии и «доказательством Сельберга» за ее пределами» (Дербишир, 2010, с.159).

Об этом же сообщает Стивен Кранц в книге «Изменчивая природа математического доказательства» (2016): «Как-то раз в 1948 г. Пол Эрдеш, который гостил в Институте перспективных исследований, встретился с Атле Сельбергом (1917-2007), который работал там постоянно. У Сельберга была многообещающая идея о том, как построить элементарное доказательство теоремы о простых числах (такое, которое не опирается на сложный анализ). Ему недоставало только одной леммы, чтобы завершить свое рассуждение. На следующий день Пол Эрдеш смог предоставить Сельбергу нужную лемму. Позднее Сельберг смог так изменить свое доказательство, что в лемме Эрдеша уже не было нужды. К несчастью, между Сельбергом и Эрдешем разгорелся ужасный спор о приоритете» (Кранц, 2016, с.272).

**875. Решение пятой проблемы Гильберта.** Как известно, пятая проблема Гильберта относится к теории топологических групп преобразований и групп Ли. Для компактных групп пятая проблема была решена в 1933 г. Джоном фон Нейманом (1903-1957). Для локально компактных коммутативных групп и некоторых других частных случаев проблему решил в 1934 г. советский математик Лев Семенович Понтрягин (1908-1988). Эти доказательства были получены с помощью результата венгерского математика Альфреда Хаара (1885-1933), который построил инвариантную меру на локально компактной топологической группе. А кто нашел окончательное решение пятой проблемы Гильберта? Это сделали в 1952 гг. независимо друг от друга американские математики Эндрю Глисон (Глисон, 1921-2008) и Дин Монтгомери (1909-1992), работавший совместно с Лео Циппин (1905-1995).

С.С. Демидов и А.Н. Паршин в комментариях ко 2-му тому «Избранных трудов» Д. Гильберта (1998) пишут о 5-й проблеме Гильберта: «Окончательный результат по этой проблеме: всякая локально евклидова топологическая группа является группой Ли – **получен независимо** А. Глисоном (см.: Gleason A. Groups without small subgroups. – *Annals of Mathematics*, 1952, vol.56, № 2, p.193-212), а также Д. Монтгомери и Л. Циппином (см.: Montgomery D., Zippin L. Small subgroups in finite dimensional groups. - *Annals of Mathematics*, 1952, vol.56, № 2, p.213-241)» (Демидов, Паршин, 1998, с.587).

Об этом же сообщает А.Б. Скопенков в книге «Объемлемая однородность» (2012): «Гипотеза Гильберта – Сми́та появилась при решении пятой проблемы Гильберта: любая ли локально евклидова топологическая группа является группой Ли? Сама пятая проблема Гильберта была положительно решена в 1952 г. [MZ55] (**независимо** Глизоном, а также Монтгомери и Циппином)» (Скопенков, 2012, с.22-23).

**876. Обобщение теории определителей Фредгольма на операторы в абстрактных банаховых пространствах.** На одном из этапов развития математической науки теория определителей Фредгольма была перенесена (обобщена) на операторы в абстрактных банаховых пространствах. Это сделали независимо друг от друга французский математик Александр Гротендик (1928-2014), британский математик Энтони Фрэнсис Растон (Anthony Francis Ruston) и Т. Лежаньский (Т. Lezansky).

З. Пресдорф в статье «Линейные интегральные уравнения» (сборник «Итоги науки и техники», серия «Современные проблемы математики», 1988, том 27) указывает: «Все результаты теории Фредгольма, не использующие определителей, были обобщены Ф. Риссом (1918) в рамках спектральной теории компактных операторов в банаховых пространствах. В дальнейшем результаты Ф. Рисса были существенно дополнены Шаудером (1930) и Растоном (1954). Проблема распространения теории определителей Фредгольма на операторы в абстрактных банаховых пространствах была **независимо решена** Гротендиком, Лежаньским и Растоном в начале пятидесятих годов» (Пресдорф, 1988, с.9).

Далее автор повторяет свою мысль, свидетельствующую о том, что Александр Гротендик не был единственным ученым, сумевшим обобщить теорию определителей Фредгольма: «Определители интегральных операторов были введены Фредгольмом в 1903 г., который выразил их в терминах точного решения интегрального уравнения второго рода с непрерывным ядром. <...> Абстрактная теория определителей для ядерных операторов в банаховом пространстве была развита Гротендиком, Растоном и Лежаньским в начале пятидесятих годов» (там же, с.37).

**877. Перенос на банаховы пространства теории линейных непрерывных операторов со следом в гильбертовых пространствах.** В 1950-е годы в математике уже существовала теория линейных непрерывных операторов со следом в гильбертовых пространствах. Ее создал Джон фон Нейман (совместно с Р. Шаттенем). Александр Гротендик и упомянутый

выше Энтони Растон независимо друг от друга перенесли результаты фон Неймана на более общий случай. Растон обобщил их на случай банаховых пространств, Гротендик – на случай произвольных локально выпуклых пространств.

Г.Л. Литвинов в статье «Аппроксимационные свойства локально выпуклых пространств и проблема однозначности следа линейного оператора» (украинский журнал «Теория функций, функциональный анализ и их применение», 1983, выпуск 39, с.73-87) пишет: «В работах фон Неймана, посвященных математическому аппарату квантовой механики, впервые были описаны имеющие след линейные положительно определенные операторы в гильбертовых пространствах. Затем Шаттен и фон Нейман [1] описали все линейные непрерывные операторы со следом в гильбертовых пространствах. Оказалось, что операторы со следом взаимно однозначно соответствуют двухвалентным тензорам, и след оператора можно определить, как результат полной свертки соответствующего тензора. Эта конструкция была обобщена Растоном на случай банаховых пространств и **независимо от него** – Гротендиком на случай произвольных локально выпуклых пространств [2]» (Литвинов, 1983, с.73).

Здесь [1] – работа Р. Шаттена и Д. фон Неймана (1946);

[2] – работа А. Гротендика (1955).

Об этом же сообщает О.И. Рейнов в автореферате диссертации «Аппроксимация операторов в нормированных операторных идеалах» (2003): «Обобщая понятия тензорных произведений гильбертовых пространств, рассмотренных Р. Шаттенем, А. Гротендик в 1955 ввел и детально изучил, в частности, проективные тензорные произведения банаховых пространств. Каждое такое тензорное произведение естественным образом порождает банахово пространство операторов, которые А. Гротендик назвал ядерными» (О.И. Рейнов, 2003).

### **878. Обобщение понятия алгебраического многообразия (формулировка теории схем).**

К обобщению понятия алгебраического многообразия пришли независимо друг от друга Александр Гротендик и его соотечественник Пьер Эмиль Жан Картье (род. 1932 г.). Это обобщение заключалось в том, что оба автора сочли возможным развить теорию схем (Картье говорил об аффинных схемах). К сожалению, Картье не опубликовал своих соображений об аффинных схемах.

И.В. Долгачев в работе «Абстрактная алгебраическая геометрия» (сборник «Итоги науки и техники», серия «Алгебра, топология, геометрия», 1972, том 10) пишет: «В 1950 г. Лере [336] ввел понятие пучка на топологическом пространстве. Развитию теории пучков был посвящен семинар Картана 1950/51гг. в Париже. Это понятие позволило определять дифференцируемые и аналитические многообразия с единой точки зрения, включая их в общее понятие окольцованного топологического пространства. В 1955 г. Серр [468] обнаружил, что подобное определение применимо и в алгебраической геометрии. Алгебраическим многообразием (алгебраическое пространство в терминологии Серра) стало называться окольцованное пространство, локально изоморфное аффинному многообразию с пучком ростков регулярных функций на нем. Дополнительная структура окольцованного пространства на алгебраическом многообразии позволяет не только упростить различные конструкции с абстрактными многообразиями, но также ввести в их изучение мощные методы гомологической алгебры, связанные с теорией пучков. В 1958 году на конгрессе в Эдинбурге Гротендик набросал перспективы дальнейшего обобщения понятия алгебраического многообразия, связанного с теорией схем [14]. Первые определения схем были приведены в его докладе на семинаре Бурбаки в 1959 г. [219]. Идея аффинных схем была **независимо высказана** также Картье (не опубликовано) и Келером [299]» (Долгачев, 1972, с.49).

### **879. Введение операторов преобразования в спектральную теорию дифференциальных операторов.** Операторы преобразования были введены в

спектральную теорию дифференциальных операторов благодаря исследованиям французского математика Жана Фредерика Дельсарта (1903-1968). Независимо от него это же сделали советские математики Борис Моисеевич Левитан (1914-2004) и Александр Яковлевич Повзнер (1915-2008).

В очерке «Жизненный и творческий путь В.А. Марченко» (сборник «Владимир Александрович Марченко», 2012) сообщается: «После защиты кандидатской диссертации, под влиянием известных математиков Б.М. Левитана и А.Я. Повзнера, В.А. Марченко заинтересовался спектральной теорией дифференциальных операторов. Его внимание привлекли операторы преобразования, переводящие решения одного дифференциального уравнения Штурма – Лиувилля в решение другого, которые были **введены независимо** Ж. Дельсартом, Б.М. Левитаном и А.Я. Повзнером. В работах В.А. Марченко эти операторы были глубоко изучены, после чего стало понятно, что они являются мощным аппаратом исследования многих вопросов спектральной теории» (Котляров, 2012, с.15).

**880. Разработка теории критических точек гладких функций.** Теорию критических точек гладких функций построили советские математики Лазарь Аронович Люстерник (1899-1981) и Лев Генрихович Шнирельман (1905-1938). Независимо от них эту теорию разработал американский математик Марстон Морс (1892-1977).

В.И. Арнольд в статье «Филдсовская медаль – воспитаннику московской математической школы» (журнал «Математическое просвещение», третья серия, выпуск 3, 1999) сообщает: «Наука о критических точках гладких функций называется теорией Морса – Люстерника – Шнирельмана по имени американского (М. Морс) и российских (Л.А. Люстерник и Л.Г. Шнирельман) математиков, получивших оценки снизу для чисел критических точек любой функции (на поверхности или на многообразии большего числа измерений) через топологические инварианты – так называемые числа Э. Бетти в случае теории Морса» (Арнольд, 1999, с.18).

**881. Доказательство теоремы Бейкера – Кэмпбелла – Хаусдорфа.** Эта теорема, относящаяся к комбинаторной теории групп и нашедшая применение в квантовой теории поля, была открыта несколькими математиками. Как выяснили специалисты, к открытию указанной теоремы (формулы) причастны следующие лица: британский математик Генри Фредерик Бейкер (1866-1956), ирландец Джон Эдвард Кэмпбелл (1862-1924) и немецкий математик Феликс Хаусдорф (1868-1942). Бейкер и Хаусдорф доказали эту теорему независимо друг от друга.

В. Магнус, А. Каррас и Д. Солитэр в книге «Комбинаторная теория групп» (1974), обозначая упомянутую теорему как (5.19), пишут: «Формула Бейкера – Хаусдорфа была открыта Кэмпбеллом [1] в 1898 г. Кэмпбелл предполагал, что элементы  $x$  и  $y$  алгебры  $A(R, r)$  являются матрицами, элементами которых служат действительные числа. Это ведет к трудностям, связанным со сходимостью, так как бесконечный ряд  $\Phi(x, y)$  не будет, вообще говоря, сходиться. Целью исследования Кэмпбелла было построение группы Ли непосредственно из алгебры Ли ее «инфинитезимальных преобразований». Бейкер [1] и Хаусдорф [1] **независимо друг от друга** доказали теорему 5.19, оперируя в достаточно абстрактной алгебре, где вопросы сходимости тривиальны» (Магнус и др., 1974, с.382).

**882. Построение теории когомологий.** Как известно, когомологии – это последовательность абелевых групп или, другими словами, метод присвоения пространству алгебраических инвариантов (более богатых, чем гомологии). Теорию когомологий создали независимо друг от друга советский математик Андрей Николаевич Колмогоров (1903-1987) и американский ученый Джеймс Александер (1888-1971). Кольцо когомологий построил также – совершенно самостоятельно – отечественный математик, ученик Л.С. Понтрягина, Израиль Исаакович Гордон (1910-1985).

Г.М. Полотовский в книге «Очерки истории российской математики» (2015) пишет: «Израиль Исаакович Гордон (1910-1985) – математик, выпускник Ленинградского университета, первый аспирант Л.С. Понтрягина. В 1935 г. в своей диссертации, опубликованной позже в [8], ввел кольцо когомологий. Таким образом, построение кольца когомологий было **независимо и одновременно** осуществлено тремя математиками – А.Н. Колмогоровым, Дж. Александером и И.И. Гордоном, причем все трое сделали на эту тему доклады на международной топологической конференции 1936 года в Москве» (Полотовский, 2015, с.217).

Об этом же сообщает А.Н. Ширяев в статье «Неземное притяжение» (сборник «Колмогоров в воспоминаниях учеников», 2006). Автор говорит о топологической конференции 1935 года, проходившей в Москве: «На той конференции Колмогоров ввел очень важное понятие (**независимо** от Дж. Александера) – понятие когомологии. С того времени когомология изучалась настолько со всех сторон, столькими математиками, что стала неотъемлемой и в алгебре, и в функциональном анализе, и в теории меры, и Бог знает где еще – вот только как-то остается в тени, что само понятие восходит к Колмогорову!» (Ширяев, 2006, с.22).

Аналогичные сведения можно найти в статье В.И. Арнольда «Об А.Н. Колмогорове» (тот же сборник «Колмогоров в воспоминаниях учеников», 2006), где автор подчеркивает: «Пример неожиданного прорыва Андрея Николаевича в новую область – его топологические результаты, опубликованные в четырех заметках в «Comptes Rendus» и доложенные на Московской топологической конференции 1935 г. В этих работах Андреем Николаевичем построена (одновременно с Дж. Александером и **независимо от него**) теория когомологий. После этого Андрей Николаевич топологией не занимался...» (Арнольд, 2006, с.38).

Процитируем еще одну работу. В.Ф. Панов в книге «Современная математика и ее творцы» (2011) констатирует: «С 1933 г. до выхода на пенсию в 1951 г. Александер был членом Института перспективных исследований в Принстоне. От зарплаты он отказался, так как стал миллионером, получив богатое наследство. В 1935 г. Александер ввел в рассмотрение понятие когомологии, имеющее большое значение в топологии и особенно в гомологической алгебре. **Независимо от него** теорию когомологий развивал А.Н. Колмогоров. Результаты исследований были доложены в 1936 г. в Москве на Международной конференции по топологии» (Панов, 2011, с.229).

**883. Определение характеристического функционала вероятностного распределения в сепарабельном банаховом пространстве.** В 1935 г. А.Н. Колмогоров дал определение характеристического функционала вероятностного распределения в сепарабельном банаховом пространстве. Также он дал определение гауссова распределения в этом пространстве. Эти результаты были опубликованы во французском математическом журнале, но остались незамеченными. В 1947 г. математик Л. Ле Кам независимо (самостоятельно) пришел к аналогичным определениям.

Н.Н. Вахания в статье «А.Н. Колмогоров и развитие теории вероятностных распределений в линейных пространствах» (журнал «Теория вероятности и ее применения», 1989, том 34, вып.1) пишет: «Среди различных математических дисциплин, развитие которых тесно связано с именем А.Н. Колмогорова, есть также теория вероятностных распределений в бесконечномерных линейных пространствах, включающих наиболее важный случай банаховых пространств. В своем кратком сообщении [1], опубликованном в 1935 г., А.Н. Колмогоров мотивировал и дал определения основных первичных понятий этой теории, именно – характеристического функционала вероятностного распределения в сепарабельном банаховом пространстве  $X$  и гауссовского распределения в  $X$ . По всей видимости, А.Н. Колмогоров пришел к этим понятиям, имея в виду возможность доказательства центральной предельной теоремы для случайных элементов со значениями в банаховом пространстве» (Вахания, 1989, с.197).

Далее автор сообщает: «...Заметка А.Н. Колмогорова, опубликованная в Париже, осталась незамеченной даже французскими математиками, которые позже **переоткрыли** определения характеристического функционала и гауссовского распределения и некоторые другие факты из заметки [1]» (там же, с.197). «В 1947 г. Л. Ле Кам **независимо** пришел к определению характеристического функционала [6]. Е. Мурье отметила в 1950 г. [7], что характеристический функционал вероятностной меры непрерывен и положительно определен, но, в отличие от конечномерного случая, не каждый непрерывный положительно определенный функционал является характеристическим...» (там же, с.198). «В 1957 г. Л. Ле Кам дал описание класса характеристических функционалов вероятностных мер в общих локально выпуклых топологических векторных пространствах [17], отличное от того, которое дается теоремой Бохнера» (там же, с.198).

Здесь [1] – работа А.Н. Колмогорова (1935); [6] – работа Л. Ле Кама (1947); [17] – публикация Л. Ле Кама (1957).

**884. Создание математической теории турбулентности.** Одно из важных достижений Андрея Николаевича Колмогорова – разработка математической теории турбулентности. Первые его статьи, посвященные математическому описанию турбулентности, появились в 1941 г. В дальнейшем А.Н. Колмогоров уточнял и улучшал свою теорию, модифицируя ее с учетом аргументов и идей своих коллег (в том числе замечаний советского физика Льва Ландау). Примечательно, что независимо от А.Н. Колмогорова аналогичные результаты при исследовании турбулентности получили многие другие ученые. Среди них норвежско-американский физик Ларс Онсагер (Онзагер), немецкий ученый Карл фон Вейцзеккер и его соотечественник Вернер Гейзенберг. Напомним, что Л. Онсагер и В. Гейзенберг - лауреаты Нобелевской премии.

М.И. Монастырский в статье «Джон фон Нейман» (УФН, 2004, том 174, № 12) пишет: «Как известно, классические работы Колмогорова по турбулентности, опубликованные перед войной, не были достаточно известны на Западе и позднее **переоткрывались** крупнейшими учеными – Л. Онзагером, В. Гейзенбергом, К.-Л. Вейцзекером» (Монастырский, 2004, с.1379).

Об этом же сообщает А.М. Яглом в заметке «Турбулентность» (А.Н. Колмогоров, «Избранные труды. Математика и механика», 1985). Автор пишет: «Вернемся теперь снова к общей теории локально изотропной турбулентности, изложенной в работах № 45 и 47. Результаты, эквивалентные основному «закону двух третей» этой теории, были почти **одновременно** с А.Н. Колмогоровым совсем иначе получены Обуховым [22, 23]; несколько позже практически к тем же результатам **независимо** пришли также Онзагер [24, 25], Вейцзеккер [26] и Гейзенберг [27] (об этом вкратце упоминается в статье № 58). Однако в статьях № 45 и 47 А.Н. Колмогорова выводы о локальной структуре турбулентности при очень больших значениях  $Re$  (Рейнольдса – Н.Н.Б.) сформулированы в наиболее общей форме: здесь используются лишь некоторые наглядные и физически очень естественные допущения о природе развитой турбулентности, на основе которых формулируются две фундаментальные гипотезы подобия, справедливые для любого развитого турбулентного течения и могущие иметь множество различных приложений» (Яглом, 1985, с.425-426).

Здесь [22] – Обухов А.М. О распределении энергии в спектре турбулентного потока // Доклады АН СССР. – 1941. – Том 32. - № 1. – С.22-24.

[23] – Обухов А.М. О распределении энергии в спектре турбулентного потока // Известия АН СССР. Серия «География и геофизика». – 1941. – Том 5. - № 4-5. – С.453-466.

[24] – Onsager L. The distribution of energy in turbulence // Physical Review. – 1945. – Vol.68. – No. 11-12. – P.286.

[25] – Onsager L. Statistical hydrodynamics // Nuovo cimento. – 1949. – Vol.6. – No. 2. – P.279-287.

Обсуждая работы № 45 и 47, А.М. Яглом имеет в виду следующие статьи А.Н. Колмогорова (соответственно):

- Колмогоров А.Н. Локальная структура турбулентности в несжимаемой вязкой жидкости при очень больших числах Рейнольдса // Доклады АН СССР. – 1941. – Том 30. - № 4. – С.299-303.

- Колмогоров А.Н. Рассеяние энергии при локально изотропной турбулентности // Доклады АН СССР. – 1941. – Том 32. - № 1. – С.19-21.

«Закон двух третей», который, со слов Я.М. Яглома, независимо от А.Н. Колмогорова, открыли А.М. Обухов (1941), Ларс Онсагер (1945), Вернер Гейзенберг (1948), формулируется следующим образом. Формулировку данного закона мы возьмем из статьи А.В. Колесниченко «Синергетический подход к описанию стационарно-неравновесной турбулентности» (журнал «Математическое моделирование», 2004, том 16, № 1). В данной работе автор пишет: «...Один из важнейших законов мелкомасштабных турбулентных движений (закон двух третей): в любом турбулентном течении с достаточно большим числом Рейнольдса  $Re$  средний квадрат разности скоростей в двух точках на расстоянии  $r$  друг от друга при не слишком малых, но и не слишком больших значениях  $r$  (сравнимых с масштабом длины  $\Lambda$  соответствующего осредненного течения) должен быть пропорционален  $r^{2/3}$ ... Этот закон в настоящее время хорошо подтвержден экспериментально для самых разнообразных турбулентных течений (см. [7])» (Колесниченко, 2004, с.42).

Здесь [7] – Монин А.С., Яглом А.М. Статистическая гидромеханика. Том 2. – Санкт-Петербург: «Гидрометеиздат», 1996. – 742 с.

Независимость исследований разных ученых при разработке теории турбулентности обсуждается также в статье А.С. Монины и А.М. Яглома «О законах мелкомасштабных движений жидкостей и газов» (журнал «Успехи математических наук», 1963, том 18, № 5), где авторы указывают: «Работы А.Н. Колмогорова и А.М. Обухова по теории турбулентности, опубликованные в 1941 г., по обстоятельствам военного времени оставались неизвестными за границей практически до 1947 г., когда Дж. Бэтчелор опубликовал в Англии их подробное изложение [30]. Незадолго до этого некоторые крупные зарубежные физики (Онсагер [31], [32] в США, Гейзенберг [33] и Вейцеккер [34] в Германии) **независимо пришли** к близким представлениям о статистически равновесном режиме мелкомасштабных компонент турбулентности» (Монин, Яглом, 1963, с.106).

Изложенное подтверждает Вернер Гейзенберг. В статье «Замечания по поводу проблемы турбулентности» (В. Гейзенберг, «Избранные труды», 2001) он пишет: «Спектр равновесного распределения в пределе при очень больших числах Рейнольдса **вывели независимо** Колмогоров [7], Онсагер [8] и Вайцеккер [9]. В работе Прандтля [10] также содержатся соображения подобия, из которых исходили названные нами авторы. В своих предыдущих работах [11] автор настоящей статьи рассчитал продолжение спектра в область самых мелких вихрей (соответствующие таким вихрям числа Рейнольдса уже нельзя считать большими)» (Гейзенберг, 2001, с.463).

Об этом же сообщается в статье В. Гейзенберга «К теории статистической и изотропной турбулентности» (В. Гейзенберг, «Избранные труды», 2001): «В последнее время статистическая теория турбулентности, основы которой были заложены Тейлором [1], Карманом и Говартом [2], достигла столь значительных успехов, что позволила дать удовлетворительное объяснение распределению энергии в спектре между турбулентными вихрями. Колмогоров [3] и **независимо от него** Онсагер [4] и Вайцеккер [5] ввели гипотезу подобия, позволяющую определять спектр для вихрей при больших числах Рейнольдса, а Гейзенберг [6] распространил эти расчеты на те компоненты спектра, которые соответствуют малым числам Рейнольдса» (Гейзенберг, 2001, с.492).

**885. Открытие «закона пяти третей».** «Закон пяти третей» - важный закон математической теории турбулентности, построенной А.Н. Колмогоровым. Он описывает распределение энергии по масштабам в гидродинамической системе, находящейся в состоянии турбулентности. Данный закон сформулировал А.Н. Колмогоров и независимо

от него – упомянутые выше исследователи Ларс Онсагер, Вернер Гейзенберг и Карл фон Вайцзеккер.

Г.Е. Фалькович в статье «И вправду чуден был язык воды» (журнал «Наука из первых рук», 2014, том 57/58, № 3/4) сообщает о теории Колмогорова – Обухова, которая была сформулирована в 1941 году и содержала знаменитый «закон пяти третей»: «...Предлагаемый ею закон распределения энергии по масштабам (закон пяти третей) довольно близок к наблюдаемому экспериментально и оказался чрезвычайно полезным как в технике, так и во многих областях науки, от геофизики до астрофизики. Этот закон был **независимо переоткрыт** Онсагером, Прандтлем, Гейзенбергом и Вейцзеккером. Энергия пропорциональна квадрату скорости в несжимаемой жидкости, поэтому закон пяти третей касается только второго момента функции вероятности скорости. Более же высокие моменты уже довольно сильно отклоняются от КО41 (теории Колмогорова – Обухова 1941 года – Н.Н.Б.), как было экспериментально обнаружено в пятидесятых годах» (Фалькович, 2014, с.34).

Приведем еще один источник. У. Фриш в монографии «Турбулентность. Наследие А.Н. Колмогорова» (1998) пишет: «Теория Колмогорова несколько раз **переоткрывалась** разными учеными. Этот вопрос подробно исследован в статье (Battimelli and Vulpiani, 1982), откуда в основном заимствованы последующие сведения. Находясь под арестом в Фарм Холл под Кембрижем в конце 1945 г., Гейзенберг и фон Вайцзеккер развили основанную на замыкании цепочки структурных функций теорию развитой турбулентности, достаточно близкую к теории Обухова. Эта теория тоже дает закон  $k^{-5/3}$  для энергетического спектра. Их результаты были опубликованы в статьях (von Weizsacker, 1948; Heisenberg, 1948). Онсагер получил закон  $k^{-5/3}$  (на самом деле  $k^{-11/3}$ , так как он работал с трехмерным спектром) при рассмотрении энергетического каскада, дополнительно предполагая, как и Колмогоров, зависимость лишь от волнового числа и скорости диссипации энергии. Он тоже подчеркнул универсальность множителя перед  $\varepsilon^{2/3} k^{-11/3}$ . Эти результаты были сообщены им Ч.Ч. Лину в частном письме (Onsager, 1945a), а также Т. фон Карману, который отнесся к ним без энтузиазма (как сообщается в письме Онсагера Ч.Ч. Лину). В том же году эти результаты были анонсированы (Onsager, 1945b). Более длинную статью Онсагер опубликовал лишь несколько лет спустя, познакомившись с работами Колмогорова и немецких физиков (Onsager, 1949)» (Фриш, 1998, с.108).

**886. Разработка математической теории фильтрации.** Математическую теорию фильтрации построили независимо друг от друга Андрей Николаевич Колмогоров и американский математик, основатель кибернетики Норберт Винер.

Перед нами книга «Из истории кибернетики» (2006), написанная под редакцией Я.И. Фета. В данной книге содержится статья Д. Джерисона и Д.В. Струка «Норберт Винер», в которой сообщается: «Фильтрацией называют любую стратегию, позволяющую устранить случайные эффекты колебательного или статического характера в механических или электрических системах. Фильтры необходимы во всевозможных устройствах, от акустических стереосистем до приборов управления самолетом. При заданных гипотезах предложенное Винером решение задачи предсказаний фильтрации было наилучшим из возможных, в точном математическом смысле. **Независимо** и примерно в то же время к аналогичной математической теории пришел крупнейший российский специалист по теории вероятностей А.Н. Колмогоров. Таким образом, Колмогоров и Винер впервые развили систематический подход к проектированию фильтров» (Джерисон, Струк, 2006, с.81).

Об этом же сообщает В.Ф. Панов в книге «Современная математика и ее творцы» (2011): «Во время Второй мировой войны Винер занимался электрическими сетями, вычислительной техникой, работал над математическим аппаратом для систем наведения зенитного огня. Несколько позже, чем Колмогоров, но **независимо от него**, Винер развил теорию интерполяции и экстраполяции стационарных случайных процессов. Для этих



процессов он разработал теорию «фильтрации», получившую широкое применение в технике» (Панов, 2011, с.540).

**887. Изобретение фильтра Калмана – Стратоновича (открытие уравнений оптимальной линейной фильтрации для марковских процессов).** Уравнения оптимальной линейной фильтрации для марковских процессов открыли независимо друг от друга советский математик и физик Руслан Леонтьевич Стратонович (1930-1967) и американский ученый Рудольф Калман (1930-2016).

Как поясняют специалисты, часто употребляемый термин «фильтр Калмана» на самом деле следует называть «фильтром Калмана-Стратоновича», поскольку российский физик Р.Л. Стратонович вывел уравнения оптимальной линейной фильтрации для марковских процессов в 1960 году, т.е. на год раньше своего американского коллеги. Позволим себе обратиться к сборнику «Профессор Р.Л. Стратонович. Воспоминания родных, коллег и друзей» (2007), написанному под редакцией Ю.М. Романовского. В данном сборнике имеются воспоминания Г.Е. Колосова (бывшего аспиранта Р.Л. Стратоновича), который говорит: «Вопрос о названии фильтра Калмана обычно не вызывает особых дискуссий. Любой специалист, знакомый с предметом, всегда скажет, что уравнения оптимальной линейной фильтрации для марковских процессов впервые были опубликованы в знаменитой работе швейцарского математика Р. Калмана и американца Р. Бьюси в 1961 году (R.Kalman, R.Bucy «New Results in linear filtering and prediction theory», Journal of Basic Engineering, ASME, 1961, vol.83, pp.95-108), после чего соответствующие устройства, моделирующие эти уравнения, стали называть фильтрами Калмана-Бьюси. Потом со временем вторая фамилия начала иногда выпадать из названия фильтра и, в конце концов, совсем пропала. Так появился фильтр Калмана. Эта общеизвестная история названия фильтра одновременно и проста, и удивительна. Удивительна потому, что на самом деле данный фильтр должен называться не фильтром Калмана и не фильтром Калмана-Бьюси, а **фильтром Стратоновича**. Потому что в действительности первая публикация уравнений этого фильтра (выражаясь современным языком – мировая презентация фильтра) произошла за год до Калмана и Бьюси в статье Стратоновича «Применение теории процессов Маркова для оптимальной фильтрации сигналов», Радиотехника и электроника, том V, № 11, с.1751-1763, 1960. Это факт, с которым не поспоришь. Каждый может взять указанный номер журнала и увидеть там уравнения, которые потом почему-то стали называться «фильтром Калмана». И что особенно удивляет – вот сейчас, прошло столько лет со времени изобретения данного фильтра, в мировой научной литературе появилось море публикаций (учебники, монографии, статьи), содержащих описание фильтра Калмана, в которых имя Стратоновича в связи с этим фильтром даже не упоминается. Даже если предположить, что уравнения оптимальной линейной фильтрации были получены Стратоновичем и Калманом и Бьюси **независимо друг от друга**, то и в этом случае имя Стратоновича должно быть названо (как, например, до сих пор вспоминают имена двух великих современников – Ньютона и Лейбница, когда говорят об истории появления интеграла в математическом анализе)» (Колосов, 2007, с.80-81).

О.А. Степанов в статье «Фильтр Калмана. История и современность» (журнал «Гироскопия и навигация», 2010, № 2 (69)) пишет о том, какое практическое применение нашел «фильтр Калмана - Стратоновича»: «Р. Калман нашел благодатную почву для применения своего алгоритма в Научно-исследовательском центре Эймса (Ames Research Center), входящего в состав НАСА, а также в лаборатории Ч. Дрейпера в МИТ [14, 20, 21]. Во время своего визита осенью 1960 г. он встретился с сотрудником центра в Эймсе С.Ф. Шмидтом, который сразу же оценил потенциальные возможности нового метода применительно к проекту «Аполло», связанному с полетом на Луну. Считается, что С.Ф. Шмидт был первым, кто использовал ФК (фильтр Калмана – Стратоновича – Н.Н.Б.) при решении практических задач. В середине 60-х благодаря усилиям С.Ф. Шмидта ФК стал

частью навигационной системы для транспортного самолета С5А. ФК использовался здесь в задаче комплексной обработки данных от инерциальной системы и радиолокатора, дополнительно решая также задачу отбраковки измерений с большими ошибками [14]» (Степанов, 2010, с.112).

**888. Создание энтропийной теории динамических систем.** Энтропийная теория динамических систем была создана благодаря тому, что удалось перенести в теорию динамических систем понятие энтропии, заимствованное из теории информации, предложенной Клодом Шенноном. Но чтобы разумно осуществить этот перенос, нужно было владеть, помимо теории информации Шеннона, еще двумя теориями – эргодической теорией динамических систем (построенной фон Нейманом и Биркгофом) и теорией измеримых разбиений В.А. Рохлина. С этими концепциями был хорошо знаком А.Н. Колмогоров, поэтому именно он смог создать энтропийную теорию динамических систем. Вместе с тем, следует отметить, что независимо от него смелую попытку перенести понятие информации на динамические системы предпринял в 1956-1957 гг. украинский математик Дамир Зямович Аров (род. 1934 г.). Единственный фактор, помешавший ему довести дело до конца, - незнание теории измеримых разбиений, созданной отечественным математиком Владимиром Абрамовичем Рохлиным (1919-1984), племянником советского поэта Корнея Чуковского.

Л.З. Гроссман в статье «К 80-летию профессора Д.З. Арова» («Вестник Одесского национального университета», серия «Математика и механика», 2014, том 19, вып.3 (23)) пишет: «На старших курсах Дамир Зямович стал активно работать под руководством видного специалиста по теории вероятностей, доцента А.А. Боброва, читавшего в ОГУ (Одесском государственном университете – Н.Н.Б.) по совместительству, который являлся учеником великих ученых, член-корр АН СССР А.Я. Хинчина и академика АН СССР А.Н. Колмогорова. Узнав из спецкурса профессора Н.И. Гаврилова по качественной теории дифференциальных уравнений об эргодической (иначе говоря, метрической) теории динамических систем, Д. Аров решил применить в ней новые понятия недавно возникшей теории информации, которая, как часть кибернетики, до 1953 года официально считалась в СССР лженаукой. Об этой теории он узнал из только что появившихся в УМН статей А.Я. Хинчина. С этой целью Дамир Зямович ввел (при одном ограничении) фундаментальное понятие энтропии динамической системы. Это понятие затем в руках А. Колмогорова, пришедшего к нему несколько иначе и позже Д. Арова, и других виднейших специалистов стало мощным орудием в эргодической теории, открывшим в ней новую эру. Оно положило начало новому направлению – энтропийной теории динамических систем. Результаты Д. Арова были им описаны в дипломной работе «Теория информации и передачи ее по каналам связи», которая благодаря руководителю работы А. Боброву и профессору МГУ С.В. Фомину (крупнейшему ученику А. Колмогорова) стала, в конце концов, известна и самому А. Колмогорову» (Гроссман, 2014, с.113-114).

Об этом же сообщает сам Д.З. Аров в статье «К истории возникновения понятия  $\varepsilon$ -энтропии автоморфизма пространства Лебега и понятия  $(\varepsilon T)$ -энтропии динамической системы с непрерывным временем» («Записки научных семинаров ПОМИ», 2015, том 436). Автор рассказывает о своей дипломной работе, в которой он предпринял попытку перенести идеи К. Шеннона в эргодическую теорию: «Что касается истории, то тема дипломной работы по теории информации была предложена А.А. Бобровым (учеником А.Я. Хинчина и А.Н. Колмогорова) после появления работ Хинчина в УМН по теории информации. По счастливому случайному стечению обстоятельств в это время автор прослушал курс лекций Н.И. Гаврилова (ученика И.Г. Петровского) по качественной теории дифференциальных уравнений, включающий, в частности, формулировку теоремы Биркгофа в эргодической теории динамических систем. Знакомство с теорией информации и с понятием эргодической динамической системы привело автора к решению применить шенноновскую энтропию потока к изучению эргодической динамической системы...»

(Аров, 2015, с.78). Автор добавляет: «В то время я не был знаком с понятием пространства Лебега и другими связанными с ним понятиями, такими, как измеримые разбиения...» (там же, с.78).

**889. Построение алгоритмической теории информации (теории алгоритмической сложности).** Алгоритмическую теорию информации построили независимо друг от друга Андрей Николаевич Колмогоров, американский математик Рэй Соломонов (1926-2009) и его соотечественник Грегори Чейтин (Хайтин, род. 1947 г.).

Лэнс Фортноу в книге «Золотой билет. P, NP и границы возможного» (2016) пишет: «Колмогоров придумал определять степень случайности последовательности в зависимости от длины ее самого короткого описания. <...> Конечно, «описание» - понятие неформальное; Колмогоров формализовал его через понятие компьютерной программы. Аналогичные идеи **независимо друг от друга** и от Колмогорова разработали также двое американских ученых: Рэй Соломонов (из Кливленда, а не из СССР, как можно было бы подумать по его фамилии) – чуть раньше Колмогорова, Грегори Хайтин – чуть позже. Однако Колмогоров и его последователи углубились в эту тему гораздо дальше, так что сложность, определяемую через длину описания, стали называть «колмогоровской» (Фортноу, 2016, с.107).

Об этом же сообщают Н.К. Верещагин, В.А. Успенский и А. Шень в книге «Колмогоровская сложность и алгоритмическая случайность» (2013): «Понятие колмогоровской сложности (или, как еще говорят, алгоритмической энтропии) появилось в 1960-е годы на стыке теории алгоритмов, теории информации и теории вероятностей. Идея А.Н. Колмогорова, опубликованная им в знаменитой статье 1965 г. [62], состояла в том, чтобы измерять количество информации, заключенной в индивидуальных конечных объектах (а не в случайных величинах, как в шенноновской теории информации). Оказалось, что это возможно (хотя лишь с точностью до ограниченного слагаемого). На несколько лет раньше **сходные идеи** высказывал Р. Соломонов (смотрите [158] и другие его статьи, ссылки на которые даны в [83])» (Верещагин и др., 2013, с.4). Авторы продолжают: «В 1965 году американский математик Г. Чейтин (тогда только что окончивший школу) представил к публикации две своих статьи [18] и [19], напечатанные в 1966 и 1969 годах. Во второй из них он дал то же определение алгоритмической сложности, что и Колмогоров» (там же, с.4).

Здесь [62] – Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия «количество информации» // Проблемы передачи информации. – 1965. – Том 1. - № 1. – С.3-11.

[158] – Solomonoff R. A formal theory of inductive inference. Part 1. Part 2 // Information and Control (now Information and Computation). – 1964. – Vol.7. – P.1-2 and P.224-254.

Приведем еще один источник. В.А. Успенский и В.В. Вьюгин в статье «Становление алгоритмической теории информации в России» (журнал «Информационные процессы», 2010, том 10, № 2) пишут: «Колмогоров указывает способ измерения сложности объекта, для чего вводит понятие, называемое сейчас колмогоровской сложностью. Свое новое понятие он в 1965 г. применяет для построения алгоритмического варианта теории информации, позволяющего измерять информацию в конечной строке знаков, а в 1969 г. – для указания пути, на котором может быть найдено определение случайной последовательности в виде ее хаотичности (хаотичность состоит в том, что сложность начальных отрезков растет очень быстро) [17]. В эти годы Колмогоровым закладываются основы теории, получившей ныне название теории колмогоровской сложности. **Независимо от Колмогорова**, и даже несколько ранее, идеи построения «универсального предсказателя» были предложены Р. Соломоновым» (Успенский, Вьюгин, 2010, с.146).

**890. Формулировка важной теоремы алгоритмической теории информации (теории сложности).** Уместно привести одну из важных теорем алгоритмической теории

информации (теории сложности), открытую А.Н. Колмогоровым и Р. Соломоновым независимо друг от друга.

Л.А. Левин в автореферате кандидатской диссертации «Некоторые теоремы об алгоритмическом подходе к теории вероятностей и теории информации» (1971) пишет: «Сложностью слова  $x$  по алгоритму  $A$  А.Н. Колмогоров называл минимальную длину двоичного слова  $p$ , кодирующего  $x$  (т.е. такого, что  $A(p) = x$ ). Определенная таким образом величина  $x$  сильно зависит от вида алгоритма  $A$ , и центральным результатом, заложившим основы дальнейших исследований, явилась теорема, **установленная независимо** А.Н. Колмогоровым и (в несколько иных терминах) Р. Дж. Соломоновым. Она утверждает существование оптимального алгоритма  $B$ , дающего наименьшее по сравнению с любым другим алгоритмом  $A$  значение сложности с точностью до аддитивной константы  $c_A$  (не зависящей от  $x$ ). Сложность слова  $x$  по произвольному оптимальному алгоритму является уже достаточно инвариантной величиной и фундаментальной характеристикой рассматриваемых объектов» (Левин, 1971, с.3).

**891. Открытие методов линейного программирования.** Методы линейного программирования разработали независимо друг от друга советский математик Леонид Витальевич Канторович (1912-1986) и американский ученый Джордж Данциг (1914-2005). В 1975 г. Л.В. Канторович получил Нобелевскую премию по экономике.

Т. Крилли в книге «Математика: 50 идей, о которых нужно знать» (2014) пишет: «В 1947 году американский математик Джордж Данциг, тогда служивший в ВВС США, сформулировал метод решения задач линейного программирования, получившего название «симплекс-метода». Метод оказался настолько удачным, что Данциг прославился на Западе как отец линейного программирования. В Советской России, отрезанной от остального мира холодной войной, теорию линейного программирования **независимо от Данцига** сформулировал Леонид Канторович. В 1975 году Канторович и голландский математик Тьяллинг Купманс получили Нобелевскую премию по экономике за вклад в теорию оптимального распределения ресурсов, включавшую методики линейного программирования» (Крилли, 2014, с.183).

Об этом же сообщают С.С. Кутателадзе, В.Л. Макаров, И.В. Романовский и др. в очерке «О томе математико-экономических работ Л.В. Канторовича» (Л.В. Канторович, «Избранные труды. Математико-экономические работы», 2011): «Дж. Данциг – американский математик, который спустя 10 лет **независимо от Канторовича** открыл линейное программирование, писал: «Работа Л.В. Канторовича 1939 г. содержит почти все области приложений, известные к 1960 г.» [2]» (Кутателадзе и др., 2011, с.34-35).

Этот же вопрос обсуждает Р. Кэмпбелл в статье «Маркс, Канторович и Новожилов. Стоимость против реальности» (Л.В. Канторович, «Избранные труды. Математико-экономические работы», 2011): «...Вскоре после выхода оригинальной брошюры Канторовича, в Соединенных Штатах было **независимо от него** вторично открыто линейное программирование. В отличие от советского изобретения оно быстро нашло широкое применение в решении практических проблем производственного планирования в США, и его скоро примирили и ассимилировали с традиционной экономической теорией. <...> Несмотря на недостаточный интерес к его открытию, Канторович попутно со своей основной работой продолжал думать над применением этого метода и его общеэкономическом значении» (Кэмпбелл, 2011, с.641).

Процитируем еще одну работу. Л. Йохансен в статье «Вклад Л.В. Канторовича в экономическую науку» (Л.В. Канторович, «Избранные труды. Математико-экономические работы», 2011) говорит: «Конечно, можно найти предшественников линейного программирования. Работы Дж. фон Неймана по теории игр и его ранняя модель экономического роста содержат элементы, которые до некоторой степени предвосхищают линейное программирование. В работах Р. Фриша 1930-х годов также можно найти идеи и математические методы, которые были некоторыми шагами в направлении линейного

программирования. В работе 1941 г. Ф. Хичкок сформулировал и решил оптимизационную транспортную задачу, которая является специальным случаем задачи линейного программирования, и **независимо от него** сходную задачу решил Т. Купманс в 1947 г.» (Йохансен, 2011, с.655).

**892. Создание теории дифференциальных игр.** Теория дифференциальных игр – результат научных изысканий советского математика Льва Семеновича Понтрягина. Независимо от него аналогичную теорию создал американский математик Руфус Филип Айзекс (1914-1981) и другие ученые.

Р. Айзекс в книге «Дифференциальные игры» (1967) рассказывает о том, как он начал работать над новой теорией, не зная об исследованиях советских ученых: «Мои работы по дифференциальным играм были впервые опубликованы в шести выпусках «Rand Reports» в период с 1951 по 1953/54 г., когда вышла заключительная серия из четырех работ. Выпущенные ограниченным тиражом, они, тем не менее, имели некоторое хождение в Соединенных Штатах, но, насколько я знаю, ни один из выпусков не достиг Советского Союза. Других источников информации, по-видимому, не было. <...> Тем временем вышеупомянутые выпуски «Rand Reports» и мои неофициальные лекции в Rand Corporation (около 1950 г.) дали неожиданные плоды. Стала развиваться теория дифференциальных игр с одним игроком, которая получила название теории управления. С тех пор эта теория чрезвычайно разрослась; появились посвященные ей журналы, стали проводиться международные конференции, и ею начали заниматься многие ученые. Некоторые из них – Л.С. Понтрягин, А.М. Летов, Р.В. Гамкрелидзе, Л.А. Петросян и другие – в настоящее время проявляют серьезный интерес к задаче с двумя игроками. Итак, теория дифференциальных игр **появилась независимо** в Советском Союзе в качестве обобщения теории управления; в моей стране наблюдался обратный процесс. Когда писалась книга, я не знал об этих направлениях, поэтому читатель должен быть готов найти много отличий в деталях и обозначениях от того, что стало теперь стандартным» (Айзекс, 1967, с.9-10).

Автор продолжает: «Действительно, через несколько дней после завершения работы над рукописью (в марте 1963 г.) я впервые увидел книгу Понтрягина и др. [2], где изложен подход к проблемам минимизации, аналогичный предлагаемому здесь. Этот подход применим для исследования игр одного игрока. В диссертации Келенджеридзе [3] этот метод распространен на игры двух игроков, и поэтому в некоторых отношениях его работа совпадает с моей» (там же, с.13). Автор говорит о теории оптимального управления, созданной Львом Семеновичем Понтрягиным: «Теория оптимального управления [5] идентична дифференциальным играм одного игрока и поэтому является частным случаем таких игр» (там же, с.13).

Приведем некоторые работы Л.С. Понтрягина и его коллег, которые имеются в списке литературы Р. Айзекса:

- Понтрягин Л.С. О некоторых дифференциальных играх // Доклады АН СССР. – 1964. – Том 156. - № 4.

- Понтрягин Л.С. К теории дифференциальных игр // Успехи математических наук. – 1966. – Том 21. - № 4 (140).

- Понтрягин Л.С., Болтянский В.Т., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.М. Математическая теория оптимальных процессов. – М.: «Физматгиз», 1961.

- Келенджеридзе Д.Л. К теории оптимального преследования // Доклады АН СССР. – 1961. – Том 138. - № 3.

**893. Доказательство теоремы Сколема – Нетер.** Теорема Сколема – Нетер характеризует автоморфизмы простых колец (специальных алгебраических структур) и является фундаментальным результатом теории центральных простых алгебр. Эту теорему доказали независимо друг от друга норвежский математик Торальф Сколема (1887-1963) и немецкая женщина-алгебраистка Эмми Нетер (1882-1935).

В.Ф. Панов в книге «Современная математика и ее творцы» (2011) пишет: «Среди скандинавских математиков математическая логика не была популярной, и Сколем, не прекращая исследований в теории множеств, приступил к исследованиям в алгебре и теории чисел. Он внес заметный вклад в теорию диофантовых уравнений. <...> Сколем в 1927 г. доказал теорему, которая несколько лет спустя была **независимо от него** доказана знаменитой немецкой алгебраисткой Эмми Нетер. Эту теорему называют теоремой Сколема - Нетер» (Панов, 2011, с.585-586).

**894. Формулировка и доказательство теоремы о неполноте.** Безусловно, автором знаменитой теоремы о неполноте, показавшей неосуществимость инициированной Д. Гильбертом программы формализации математической науки, является австрийский математик Курт Гедель (1906-1978), сформулировавший эту теорему в 1931 г. Однако следует отметить, что независимо от Геделя польско-американский математик Эмиль Пост (1897-1954) вплотную подошел к получению аналогичного результата (прикоснулся к нему, не опубликовав своих выводов).

Сергей Ефимович Столяр в статье «Математик, не ставший астрономом» (журнал «Компьютерные инструменты в образовании», 2004, № 1) пишет: «Во время пребывания в Принстоне Пост вплотную подошел к формулировке, которая лишь в 1931 г. была совершенно **независимо опубликована** Геделем (Kurt Godel, 1906-1978). Имеется в виду знаменитая теорема о фундаментальной неполноте любой формальной логики (смотрите, например, [5]). Фрагментарные результаты Поста выросли из его докторской диссертации, но до завершающей публикации Пост их не довел. Позднее, в 1938 г., в переписке с Геделем, проявившим интерес к неопубликованным материалам Поста, последний отмечал: «...Могу сказать, что будь я Геделем, я бы доказал теорему Геделя в 1921 году». Здесь и проявление уважения к несомненному научному успеху коллеги, и в то же время разочарование в связи с ускользнувшим приоритетом. В другом письме тому же адресату Пост великодушно замечал, что «независимо от чувства обиды на судьбу, я восхищаюсь вашей работой, ведь, в конце концов, не идеи, а их реализация дает основание оценить их величие» (Столяр, 2004, с.69).

Здесь [5] – Успенский В.А. Теорема Геделя о неполноте. – М.: «Наука», 1982. – 112 с.

О том, что Эмиль Пост независимо от Курта Геделя пришел к открытию теоремы о неполноте, сообщают также В.Г. Алябьева и Г.В. Пастухова в книге «Теория алгоритмов» (2013): «Во время пребывания в Принстоне Пост **вплотную подошел** к формулировке, которая лишь в 1931 г. была опубликована Геделем. Имеется в виду знаменитая теорема Геделя о неполноте любой формальной системы. Фрагментарные результаты Поста следовали из его докторской диссертации, но до завершающей формулировки и публикации Пост их не довел» (Алябьева, Пастухова, 2013, с.36).

Джон фон Нейман – ученый, который мог самостоятельно открыть теорему (теоремы) Геделя о неполноте. С.М. Улам в книге «Приключения математика» (2001) пишет о фон Неймане: «...Пару раз его опередил или даже превзошел кто-то другой. К примеру, его разочаровало то, что он не первым решил теоремы Геделя о неполноте. Ему это было больше чем под силу, и наедине с самим собой он допускал возможность того, что Гильберт избрал ошибочный ход решения. Но мысли эти шли вразрез с общепринятым представлением, которое бытовало в то время. Другой пример – доказательство Дж. Д. Биркгофом эргодической теоремы. Его доказательство было более убедительным, более интересным и более независимым по сравнению с доказательством Джонни» (Улам, 2001, с.70-71).

**895. Доказательство теоремы о неразрешимости проблемы остановки машины Тьюринга.** Центральный вопрос теории алгоритмов – можно ли построить машину, оснащенную определенной программой (алгоритмом) и способную найти решение любой проблемы на основе входных данных, а затем остановиться и предоставить это решение?

Поскольку существуют задачи, которые невозможно решить алгоритмическим путем, ученые установили, что в процессе решения таких задач машина не сможет найти верного решения и, соответственно, не сможет остановиться. Другими словами, для таких задач проблема остановки неразрешима. Теорему об этой неразрешимости доказали независимо друг от друга британский математик Алан Тьюринг (1912-1954) и его американский коллега Алонзо Черч (1903-1995).

В.М. Зюзьков в монографии «Математическая логика и теория алгоритмов» (2015) пишет: «Имея точное определение вычислимости, удалось доказать, что некоторые проблемы неразрешимы. Как мы уже знаем, Алонзо Черч доказал, что не существует алгоритма, который для любой формулы логики предикатов устанавливает, общезначима она или нет. Теорема 2. Проблема остановки неразрешима. Этот результат, доказанный впервые **независимо друг от друга** Тьюрингом (используя машины Тьюринга) и Черчем (с помощью лямбда-исчисления) точно формулируется в следующем виде. Не существует никакого общего алгоритма, позволяющего установить, остановится ли некоторая конкретная программа (на любом языке программирования), запущенная после введения в нее некоторого конкретного набора данных» (Зюзьков, 2015, с.210-211).

Об этом же сообщает Лэнс Фортноу в книге «Золотой билет. P, NP и границы возможного» (2016): «В 1928 году выдающийся немецкий математик Давид Гильберт сформулировал свою знаменитую проблему разрешимости – Entscheidungsproblem: существует ли универсальный алгоритм, который для любого математического утверждения определяет, истинно оно или ложно? В 1931 году Курт Гедель показал, что некоторые утверждения невозможно доказать или опровергнуть ни в одной системе аксиом; спустя несколько лет вдохновленные его результатами Алонзо Черч и Алан Тьюринг **независимо друг от друга** доказали, что универсального алгоритма не существует» (Фортноу, 2016, с.67).

**896. Формулировка тезиса Черча – Тьюринга.** Как известно, этот тезис представляет собой гипотезу, которая постулирует эквивалентность между обычным понятием алгоритмической вычислимости и строго формализованным понятием вычислимости посредством машины Тьюринга. Рассматриваемая эквивалентность предполагает, что все физически вычисляемые функции могут быть вычислены с помощью машины Тьюринга. Другое определение: если некоторая процедура (последовательность действий) четко определена и по своей природе механистична, то найдется машина Тьюринга, способная выполнить ее. Данный тезис (до сих пор не доказанный) сформулировали независимо друг от друга упомянутые выше математики Алан Тьюринг и Алонзо Черч.

В.В. Губарев в книге «Информатика: фрагменты истории» (2007) отмечает: «Алонзо Черч и Алан Тьюринг **независимо друг от друга** высказывают утверждение (тезис Черча - Тьюринга) о возможности моделировать на компьютере машину Тьюринга, об эквивалентности компьютеров как инструмента для решения алгоритмических проблем, ставшее позднее теоретическим обоснованием виртуализации...» (Губарев, 2007, с.63).

**897. Построение иерархии множеств и предикатов.** Иерархию множеств и предикатов построили независимо друг от друга американский математик Стивен Клини (1909-1994) и польский математик Анджей Мостовский (1913-1975).

Перед нами 2-я книга 4-го тома «Истории отечественной математики» (1970), написанная под редакцией И.З. Штокало, в которой сообщается: «Определение понятия «вычисляемая функция» создало предпосылки для четкой дифференциации эффективного и неэффективного в математике. Но ведь естественно предположить, что возможны различные степени эффективности и различные степени неэффективности. Поэтому значительные усилия были приложены для выработки такой системы понятий, которая позволяла бы разумно сравнивать между собой функции и множества по степени их эффективности или неэффективности. При осуществлении этой программы наметилось три

направления, которые были развиты далеко не в одинаковой мере. Во-первых, в классе всех вычислимых функций были выделены и изучены более простые подклассы примитивно рекурсивных функций, функций элементарных по Кальмару (Венгрия) и т.п. В этом можно усматривать зачатки некоторой классификации эффективного. Во-вторых, Клини (США, 1943 г.), а **независимо от него** и Мостовский (Польша) построили иерархию множеств и предикатов, в которой к низшему классу относятся все разрешимые множества и предикаты, а высшие классы классифицируются по кванторным приставкам, т.е. по логической сложности их описаний. Таким образом, эта иерархия охватывает и некоторые (но далеко не все) неэффективные множества. Ее внешняя аналогия с проективной иерархией из дескриптивной теории множеств уже тогда была подмечена Клини и Мостовским» («История отечественной математики», 1970, с.410-411).

**898. Доказательство неразрешимости проблемы тождества для ассоциативных систем.** Доказательство алгоритмической неразрешимости проблемы слов для конечно определенных полугрупп нашли независимо друг от друга советский математик Андрей Андреевич Марков (1903-1979) и американский логик Эмиль Леон Пост (1897-1954).

А.А. Ляпунов в статье «Петр Сергеевич Новиков (к семидесятилетию со дня рождения)» (сборник «Андрей Андреевич Ляпунов», 2011) сообщает: «После того, как в 1947 г. А.А. Марков и Э. Пост **независимо установили** неразрешимость проблемы тождества для ассоциативных систем, особое внимание привлекала проблема тождества слов теории групп, поставленная Дэном еще в 1912 г.» (Ляпунов, 2011, с.110).

Об этом же сообщает Ю.В. Матиясевич в статье «10-я проблема Гильберта: диофантовы уравнения в XX веке» (сборник «Математические события XX века», 2003): «Знаменательным стал 1947 год, в котором два математика, Андрей Андреевич Марков [18] в СССР и Эмиль Леон Пост [31] в США **независимо друг от друга** опубликовали алгоритмическую неразрешимость так называемой проблемы слов для конечно определенных полугрупп. Эта проблема известна также как проблема Туэ по имени норвежского математика Акселя Туэ, который сформулировал ее еще в 1914 году [40]. Это был первый случай, когда удалось доказать невозможность алгоритма для решения возникшей в математике массовой проблемы» (Матиясевич, 2003, с.252).

Здесь [18] – Марков А.А. Невозможность некоторых алгоритмов в теории ассоциативных систем // Доклады АН СССР. – 1947. – Том 55. – № 7. – С.587-590.

Приведем еще один источник. Н.В. Михайлова в монографии «Философско-методологические основания постгеделевской математики» (2009) повествует: «...В 1936 году Алонзо Черчем и английским математиком и инженером Аланом Тьюрингом была доказана «неразрешимость» проблемы разрешимости для классического исчисления предикатов, которую в то время Давид Гильберт считал главной проблемой математической логики. «Естественно возникал вопрос, - отмечал академик С.И. Адян, - не являются ли неразрешимые алгоритмические проблемы специфическими для самой теории алгоритмов?» [1, с.923]. На этот принципиальный вопрос дали ответ в 1947 году советский математик А.А. Марков и американский математик Эмиль Пост. Они **независимо друг от друга** доказали неразрешимость проблемы равенства для полугрупп, показав, что не существует алгоритма для решения вопроса об эквивалентности двух данных слов при произвольно заданных алфавите и словаре, поставленной в 1914 году норвежским математиком Алексом Туэ» (Михайлова, 2009, с.72-73).

**899. Формулировка теоремы о рекурсивной неотделимости перечислимых множеств.** Эту теорему сформулировал и опубликовал в 1951 г. Стивен Клини. Независимо от него ту же теорему установил несколькими годами ранее советский математик Петр Сергеевич Новиков (1901-1975). Не зная об этих результатах Клини и Новикова, аналогичную теорему сформулировал советский и израильский математик Борис Авраамович Трахтенброт (1921-2016).



Во 2-й книге 4-го тома «Истории отечественной математики» (1970) сообщается: «Систематические исследования проводились (1946, 1947 гг.) участниками семинара П.С. Новикова. Уже в это время ими были получены интересные теоремы дескриптивного характера, обнаруживающие как аналогии, так и любопытные расхождения с известными фактами и гипотезами теории множеств. Как правило, доказательство подобных теорем для специалистов, имеющих большой опыт в дескриптивной теории множеств, не представляло особого труда. Может быть, именно поэтому участники семинара не торопились с публикацией результатов. Впоследствии некоторые из этих результатов были вновь доказаны и опубликованы за рубежом. Так, например, обстоит дело с теоремой о рекурсивной неотделимости перечислимых множеств, опубликованной Клини в 1951 г. До Клини она была установлена П.С. Новиковым (1946 г.), а также **независимо от него** Б.А. Трахтенбротом (1949 г.)» («История отечественной математики», 1970, с.413).

Об этом же сообщает А.А. Ляпунов в статье «Петр Сергеевич Новиков (к семидесятилетию со дня рождения)» (сборник «Андрей Андреевич Ляпунов», 2011): «Петр Сергеевич предпринял в теории алгоритмов исследования, навеянные проблематикой дескриптивной теории множеств. Еще в 1946 г. он обратил внимание своих учеников на «дескриптивную» проблематику теории рекурсивных функций и высказал основные предположения о классификации рекурсивно-проективных множеств, об их отделимости, униформизации и т.п. Хотя эти результаты не были опубликованы в то время и были **независимо получены** и опубликованы другими авторами (Клини, Мостовский), они оказали большое влияние на учеников Петра Сергеевича и участников его семинаров, побудив их использовать эти «дескриптивные» явления в своих исследованиях, относящихся к теории алгоритмов и ее приложениям» (Ляпунов, 2011, с.109.).

**900. Решение проблемы Тарского о разрешимости теории поля  $p$ -адических чисел.** Решение этой проблемы, сформулированной польско-американским математиком Альфредом Тарским (1901-1983), получено американскими и советскими математиками, работавшими независимо друг от друга. В частности, отечественный алгебраист и логик Юрий Леонидович Ершов (род. 1940 г.) и – независимо - ученые США Джеймс Бертон Акс (1937-2006) и Саймон Бернхард Кочен (род. 1934 г.) доказали теорему о том, что поле  $p$ -адических чисел для любого  $p$  имеет разрешимую теорию.

Ю.Л. Ершов в статье «На пути от логики к алгебре» (журнал «Успехи математических наук», 2010, том 65, № 5 (395)) пишет: «В моей работе [30] и работе Акса [31] была доказана гипотеза Мальцева о том, что поле формальных степенных рядов над полем с неразрешимой теорией всегда имеет неразрешимую теорию. В моей работе [30] было доказано больше. Там было доказано, что поле рациональных функций от одной переменной над любым конечным полем характеристики, отличной от 2, имеет неразрешимую теорию. <...> Эти результаты мной и Аксом были получены в 1964 г. И после того, как гипотеза Мальцева о степенных рядах была доказана, естественно возник вопрос, что будет, скажем, с полем формальных степенных рядов над полем комплексных чисел. В декабре 1964 г. я доказал, что эта теория разрешима. Думаю, что и Акс это тоже знал. Но эти результаты показали, что пора решать известную проблему Тарского о разрешимости теории поля  $p$ -адических чисел. И в 1965 г. это удалось сделать. **Независимо Аксом и Коченом** [32], [33] и мной [34], [35] было доказано, что поле  $p$ -адических чисел для любого  $p$  имеет разрешимую теорию. Эти результаты получили большой резонанс. А сама проблематика разрешимости элементарных теорий полей стала привлекать внимание, и там пошел довольно большой прогресс» (Ершов, 2010, с.149).

**901. Открытие NP-полноты, то есть существования NP-полных задач.** В теории алгоритмов класс NP-полных задач – это множество задач, решение которых можно проверить на машине Тьюринга за время, не превосходящее значения некоторого многочлена от размера входных данных (исходной информации), при наличии некоторых

дополнительных сведений. Основываясь на открытии NP-полных задач, два исследователя сформулировали вопрос: существуют ли задачи, проверка правильности решения которых займет больше времени, чем поиски решения? Это сделали в 1971 г. независимо друг от друга советский математик Леонид Анатольевич Левин (род. 1948 г.) и американский ученый Стивен Артур Кук (род. 1939 г.). При этом названные ученые не знали, что к данному вопросу близко подошел Курт Гедель (автор теоремы о неполноте).

Лэнс Фортноу в книге «Золотой билет. P, NP и границы возможного» (2016) пишет: «Впервые проблема равенства классов упоминается еще в 1956 году – в письме, которое один величайший математик XX века, Курт Гедель, отправил другому величайшему математику XX века, Джону фон Нейману. К сожалению, вплоть до восьмидесятых о письме ничего не было известно, а вот первые официальные публикации появились в начале семидесятых. Авторы – Стивен Кук и Леонид Левин – **независимо друг от друга** пришли к одному и тому же вопросу, находясь по разные стороны «железного занавеса» (Фортноу, 2016, с.15). Касаясь открытия С. Кука и Л. Левина, автор добавляет: «События разворачивались в те времена, когда холодная война разделила мир на противоборствующие лагеря; понятие эффективных вычислений и связанные с ним вопросы **независимо разрабатывались** по разные стороны «железного занавеса». В итоге оба пути сошлись в одной точке, и эта точка получила имя «P против NP» (там же, с.18).

Автор продолжает: «Так почему бы не назвать вопрос «проблемой Геделя»? Почему не признать за Геделем приоритет? Ведь он пришел к нему намного раньше, чем Кук и Левин! К сожалению, - или, возможно, к счастью, - в науке действует тот же принцип, что и в мореплавании: Христофор Колумб прославился не потому, что первым открыл Америку, а потому, что открыл ее последним. Впрочем, Гедель тут и сам, как говорится, дал маху: не осознавая значимость поднятых в письме к фон Нейману вопросов, ученый никогда не публиковал свои идеи. Если смотреть на публикации, то первыми проблему равенства P и NP сформулировали все-таки Кук и Левин» (Фортноу, 2016, с.112).

Независимость исследований Л.А. Левина и С. Кука описывается также в статье С.С. Кутателадзе «Премия Кнута – Леониду Левину» (С.С. Кутателадзе, «Наука на перепутье», 2015). Автор указанной статьи, в частности, отмечает: «...Левин известен открытием NP-полноты, стержневого понятия вычислительной сложности. Это открытие было сделано Левиным в СССР в 1971 г. **независимо и практически одновременно** со Стефаном Куком. Теорема Кука – Левина вошла во все учебники по компьютерной сложности. Сформулированная в связи с ней задача  $P = NP$  открывает перечень знаменитых проблем тысячелетия Института Клея» (Кутателадзе, 2015, с.125).

Сошлемся на еще один источник. Маша Гессен в книге «Совершенная строгость. Григорий Перельман: гений и задача тысячелетия» (2011) пишет: «Вскоре после приезда в США Леонид Левин узнал, что проблему, о которой он рассказывал на семинарах в Москве и которая отчасти была связана с работами Колмогорова по теории множеств (по теории информации – Н.Н.Б.), **независимо от него** сформулировал Стивен Кук, американский теоретик вычислительных систем. Кук и Левин (теперь он преподает в Бостонском университете) считаются соавторами гипотезы о равенстве классов P и NP, также известной как теорема Кука – Левина, - одной из семи «задач тысячелетия». Суть гипотезы такова: существует ли задача, проверка правильности решения которой займет больше времени, чем поиски решения?» (Гессен, 2011, с.25-26).

**902. Изобретение контекстно-свободных грамматик.** Контекстно-свободные грамматики – творение американского лингвиста Ноама Хомского (род. 1928 г.) и его соотечественника, специалиста в области информатики, Джона Бэкуса (1924-2007). Названные ученые работали независимо друг от друга.

Стюарт Рассел и Питер Норвиг в книге «Искусственный интеллект: современный подход» (2006) пишут: «Как и семантические сети, контекстно-свободные грамматики (называемые также грамматиками структуры словосочетаний) представляют собой

повторное изобретение метода, который был впервые использован древнеиндийскими филологами (особенно Панини, около 350 год до нашей эры), изучающими шастрический санскрит [716]. Они были повторно изобретены Ноамом Хомским [250] для анализа английского синтаксиса и **независимо от него** Джоном Бэкусом для анализа синтаксиса языка Algol-58. <...> Одну из разновидностей расширенной грамматики, называемой грамматикой атрибутов, которая удобна для представления языков программирования, предложил Кнут [808]» (Рассел, Норвиг, 2006, с.1093).

**903. Разработка теории четырехмерных многообразий.** Первые важные результаты, относящиеся к теории четырехмерных многообразий, получили независимо друг от друга Лев Семенович Понтрягин и американский математик Джон Милнор (род. 1931 г.).

Л. Гийу и А. Марена во «Введении» к книге «В поисках утраченной топологии» (1989) указывают: «Первый результат, специально относящийся к размерности 4, содержится в заметке Понтрягина [P1, 1949] (этот результат **независимо получил** также Милнор [Mi, 1956], опираясь на работу Уайтхеда [W2, 1949]. Он состоит в том, что два замкнутых ориентированных односвязных четырехмерных многообразия имеют один и тот же ориентированный гомотопический тип в том и только в том случае, если они имеют изоморфные квадратичные формы индексов пересечения» (Гийу, Марена, 1989, с.14).

**904. Открытие связи между характеристическими классами Понтрягина и сигнатурой замкнутого четырехмерного многообразия.** Связь между характеристическими классами Понтрягина и сигнатурой замкнутого четырехмерного многообразия обнаружили независимо друг от друга Владимир Абрамович Рохлин (упомянутый выше) и французский математик Рене Том (1923-2002).

О.Я. Виро и В.М. Харламов в статье «О работах В.А. Рохлина по топологии» (В.А. Рохлин, «Избранные работы», 2010) пишут: «В работах Рохлина о классах Понтрягина мы позволим себе выделить одну, на наш взгляд, центральную тему. Она зародилась еще в заметке 1953 г. о четырехмерных многообразиях – это связь между классами Понтрягина и сигнатурой. Во многом благодаря Рохлину была понята особая роль сигнатуры в топологии многообразий. Рохлин и Том (**независимо**) открыли инвариантность сигнатуры относительно кобордизмов и формулу  $p_1 = 3\sigma$ , связывающую сигнатуру  $\sigma$  и первое число Понтрягина гладкого замкнутого четырехмерного многообразия. Эта формула демонстрирует, в частности, топологическую и гомотопическую инвариантность первого класса Понтрягина гладкого замкнутого четырехмерного многообразия. Основываясь на многомерном обобщении этой формулы (на формуле Хирцебруха – Тома - Рохлина) и особых свойствах сигнатуры, Рохлин совместно с А.С. Шварцем [13] (и примерно в то же время Том) доказали инвариантность рациональных классов Понтрягина относительно кусочно линейных гомеоморфизмов и дали комбинаторное (не локальное) определение классов Понтрягина кусочно линейного многообразия» (Виро, Харламов, 2010, с.495-496).

Об этом же сообщает С.П. Новиков в статье «Рохлин» (В.А. Рохлин, «Избранные работы», 2010). Автор говорит о периоде времени, когда А.Н. Колмогоров открыл энтропию динамических систем (в рамках метрической теории этих систем): «Сам Рохлин в это время на самом деле был внутренне погружен в топологию. Незадолго до этого они со Шварцем (и **независимо** Том) дали комбинаторное построение рациональных классов Понтрягина – Хирцебруха, исходя из формулы Хирцебруха для сигнатуры. Кстати, сигнатура как инвариант кобордизма была открыта Рохлиным и Томом, которые установили формулу  $p_1 = 3\tau$  для  $n = 4$ » (Новиков, 2010, с.547).

**905. Вычисление групп кобордизмов многообразий.** Вычисление групп кобордизмов многообразий – результат, достигнутый упомянутым выше американским математиком Джоном Милнором (лауреатом премии Филдса за 1962 г.). Независимо от него это вычисление провел советский математик Сергей Петрович Новиков (род. 1938 г.).

В.Ф. Панов в книге «Современная математика и ее творцы» (2011) пишет: «Еще одним топологом, ставшим лауреатом медали Филдса, был американский математик Джон Уиллард Милнор, которому вручили награду в 1962 г. на Международном математическом конгрессе в Стокгольме. Он получил ряд важных результатов в решении задачи о вычислении групп кобордизмов многообразий. Милнор доказал, что существуют гомотопические, но не диффеоморфные многообразия и классифицировал гомотопические сферы высоких порядков» (Панов, 2011, с.457). Далее автор отмечает: «Аналогичные результаты **независимо от Милнора** получил С.П. Новиков. Он исследовал гомотопии пространств Тома на основе спектральной последовательности Адамса и не только более простым способом передоказал полученные ранее результаты, но и получил новую информацию о предложенных им и Милнором других видах кобордизмов» (там же, с.457).

Об этом же сообщает М.И. Монастырский в книге «Современная математика в отблеске медалей Филдса» (2000): «...Важным результатом в теории кобордизмов, полученным Милнором и, **независимо**, С.П. Новиковым, было вычисление группы унитарных кобордизмов, то есть кольца кобордантных многообразий, с унитарной структурной группой. Этот класс определяет комплексный кобордизм и соответствует многообразиям с квазикомплексной структурой» (Монастырский, 2000, с.48).

**906. Классификация односвязных многообразий для  $n \geq 5$ .** Указанные многообразия большой размерности смогли классифицировать с использованием особой «техники хирургии» независимо друг от друга советский математик Сергей Петрович Новиков (упомянутый выше) и американский математик Уильям Браудер (род. 1934 г.).

М.И. Монастырский в книге «Современная математика в отблеске медалей Филдса» (2000) пишет, перечисляя научные достижения С.П. Новикова: «Другие работы С.П. Новикова относятся к алгебраической топологии. Это, например, классификация односвязных многообразий  $M^n$  для  $n \geq 5$  (этот результат **независимо** был получен В. Броудером), доказательство топологической инвариантности рациональных классов Понтрягина» (Монастырский, 2000, с.64).

Этот же вопрос обсуждает сам С.П. Новиков в очерке «Рохлин» (В.А. Рохлин, «Избранные работы», 2010): «Вскоре, осенью 1961 г., я сделал работу о диффеоморфной классификации односвязных многообразий большой размерности ( $n \geq 5$ ). Она появилась в «Докладах...» весной 1962 г. С этого момента мое положение в топологии окончательно утвердилось. И хотя руководство Академии не пустило меня на Стокгольмский конгресс в августе 1962 г., я послал краткий доклад; мои результаты стали хорошо известны. Билл Браудер, который именно тогда **независимо открыл** ту же технику (хотя решал другую, более абстрактную задачу), огласил мое сообщение. Здесь, в Москве, меня никто понять не мог» (Новиков, 2010, с.553).

**907. Формулировка леммы Рохлина – одной из главных лемм энтропийной теории инвариантных разбиений.** Одну из главных лемм теории инвариантных разбиений сформулировали независимо друг от друга советский математик Владимир Абрамович Рохлин (1919-1984) и американский математик венгерского происхождения Пол Ричард Халмош (1916-2006). Последний опубликовал более слабый вариант леммы Рохлина.

А.М. Вершик в «Комментарии» к книге В.А. Рохлина «Избранные работы» (2010) говорит о лемме Рохлина: «...Несложное утверждение, глубоко вскрывающее, тем не менее, суть предмета и ставшее более известным и важным, чем некоторые другие более трудные и неочевидные факты, - конечно, я имею в виду лемму Рохлина, которая является одной из главных лемм всей теории. Эта лемма утверждает, что всякий апериодический автоморфизм может быть сильно аппроксимирован с любой точностью периодическими автоморфизмами любого периода. Доказанная В.А. Рохлиным в 1947 г. (смотрите статью в «Успехах...», публикуемую в этом томе), она передоказывалась и обобщалась десятки раз. Интересно, что более слабый ее вариант (с худшей оценкой) **объявил независимо П.**

Халмош, однако его неполное доказательство лишь позже исправил его студент Д. Орнштейн. Неполнота доказательства Халмоша не была сразу замечена, и поэтому эту лемму у нас добросовестно называли леммой Халмоша – Рохлина, а на Западе, когда стала известна статья В.А., - только леммой Рохлина, - редкий случай перемены ролей!» (Вершик, 2010, с.374-375).

Об этом же сообщается в статье А.М. Вершика «О работах В.А. Рохлина по эргодической теории» (В.А. Рохлин, «Избранные работы», 2010): «Если сейчас задать вопрос любому специалисту по эргодической теории о том, каковы два наиболее фундаментальных результата, лежащих в основе теории, ответ будет следующий: 1) эргодическая теорема Биркгофа – фон Неймана, 2) лемма Рохлина – Халмоша. Эта лемма, являющаяся исходной точкой всех аппроксимационных построений, была доказана Рохлиным в конце 40-х годов и **независимо** в более слабой формулировке - Халмошем» (Вершик, 2010, с.488).

**908. Построение теории главных однородных пространств.** Теорию главных однородных пространств, которая относится к области алгебраической геометрии, построили независимо друг от друга советский и российский математик Игорь Ростиславович Шафаревич (1923-2017), а также американские математики Серж Ленг (1927-2005) и Джон Тейт (1925-2019).

С.О. Горчинский, В.С. Куликов, А.Н. Паршин и др. в статье «Игорь Ростиславович Шафаревич и его математическое наследие» («Труды МИАН», 2019, том 307) пишут о результатах, полученных И.Р. Шафаревичем (1957, 1959) в теории главных однородных пространств: «Все эти результаты явились первыми шагами в новом разделе алгебраической геометрии – теории главных однородных пространств, возникшем в 1950-х годах и активно развивавшемся И.Р. Шафаревичем, а также **независимо** С. Ленгом и Дж. Тейтом [68]» (Горчинский и др., 2019, с.14).

Здесь [68] – Lang S., Tate J. Principal homogeneous spaces over abelian varieties // American Journal of Mathematics. – 1958. – Vol.80. – N 3. – P.659-684.

**909. Разработка теории алгебраических поверхностей.** Основные понятия и результаты теории алгебраических поверхностей сформулировал И.Р. Шафаревич (упомянутый выше). Независимо от него часть этих результатов получили американский алгебраист Стивен Лихтенбаум (род. 1939 г.) и бельгийский математик Пьер Делинь (род. 1944 г.).

А.Н. Паршин в книге «Путь. Математика и другие миры» (2002) пишет: «В своих лекциях в Бомбее в 1966 г. [52] И.Р. Шафаревич систематически развил основные понятия и результаты из теории алгебраических поверхностей для случая арифметических поверхностей. В них он построил, используя схемный язык, теорию пересечений, определил и исследовал бирациональные преобразования и минимальные модели» (Паршин, 2002, с.19). Далее в примечаниях автор указывает: «**Независимо** часть этих результатов была получена С. Лихтенбаумом в США [33] и П. Делинем во Франции [18]» (там же, с.19).

**910. Решение 19-й проблемы Гильберта.** 19-я проблема Гильберта – это вопрос о том, всегда ли решения регулярных задач в вариационном исчислении являются аналитическими. Положительное решение данного вопроса получили независимо друг от друга итальянский математик Эннио де Джорджи (1928-1996) и американский ученый Джон Форбс Нэш (1928-2015). В своих исследованиях по 19-й проблеме Гильберта де Джорджи всего на несколько месяцев опередил своего американского коллегу, работавшего над той же проблемой. Следует отметить, что в 1994 г. Джон Нэш удостоен Нобелевской премии по экономике за «анализ равновесия в теории некооперативных игр». Что касается его работы над 19-й проблемой Гильберта, то в 2015 г. она увенчана премией имени Абеля.

В.А. Гурвич в статье «Торг с богами» (журнал «Математическое просвещение», серия 3, вып.20, 2016) пишет: «...Самое обидное опоздание Нэша, всего на несколько месяцев, - с 19-й проблемой Гильберта: «Все ли решения регулярных проблем вариационного исчисления аналитические?». После нескольких важных частичных результатов окончательный, и утвердительный, ответ на этот вопрос Давида Гильберта **получили независимо** Эннио де Джорджи (1956, 1957) [25, 26] и Джон Нэш (1957, 1958) [53, 57]; смотрите также [50]. Ходили слухи, что если бы последний шаг был сделан не в двух независимых работах, а в одной, то автор получил бы Филдсовскую медаль. Может быть... Кто знает? Так или иначе, Нэш получил за эти работы в 2015 г. премию Абеля, которая котируется никак не ниже – и уж во всяком случае намного дороже в денежном выражении» (Гурвич, 2016, с.33).

Автор добавляет: «19-я проблема Гильберта была решена в нескольких фундаментальных работах. Первый значительный шаг сделал Сергей Натанович Бернштейн в 1903 г. (заняться проблемой предложил ему сам Гильберт), следующий – Иван Георгиевич Петровский в 1937 г. и, наконец, окончательное решение **получили независимо** Эннио де Джорджи (1956, 1957) [25, 26] и Джон Нэш (1957, 1958) [53, 57]» (Гурвич, 2016, с.47).

**911. Открытие алгоритма быстрого преобразования Фурье.** Как известно, быстрое преобразование Фурье – это алгоритм ускоренного вычисления дискретного преобразования Фурье, позволяющий получить результат за время, меньшее, чем  $O(N^2)$  (требуемое для прямого, поформульного вычисления). Наиболее часто используемым методом быстрого преобразования Фурье является алгоритм Кули – Тьюки. Его разработали в 1965 году американские математики Джеймс Уильям Кули (James William Cooley, 1926-2016) и Джон Уайлдер Тьюки (John Wilder Tukey, 1915-2000). Как вспоминал впоследствии Джеймс Кули, он приступил к созданию данного алгоритма после настойчивых просьб Ричарда Гарвина (Richard Garwin), который отмечал, что этот вычислительный метод позволит улучшить дистанционный сейсмический мониторинг ядерных взрывов, а также будет содействовать разработке способа раннего акустического обнаружения подводных лодок. Когда Джеймс Кули и Джон Тьюки опубликовали свой алгоритм, выяснилось, что еще в 1924 г. его изобрели Карл Рунге (Carl Runge) и Герман Кениг (Hermann König). Но еще более удивительно, что этот алгоритм был известен Карлу Гауссу. Таким образом, Джеймс Кули и Джон Тьюки независимо открыли алгоритм, который уже был известен некоторым математикам (в том числе Гауссу).

Петер Хенричи в предисловии к книге У. Джоунса и В. Трона «Непрерывные дроби. Аналитическая теория и приложения» (1985) указывает: «Голдстайн обнаружил, что Гаусс, по существу, изобрел алгоритм быстрого преобразования Фурье. В то время никто не обратил на это внимания, ибо не было реальной потребности в вычислениях с использованием дискретного преобразования Фурье (независимо от того, быстрое оно или нет), кроме как на совершенно тривиальном уровне. Разумеется, с изобретением электронных вычислительных машин всё это изменилось, и на наших глазах произошел бурный подъем в использовании алгоритмической математики, особенно в технике и прикладных науках, не имеющих параллелей в истории математики» (Хенричи, 1985, с.11).

Об этом же пишет Рональд Брейсуэлл в статье «Преобразование Фурье» (журнал «В мире науки», 1989, № 8): «Поиски способов сокращения объема вычислительной работы начались еще задолго до Кули и Тьюки и связаны с именем астронома Карла Фридриха Гаусса. Гаусс хотел рассчитать орбиты комет и астероидов по данным всего лишь нескольких наблюдений. Найдя способ решения задачи, он нашел также способ уменьшить сложность вычислений, воспользовавшись принципами, аналогичными тем, что лежат в основе быстрого преобразования Фурье. В 1805 г., излагая свою работу, Гаусс, в частности, писал: «Не трудно убедиться на собственном опыте, что этот метод значительно облегчит тяготы механической вычислительной работы». Таким образом, проблемы небесной

механики не только привели к созданию аппарата высшей математики, но и стимулировали возникновение современных численных методов расчета» (Брейсуэлл, 1989, с.54).

Приведем еще один источник. А. Шень в статье «Gauss multiplication trick?» (журнал «Математическое просвещение», 2019, вып.24) пишет о быстром преобразовании Фурье: «Этот алгоритм был опубликован в статье Кули и Тьюки [5] в 1965 году. Он оказался очень важным с практической точки зрения (непосредственным поводом к их работе была компьютерная обработка сигналов, в частности, данных о волнах в земной коре после ядерных испытаний). Вскоре после публикации обнаружилось, что этот алгоритм неоднократно использовался и публиковался и раньше [4]. Более того, впоследствии выяснилось, что, по существу, эта же идея содержалась (и использовалась) в записях Гаусса, видимо, относящихся к 1805 году и опубликованных в 1866 году...» (Шень, 2019, с.31).

**912. Доказательство гипотезы Пуанкаре для случая  $n \geq 5$ .** Как известно, российский математик Григорий Перельман (2002) доказал гипотезу Пуанкаре (не будем вдаваться в ее содержание) для трехмерного случая. Успех Г. Перельмана стал важным событием, которое привлекло к себе внимание СМИ по причине отказа ученого от математической премии в размере миллиона долларов, учрежденной в США. Однако до того, как Г. Перельман доказал гипотезу Пуанкаре для трехмерного случая, математики доказывали ее для других размерностей (показателей степени). В частности, в 1960-1961 годах для случая  $n \geq 5$  гипотезу доказали Стивен Смейл (род. 1930 г.), Джон Роберт Столлингс (1935-2008) и Эрик Кристофер Зиман (1925-2016). Они получили этот результат независимо друг от друга.

Джон Милнор в статье «О достижениях Майкла Фридмана» (сборник докладов «Международный конгресс математиков в Беркли, 1986», изд-во «Мир», 1991) пишет: « $n$ -мерная гипотеза Пуанкаре» - это гипотеза о том, что всякое топологическое  $n$ -мерное многообразие, имеющее те же группы гомологий и ту же фундаментальную группу, что и  $n$ -мерная сфера, гомеоморфно  $n$ -мерной сфере. Для случаев  $n = 1$  и  $n = 2$  это было известно еще в девятнадцатом веке, а для случая  $n \geq 5$  гипотеза была доказана Смейлом и **независимо** Столлингсом, Зиманом и Уоллесом в 1960-1961 гг. (Первоначальные доказательства нуждались в дополнительном предположении о дифференцируемости или кусочной линейности, которое несколько лет спустя было снято Ньюманом). Трехмерный и четырехмерный случаи намного труднее» (Милнор, 1991, с.49).

Об этом же сообщают В.Г. Бардаков и М.В. Нецадим в статье «О связи некоторых проблем гомотопической топологии и комбинаторной теории групп» («Вестник Кемеровского государственного университета», 2011, № 3/1): «Попытки доказать гипотезу Пуанкаре привели к многочисленным продвижениям в топологии многообразий. Доказательства обобщенной гипотезы Пуанкаре для  $n \geq 5$  получены в начале 1960-1970-х. Почти одновременно Смейл и **независимо** Столлингс нашли доказательство для  $n \geq 7$ . Затем доказательство Столлингса было распространено на случаи  $n = 5$  и  $n = 6$  Зеemanом. Доказательство значительно более трудного случая  $n = 4$  было получено только в 1982 году Фридманом» (Бардаков, Нецадим, 2011, с.28).

Аналогичные сведения можно найти в статье С.П. Новикова «Алгебраическая топология» (сборник «Современные проблемы математики», 2004, вып.4), где автор обсуждает события 1950-х годов: «К тому времени Смейл доказал, что всякий односвязный  $n$ -кобордизм размерности 6 и более (с границей размерности 5 и более) тривиален, а края диффеоморфны друг другу. Он же (и **независимо** также Столлингс и Уоллес) доказал обобщенную гипотезу Пуанкаре, что всякое многообразие гомотопического типа сферы размерности 5 и более кусочно-линейно гомеоморфно сфере» (Новиков, 2004, с.15).

**913. Открытие тождеств Макдональда.** Речь идет о тождествах, которые представляют собой аналог тождества Вейля и позволили обнаружить связь между модулярными формами и алгебрами Ли. Эти тождества открыли в 1972 г. независимо друг от друга

американский математик Иэн Грант Макдональд (род. 1928 г.) и британский физик Фримен Дайсон (1923-2020). Но если Макдональд, открыв названные тождества, выявил связь между модулярными формами и алгебрами Ли, то Дайсон, к сожалению, не обратил внимание на эту связь.

И.Б. Френкель, Й. Леповски и А. Мерман в статье «Введение из книги «Алгебры вершинных операторов и монстр» (журнал «Функциональный анализ и его приложения», 1991, том 25, № 4) сообщают: «Около 1967 года Кац [38], Кантор [39] и Муди [40] ввели и начали изучать бесконечномерные обобщения конечномерных простых алгебр Ли (ниже будет рассказано о параллельных продвижениях в физике). Несколько лет спустя Макдональд нашел для «аффинных систем корней» аналог тождества Вейля, вытекающий из формулы для характеров Вейля при рассмотрении тривиального одномерного представления [41]. Открытие этих тождеств выявило глубинную связь между структурами, связанными с простыми алгебрами Ли, и теорией модулярных форм. Простейшее тождество из списка Макдональда было известно еще Якоби и содержалось всё в той же книге [1], что произвела такое большое впечатление на Конвея. Дайсон **независимо нашел** несколько тождеств Макдональда, но «упустил возможность открыть более глубокую связь между модулярными формами и алгебрами Ли только потому, что Дайсон как специалист по теории чисел и физик Дайсон мало общались друг с другом» [42]» (Френкель и др., 1991, с.44).

Здесь [38] – Кац В.Г. Простые неприводимые градуированные алгебры Ли конечного роста // Известия АН СССР. Серия «математическая». – 1968. – Том 32. – С.1323-1367.

[41] – работа И.Г. Макдональда (1972).

[42] – работа Ф. Дайсона (1972).

**914. Открытие множества Мандельброта (фрактального множества).** Официально признанным первооткрывателем множества Мандельброта, безусловно, является американский математик польского происхождения, создатель фрактальной геометрии, Бенуа Мандельброт (1924-2010). Однако независимо от него в 1978-1981 гг. это фрактальное множество открывал американский математик Роберт Вулф Брукс (1952-2002), известный своими работами в области спектральной геометрии, римановых поверхностей, упаковок окружностей и дифференциальной геометрии. Он сделал это открытие совместно с Питером Мателски.

Иэн Стюарт в книге «Значимые фигуры. Жизнь и открытия великих математиков» (2019) пишет о множестве, названном в честь Бенуа Мандельброта: «Мы сегодня называем его множеством Мандельброта – это название предложил Адриан Дуади. Как всегда, выяснилось, что открывали его (или проходили совсем рядом) не раз; в частности, Роберт Брукс и Питер Мателски нарисовали это же множество в 1978 г. Множество Мандельброта дает сложный и красивый компьютерный рисунок и одновременно является объектом интенсивных математических исследований, принесших их авторам, по крайней мере, две филдсовские медали» (Стюарт, 2019, с.411).

Об этом же сообщается в статье «Кто открыл множество Мандельброта?» (журнал «В мире науки», 1990, № 6): «Мандельброт утверждал, что он и только он открыл это множество, обладающее фрактальными свойствами, около десяти лет назад. Об изображении множества он говорил как о своей «подписи». Трое других математиков оспаривают это утверждение. Двое настаивают на том, что они открыли и описали множество приблизительно в то же самое время, что и Мандельброт. Третий же говорит, что его работа над множеством не только предшествовала исследованиям Мандельброта, но и помогла последнему в его исследованиях. Эти утверждения долгое время циркулировали в математических кругах, но лишь недавно впервые появились в печати» («В мире науки», 1990, с.92).

Далее в статье сообщается о дебатах (дискуссиях) относительно приоритета на открытие множества Мандельброта, которые возникли в 1980-е годы: «...Кранц привнес в



эти дебаты новый аспект, утверждая, что множество Мандельброта не было открыто Мандельбротом и упоминалось явно в литературе еще за два года до того, как родился термин «множество Мандельброта». И он назвал работу Р. Брукса и Дж. Мателски, опубликованную в докладах конференции, состоявшейся в 1978 г. в Стоун-Бруке (штат Нью-Йорк). И действительно, статья содержит знаменитую формулу  $z^2+c$  и не совсем четкую, но все же безошибочную компьютерную распечатку основного изображения множества Мандельброта. Брукс и Мателски говорят, что в действительности они не представили эту работу на конференцию 1978 г., но распространили ее в качестве препринта в начале 1979 г. Брукс, работающий сейчас в Калифорнийском университете в Лос-Анджелесе, представил статью также в Гарвардском университете весной того же года (Мандельброт, в то время посетивший Гарвард, говорит, что не слышал доклада Брукса и впервые увидел статью лишь спустя несколько лет). Однако статья так и не была опубликована до начала 1981 г.» (там же, с.93).

#### **915. Открытие множества Мандельброта в исследованиях Джона Хаббарда.**

Американский математик Джон Хаббард (род. 1945 г.) – еще один ученый, открывший множество Мандельброта. Он наблюдал это множество на дисплее своего компьютера в 1976 г.

В статье «Кто открыл множество Мандельброта?» (журнал «В мире науки», 1990, № 6) сообщается: «...Утверждение об авторском приоритете было сделано Хаббардом, который в настоящее время считается одним из ведущих в мире специалистов по множеству Мандельброта. По его словам, в 1976 г. он начал пользоваться компьютером для получения карты множеств комплексных чисел, генерируемых в ходе итерационных процессов, известных как метод Ньютона. Хаббард говорит, что хотя в то время и не осознавал этого, ему удалось найти другой способ порождения множества Мандельброта. В конце 1978 г. один из студентов-дипломников Хаббарда, Ф. Кочмен, подошел на конференции к Мандельброту и показал ему изображения Хаббарда. Мандельброт, «казалось бы, не проявил к ним большого интереса», вспоминает Кочмен. Однако вскоре после этого Мандельброт написал письмо Хаббарду, пригласив его к себе в IBM, чтобы обсудить его исследования. В письме, которое Хаббард сохранил, Мандельброт писал: «Читая работы Фату и Жюлиа, я подумывал о том, чтобы заняться этим самому, но так и не собрался с духом. Тем не менее, я могу сказать, что очень долго ждал этих изображений...» («В мире науки», 1990, с.94). «...Хаббард заявил, что его «не перестает возмущать» тот факт, что Мандельброт не упомянул о нем ни в своей статье в 1980 г., ни в более поздних публикациях. «Это было нарушением математической этики», - говорит он» (там же, с.94).

Аналогичные сведения содержатся в статье Игоря Андрианова «Кто же открыл фрактал Мандельброта?» (журнал «Знание - сила», 1997, № 11), где автор пишет: «Мандельброт опубликовал свою работу в конце 1980 года, однако С. Кранц в «Математическом информаторе» указал, что математики Р. Брукс и Дж. Мателски обнаружили это множество и опубликовали соответствующую работу в 1978 году. До тех пор Брукс и Мателски не придавали особого значения своему открытию, но после публикации статьи Кранца и последовавшего не вполне корректного ответа Мандельброта заявили, что их нужно, по меньшей мере, считать соавторами открытия. <...> Еще один исследователь, Дж. Хаббард, также заявил, что множество Мандельброта наблюдал на дисплее своего компьютера в 1976 году, а его аспирант, Ф. Кочмен, ознакомил Мандельброта с этими исследованиями двумя годами позже» (Андрианов, 1997, с.71-72).

**916. Открытие инвариантов узлов конечного типа.** Инварианты узлов конечного типа открыли независимо друг от друга два российских математика: работавший в Санкт-Петербурге Михаил Николаевич Гусаров (1958-1999) и трудившийся в Москве Виктор Анатольевич Васильев (род. 1956 г.). Ученых Европы и США об этом открытии известил Владимир Игоревич Арнольд (1937-2010), ученик А.Н. Колмогорова.

С.В. Дужин в статье «Инварианты Васильева - Гусарова» (сборник «Математика XX века. Взгляд из Петербурга», 2010) повествует: «Теория узлов появилась в конце XIX века, но вплоть до 1980-х годов воспринималась научной общественностью как уединенная область математики, представляющая интерес лишь для узкого круга специалистов. В последние 15 лет XX века произошла революция, начатая работой В. Джонса [20] и связанная с работами Э. Виттена, В. Дринфельда, М. Концевича. <...> Инварианты узлов конечного типа были изобретены М. Гусаровым в Петербурге и В. Васильевым в Москве **независимо и почти одновременно** – в конце 1980-х годов. Васильеву принадлежат первые публикации [36-38] на эту тему (1990), но Гусаров, по свидетельству О.Я. Виро, приводил свое определение инвариантов конечного типа на семинаре Рохлина еще в 1987 году, хотя его первая публикация [14] относится лишь к 1991 году, а ее английский перевод вышел только в 1994 году. В 1990-1991 году В.И. Арнольд рассказал об открытии Васильева нескольким математикам в Европе и США, а в 1992 году сделал на эту тему доклад на Европейском математическом конгрессе [1]» (Дужин, 2010, с.87).

Здесь [14] – Гусаров М.Н. Новая форма многочлена Конвея – Джонса ориентированных зацеплений // Записки научных семинаров ПОМИ. – 1999. – Том 193. – С.4-9.

[37] – Васильев В.А. Гомологические инварианты узлов: алгоритмы и вычисления. Препринт ИПМ 90. – 1990.

**917. Открытие связей между математической теорией узлов и различными областями физики.** Как известно, эти связи обнаружили новозеландский математик Воган Джонс (1952-2020), российский математик Владимир Георгиевич Тураев (род. 1954), украинский исследователь Владимир Гершонович Дринфельд (род. 1954), английский ученый Уильям Бернард Ликориш (род. 1938), американский математик Эдвард Виттен (род. 1951), а также французский математик Пьер Вожел. Перечисленные ученые делали свои открытия независимо друг от друга.

А.Б. Сосинский в книге «Узлы. Хронология одной математической теории» (2005) пишет: «Связи между узлами, косами, статистическими моделями и квантовой физикой основываются на странном совпадении между пятью соотношениями, происходящими из совершенно различных областей знания:

- соотношения Артина в группе кос;
- одно из базовых соотношений в операторной алгебре Гекке;
- третье преобразование Рейдемейстера;
- классическое уравнение Янга-Бакстера (один из основных законов, управляющий эволюцией так называемых статистических моделей физики);
- квантовое уравнение Янга-Бакстера (которое определяет поведение элементарных частиц в определенных ситуациях)» (Сосинский, 2005, с.100). Далее автор указывает: «Используя эти совпадения, новозеландец Джонс, россиянин Тураев, украинец Дринфельд, англичанин Ликориш, американец Виттен, француз Вожел и другие открыли определенные связи (фундаментальные? случайные?) между теорией узлов и многими областями физики» (там же, с.101).

**918. Доказательство гипотезы Питера Тейта.** Занимаясь математической теорией узлов, шотландский физик и математик Питер Гатри Тейт (1831-1901) сформулировал гипотезу о том, что в редуцированной альтернирующей проекции узла число пересечений минимально. Эта гипотеза была доказана в середине 1980-х годов Л. Кауфманом, К. Мурасуги М. Тистлетвейтом, которые работали независимо друг от друга.

Д.С. Ричесон в книге «Жемчужина Эйлера» (2021) пишет: «Сто лет назад Тейт высказал гипотезу, что в редуцированной альтернирующей проекции узла число пересечений минимально. Здесь «редуцированная» означает, что перед подсчетом пересечений мы удаляем все несущественные пересечения типа показанного на рисунке

18.14. Такое пересечение можно удалить, просто повернув часть узла на  $180^\circ$ . Если удалить все такие пересечения, предположил Тэйт, то оставшееся число пересечений минимально. Гипотеза Тэйта оставалась открытой много лет, но была **независимо и одновременно** доказана Луисом Кауфманом, Кунио Мурасуги и Морвеном Тистлейтвейтом в середине 1980-х годов» (Ричесон, 2021, с.205).

Об этом же сообщает В.О. Мантуров в монографии «Теория узлов» (2005): «Первая гипотеза Тэйта (1898) гласит: если диаграмма зацепления  $L$  со связной тенью и с  $n$  перекрестками альтернирована и не имеет точек распада, то не существует диаграммы зацепления  $L$  с меньшим, чем  $n$ , числом перекрестков. Эта теорема была доказана **независимо** Кауфманом, Мурасуги [Mur1] и Тистлтуэйтом [Th] в 1987 году» (Мантуров, 2005, с.89-90).

**919. Открытие импульсных дифференциальных уравнений.** Импульсные дифференциальные уравнения появились в математической науке благодаря исследованиям советского математика Анатолия Дмитриевича Мышкиса (1920-2009) и чешского ученого Ярослава Курцвейла (1926-2022). Они пришли к этому открытию независимо друг от друга.

А.Д. Мышкис в книге «Советские математики: мои воспоминания» (2007) пишет: «Ярослава Курцвейла (Чехия) я знаю со времени Пражской конференции по нелинейным колебаниям. Он, безусловно, является крупным специалистом в теории ОДУ (обыкновенных дифференциальных уравнений – Н.Н.Б.) и в смежных областях. Отмечу, в частности, что импульсные дифференциальные уравнения, введение которых иногда приписывают мне, ранее в гораздо более общем виде рассматривал Я. Курцвейль. Впрочем, я **ввел их независимо** и в гораздо более элементарной форме, которая оказалась наиболее удобной для дальнейшего развития теории» (Мышкис, 2007, с.96).

**920. Вклад в решение 16-й проблемы Гильберта (доказательство теоремы о конечном числе предельных циклов).** Как известно, 16-я проблема Гильберта делится на две части. Первая часть предполагает исследование взаимного расположения овалов вещественных алгебраических кривых произвольной степени. Вторая часть проблемы Гильберта – это задача определения числа предельных циклов полиномиального векторного поля произвольной степени. В 1923 г. французский математик Анри Дюлак (1870-1955) объявил о доказательстве конечности числа предельных циклов, то есть о важном вкладе в решение второй части 16-й проблемы Гильберта. В 1980-е годы в его доказательстве были обнаружены ошибки, свидетельствующие о том, что А. Дюлак не может считаться математиком, решившим часть 16-й проблемы Гильберта. Правильное доказательство теоремы о конечности числа предельных циклов нашли в 1991-1992 гг. независимо друг от друга российский математик Юлий Сергеевич Ильяшенко (род. 1943 г.) и его французский коллега Жан Экаль (род. 1947 г.).

С.С. Демидов и А.Н. Паршин в комментариях ко 2-му тому «Избранных трудов» Д. Гильберта (1998) пишут: «В 1923 г. Дюлак Г. опубликовал работу с доказательством конечности числа предельных циклов для уравнений, рассматриваемых Гильбертом (имеется перевод: Дюлак Г. О предельных циклах. – М., Наука, 1980). Только в 1981 г. Ю.С. Ильяшенко обнаружил ошибку в доказательстве Дюлака, и затем он и, **независимо**, но позднее Ж. Экаль получили доказательство этой теоремы конечности (смотрите их работы, цитированные выше). Вопрос об оценке сверху числа предельных циклов и их расположении остается открытым» (Демидов, Паршин, 1998, с.586).

**921. Рождение математической теории всплесков (вейвлет-анализа).** Математическую теорию всплесков, которая часто называется вейвлет-анализом и которая нашла широкое применение для обработки сигналов, в том числе для архивирования компьютерных

данных, создали независимо друг от друга два французских математика – Ив Мейер (род. 1939 г.) и Стефан Малла (род. 1962 г.). В 2017 г. Ив Мейер награжден премией Абеля.

В.П. Одинец в книге «Об истории некоторых математических методов, используемых при принятии управленческих решений» (2015) пишет: «В последние 20 лет для обработки результатов фондового рынка всё шире используется крупномасштабный (вейвлетный) анализ, появившийся на рубеже 1988-1989 гг., который первоначально создавался для обработки сигналов. Позже этот анализ стал применяться для архивирования данных в компьютерах, в системах управления роботом. Идея крупномасштабного анализа (КМА) основана на разложении сигнала, по ортогональному базису, образованному сдвигами и кратномасштабными копиями специальной функции, называемой вейвлетной функцией. Тригонометрический базис, используемый при разложениях функций в ряд Фурье, здесь не подходит. Пространство сигналов отождествляют обычно с гильбертовым пространством  $L_2(\mathbb{R})$  над полем  $\mathbb{R}$  – вещественных чисел. <...> Создателями КМА были Ив Мейер (Yves Meyer: 1939) и Стефан Малла (Stephan Mallat). Первоначально они **получили свои результаты независимо**: С. Малла опубликовал свои работы в 1989 г. [112; 113], а Ив Мейер – в 1990 г. [114]» (Одинец, 2015, с.79-80).

## Глава 7

### Одновременные (повторные) открытия в области геологии и геофизики

**922. Открытие принципа актуализма в геологии.** Как известно, принцип актуализма в геологии – это утверждение о том, что все геологические изменения совершались в прошлом в таком же темпе, в том же направлении, с теми же результатами, какие можно наблюдать и в настоящее время. Другими словами, имеет место единообразие (эквивалентность) древних и современных геологических факторов. К формулировке этого принципа пришли независимо друг от друга французский натуралист Жорж Бюффон (1707-1788) и шотландский ученый Джеймс Геттон (Хаттон, 1726-1797).

С.И. Романовский в книге «Великие геологические открытия» (2005) повествует: «Итак, введенное Бюффоном представление о геологическом времени, с одной стороны, и признание актуалистического принципа познания прошлого – с другой, автоматически привело его к идее направленного развития Земли. Обосновал Бюффон ее в своих «Эпохах Природы» (1778). Поиск общего принципа построения естественных классификаций вывел Бюффона к эволюционным идеям. С их помощью он ввел в естествознание принцип историзма. А это, по признанию, Вернадского, достижение капитальное. Бюффон был крупнейшим мыслителем и великим тружеником. Может быть, по этой причине ему чуть больше повезло с признанием, чем его современникам, **независимо высказывавшим** сходные мысли. Голландский профессор Р. Хойкас весьма точно подметил, что отношение некоторых ученых к принципу актуализма как к «древнему предрассудку» свидетельствует и о том, в частности, что в конце XVIII столетия этот принцип уже не считался чем-то новым. Более того, в то время идея актуализма, что называется, **висела в воздухе**, и оставалось буквально протянуть руку, чтобы сделать ее собственным достоянием. Раньше других это сделал шотландский юрист, врач, фермер и геолог Геттон, уже неоднократно нами упоминавшийся» (Романовский, 2005, с.63).

**923. Формулировка идеи о том, что изучение горных пород позволяет разбить историю земной коры на ряд формаций (этапов формирования).** Эту идею сформулировали независимо друг от друга немецкий горный инженер Иоганн Готлоб Леман (1700-1767), итальянский геолог Джованни Ардуино (1714-1795) и немецкий ученый Георг Христиан Фюксель (1722-1773).

С.И. Романовский в книге «Великие геологические открытия» (2005) пишет, цитируя Чарльза Лайеля: «Короче сказать, очерк успехов в геологии представляет историю постоянной борьбы между новыми мнениями и новыми доктринами». Именно таким путем шла наука ко второму великому геологическому открытию. На этом пути мы выделим всего несколько вех – самые значительные. Первая связана с именем немецкого профессора Иоганна Готлиба Лемана (1700-1767). Он был членом Берлинской академии наук, преподавал минералогию и горное дело. В 1756 г. в Берлине вышла его небольшая книжка, скорее брошюра в ½ печатного листа, небрежно отпечатанная, к тому же на плохой бумаге. Называлась она так: «Опыт восстановления истории флечовых гор». Написал Леман ее как результат своих полевых наблюдений в окрестностях города Гарца и в Тюрингских горах. Введенные им в описание местные названия толщ: цехштейн, медистый сланец, красный лежень – до сего дня используются геологами. Они стали интернациональными» (Романовский, 2005, с.102).

Далее автор указывает: «Примерно в то же время и **независимо от Лемана** при изучении геологического строения гор Северной Италии свои подразделения земной коры предложил профессор минералогии и металлургии из Венеции Джованни Ардуино (1714-1795). Симптоматично, что и он всё многообразие горных пород, из которых состоит земная кора, подразделил на ряд формаций (у него их пять). Значит, уже тогда ученые смутно догадывались, что история Земли этапна, что каждый из этих этапов строго индивидуализирован. А вот в чем выражается эта индивидуальность и какова хронологическая последовательность этапов, - это был основной камень преткновения. Он, однако, не устранен с пути и современных стратиграфов. Итак, в 1760 г. Ардуино предложил такую схему: а) первичные слои (фауны в них нет); б) вторичные слои (с фауной); в) третичные слои (мергели и другие подобные осадочные образования с многочисленной фауной); г) отложения равнин (современные наносы); д) вулканические породы» (Романовский, 2005, с.103).

Наконец, автор переходит к описанию открытия Георга Фюкселя, который независимо пришел к идее о том, что история земной коры подразделяется на ряд формаций: «Исключительную популярность имели в свое время разработки немецкого придворного врача в Рудольштадте и библиотекаря Георга Христиана Фюкселя (1722-1773). Это вдвойне заслуженно, ибо добиться признания своих сочинений непрофессионалу исключительно трудно. Тем более, в такой науке, как геология, где граница между истинным знанием и домыслами всегда была размыта. А Фюксель в итоге добился!» (там же, с.103-104). «Начнем с того, что он был не просто современником Лемана, но **практически одновременно с ним** и выполнял свои исследования в горах Тюрингии. Свое основное сочинение «История Земли и Моря, установленная по истории Тюрингских гор» Фюксель опубликовал на латыни в малораспространенном провинциальном немецком журнале. Поэтому сразу его прочли немногие. <...> Как часто бывает, Фюкселя «открыли» для науки, лишь проведив его в последний путь. Между тем стратиграфические выкладки Фюкселя стоят особняком: они существенно опередили предшественников и оказались более глубокими по смыслу, чем многие новации исследователей» (там же, с.104).

**924. Открытие метода биостратиграфии.** Метод биостратиграфии – определение геологического возраста осадочных горных пород путем анализа распределения в них ископаемых остатков организмов – открыли независимо друг от друга английский землемер Вильям Смит (1769-1839), с одной стороны, и французские ученые Жорж Кювье (1769-1832) и Александр Броньяр (1770-1847) – с другой.

А.И. Равикович в монографии «Развитие основных теоретических направлений в геологии XIX века» (1969) пишет: «В самом конце XVIII и начале XIX столетия в развитии геологических наук произошли важнейшие события, выразившиеся в победоносном шествии биостратиграфического метода (метода руководящих форм), который был **создан независимо** в Англии В. Смитом (1799 г.) и во Франции – Ж. Кювье и А. Броньяром (1808

г.)» (Равикович, 1969, с.79). «Появление этого метода, удачно сочетавшего в себе биологические особенности развития организмов (смена видов во времени) с геологическими явлениями (осадконакопление во времени), дало в руки геологов могучее орудие для обоснования относительной геохронологии. За какие-нибудь 30-35 лет прошлого века была создана геохронология истории Земли, которая в общих чертах сохранила свое значение до настоящего времени» (там же, с.79).

Об этом же сообщает У. Кэри в книге «В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной» (1991): «Кювье был, прежде всего, зоологом, а его коллега Александр Броньяр – в основном геологом. Вместе они установили, что последовательно залегающие пласты содержат разные комплексы окаменелостей, по которым отдельные слои коррелируются по всему региону, и основали таким образом стратиграфическую палеонтологию, ставшую для познания истории Земли Розеттским камнем» (Кэри, 1991, с.58). «**Одновременно** Уильям Смит сделал такое же открытие в Англии, установив, что отдельные слои содержат характерные для них комплексы окаменелостей. Он применил эти знания при проектировании каналов и прослеживании угольных пластов и, используя их, перешел к составлению первых геологических карт Англии» (там же, с.59).

**925. Открытие метода биостратиграфии в трудах Жана Сулави.** Французский геолог Жан Луи Жиро Сулави (1751-1813) – еще один ученый, который независимо открывал метод биостратиграфии. Свою идею биостратиграфии он изложил в докладе «Естественная история Южной Франции», с которым выступил в 1779 г. в академии наук.

И.И. Канаев в книге «Жорж Кювье» (1976) пишет: «Эта идея – маркировка слоя земной коры благодаря находящимся в нем остаткам позвоночных или других животных – была высказана, по-видимому, **независимо и одновременно** с Кювье Жиро-Сулави во Франции и В. Смитом в Англии (Coleman, 1964, p.116)» (Канаев, 1976, с.112).

Об этом же сообщает Т.В. Кезина в книге «Основы палеонтологии и общая стратиграфия» (2014). Автор начинает с изложения принципа В. Смита, согласно которому отложения, содержащие одинаковую фауну или флору, геологически одновозрастны: «В тесной связи с выше рассмотренным принципом В. Смита находится иногда даже объединяемое с ним положение о различии комплексов ископаемых разновозрастных отложений, последовательно сменяющих друг друга. В какой-то мере это положение действительно отражено в приведенных высказываниях В. Смита о формировании Земли слой за слоем и соответственно о многократных актах творения животных и растений, объясняющих различие комплексов окаменелостей различных слоев. Однако еще за два десятилетия до первого сообщения В. Смита о результатах его исследований на Британских островах, во Франции в 1780 г. был опубликован текст доклада аббата **Жиро Сулави** «Естественная история Южной Франции», прочитанного им в 1779 г. в Королевской академии наук» (Кезина, 2014, с.82-83).

Далее автор указывает: «...Несомненно, что Жиро Сулави четко охарактеризовал последовательную смену в разрезе комплексов остатков организмов, соответствующих хронологической последовательности отдельных установленных им этапов развития («царств») органического мира. Поскольку В. Смит подошел в своих исследованиях к близким выводам, по-видимому, **независимо от Жиро Сулави**, будет справедливо обозначать принцип последовательной смены комплексов ископаемых или палеонтологической сукцессии как принцип Жиро Сулави – В. Смита. Этот принцип, как уже отмечалось, тесно связан с основным принципом В. Смита и дополняет его более отчетливо выраженным историческим подходом к объяснению различий комплексов ископаемых из отложений, занимающих различное положение в разрезе» (там же, с.83).

Заслуги Жиро Сулави рассматривают также Г.В. Холмовой, В.Ю. Ратников и В.Г. Шпуль в книге «Теоретические основы и методы стратиграфии» (2008): «Если раньше стратиграфическое расчленение и корреляция разрезов производились по литологическим признакам, то на рубеже XVIII-XIX вв. начал использоваться палеонтологический метод.

Его появление связывают с именами англичанина В. Смита и французского палеонтолога Ж. Кювье, хотя ранее об этом уже докладывал Ж.Л. Жиро-Сулави. <...> Аббат Ж.Л. Жиро-Сулави (1750-1813) еще в 1779 г. на заседании Королевской академии наук прочитал доклад «Естественная история Южной Франции». Слои известняков с фауной он стратифицировал на следующие эпохи: 1) царство моллюсков вымерших; 2) царство моллюсков вымерших и ныне живущих; 3) царство моллюсков ныне живущих; 4) царство растений и рыб, известных в наши дни; 5) окаменелые деревья, галечник, кости ископаемых животных. Хронологическая последовательность этих эпох согласуется с последовательностью залегания и относительным возрастом соответствующих слоев, что получило наименование палеонтологической сукцессии» (Холмовой и др., 2008, с.10).

Аналогичные сведения содержатся в следующих работах:

- Плакс Д.П. Основы стратиграфии. – Минск: Белорусский национальный технический университет (БНТУ), 2017. – 259 с.

- Мурашко Л.И. Историческая геология. – Минск: БГУ, 2011. – 148 с.

- Прозоровский В. Общая стратиграфия. – М.: «Академия», 2010. – 208 с.

**926. Формулировка концепции изостазии.** Изостазия – гидростатически равновесное состояние земной коры, при котором менее плотная земная кора «плавает» в более плотном слое верхней мантии – астеносфере, подчиняясь закону Архимеда. Концепцию изостазии предложили независимо друг от друга два британских астронома и математика - Джон Генри Пратт (1809-1871) и Джордж Бидделл Эйри (1801-1892).

Д. Браун и А. Массет в монографии «Недоступная Земля» (1984) повествуют: «Попытка Буге, предпринятая в 1735-1745 гг., «взвесить Землю» путем сопоставления гравитационного притяжения Земли и Анд показала, что горы, по всей видимости, имеют значительно меньшую массу, чем можно было бы ожидать, исходя из их объема. Позже этот эффект был обнаружен повсеместно, и в особенности в Гималаях во время исследований, проводившихся сэром Джорджем Эверестом и другими. Было высказано предположение, что дефицит масс обусловлен тем, что породы под горами имеют меньшую плотность, чем на соседних площадях. Но как это получилось? Случайностью это быть не могло, так как данное явление оказалось обычным, поэтому надо было искать механизм, который естественным образом приводил бы к такому состоянию. В 1855 г. Пратт и Эри **независимо друг от друга** опубликовали свои теории изостазии – представление о том, что поверхностные горные породы плавают на субстрате, состоящем из более плотных, но податливых пород, и земная поверхность оказывается выше там, где более легкие породы имеют большую мощность» (Браун, Массет, 1984, с.18).

Об этом же сообщают М.Б. Сергеев и Т.В. Сергеева в книге «Планета Земля» (2000): «Объяснить загадочный «дефицит массы» под крупными горными сооружениями удалось с помощью принципа изостатического равновесия, который в 1855 году одновременно и **независимо друг от друга** сформулировали английский астроном Джордж Эри и его соотечественник священник Пратт. Согласно принципу изостатического равновесия, внешняя твердая оболочка земного шара состоит из крупных блоков, «плавающих» в более плотном, но пластичном нижележащем материале, при этом каждый из блоков уравновешен в соответствии с законом Архимеда» (Сергеев, Сергеева, 2000, с.66). Авторы добавляют: «Позднее выяснилось, что принцип изостатического равновесия справедлив и для океанических районов» (там же, с.66).

Приведем еще один источник. А.И. Швец в книге «Физика Земли» (2015) пишет: «Теория строения земной коры, известная под названием теории изостазии, была создана в середине 19 века для интерпретации результатов астрономо-геодезических измерений, выполненных в Индии английским геодезистом Эверестом. На пунктах триангуляции, расположенных вблизи Гималайских гор и в середине Индийского субконтинента, по результатам выполненных астрономо-геодезических измерений были определены отклонения отвеса в плоскости меридиана. Аналогичные значения были вычислены с учетом

влияния притяжения Гималайского хребта и высочайшего плато Тибета с севера. Большое расхождение результатов на пункте, расположенном у подножия Гималайского хребта, указывало на то, что высочайшие Гималайские горы притягивают слабее, чем следовало ожидать. Английские астрономы Пратт и Эри **независимо друг от друга** почти одновременно выдвинули свои гипотезы о строении земной коры, дающие геофизическую интерпретацию этого явления» (Швец, 2015, с.88).

**927. Создание концепции дрейфа континентов.** Автором теории дрейфа континентов обычно считается Альфред Вегенер (1880-1930), который изложил собранные доказательства в пользу перемещения материков в знаменитой работе «Происхождение континентов и океанов» (1915). Однако независимо от А. Вегенера с похожими концепциями выступали многие другие ученые, в том числе американский геолог Фрэнк Берсли Тейлор (1860-1938).

А.С. Майданов в книге «От проблем к открытиям» (2014) пишет: «Разными были отправные пункты в истории возникновения мобилизма. Для американского геолога Ф.Б. Тэйлора, который впервые логически последовательно изложил гипотезу дрейфа континентов (1910 г.), таким пунктом были закономерности в расположении горных поясов Евразии. Они несут признаки горизонтального сжатия в виде смятых складок и перемещенных по надвигам пластов. На основании этих данных Тэйлор сделал допущение о чрезвычайно медленном движении земной коры с севера по направлению к периферии Азии. А. Вегенер опубликовал свою гипотезу о перемещении материков в 1912 г., придя к ней **независимо от Тэйлора**. Отправной точкой для него было удивительное сходство очертаний береговой линии по обе стороны Атлантического океана, а также палеонтологические данные, свидетельствующие о наличии в древности сухопутной связи между Африкой и Бразилией» (Майданов, 2014, с.77).

Об этом же сообщает Джеймс Кеннетт в 1-ом томе книги «Морская геология» (1987): «Хотя Вегенера считают отцом теории дрейфа континентов, сходные идеи были высказаны **независимо от него** американским геологом Фрэнком Б. Тейлором [1034], который предложил оригинальный механизм крупных латеральных перемещений земной коры. Проанализировав расположение складчатых горных поясов, Тейлор показал, что перемещения земной коры в южном направлении в Евразии и на Запад в Америке слишком велики, чтобы их можно было отнести за счет контракции (сжатия коры – Н.Н.Б.). Он предположил, что движение континентов обусловлено приливными явлениями и замедлением вращения Земли, вызванным захватом Луны, по его мнению, происшедшим в меловой период» (Кеннетт, 1987, с.109).

Исследования Фрэнка Тейлора обсуждаются также в книге У. Кэри «В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной» (1991): «Фрэнк Берсли Тейлор (1860-1938), работавший в Геологической службе США, обратился в 1908 г. к Геологическому обществу Америки с докладом «Роль третичных горных поясов в образовании плана Земли» (опубликован в 1910 г.). Это было, вероятно, первым изложением концепции материкового дрейфа. Он усилил аргументацию в статье «Большая Азия и изостазия», опубликованной в «American Journal of Science» в 1926 г., и на симпозиуме по дрейфу континентов, проведенном в Нью-Йорке Американской ассоциацией геологов-нефтяников, где он выдвинул предположение, что Луна была захвачена в меловой период, и это событие привело к возрастанию приливных сил и увеличению полярной сплюснутости, что вызвало раскол больших континентальных масс и стягивание их к экватору» (Кэри, 1991, с.111). Автор добавляет: «Он не рассматривал палеотектонические и палеонтологические свидетельства и не пытался реконструировать материки в их додрейфовом положении» (там же, с.111).

**928. Построение модели генерации магнитного поля Земли.** По свидетельству специалистов, модель генерации магнитного поля Земли разработали независимо друг от



друга немецкий физик Вальтер Эльзассер (1904-1991) и советский ученый Яков Ильич Френкель (1894-1952).

В.В. Кузнецов в монографии «Введение в физику горячей Земли» (2008) указывает: «Одним из первых был Эльзассер, который сначала [1939] предложил идею генерации геомагнитного поля за счет термоэлектрических токов в ядре, а позже [1947] он высказал предположение о том, что источником магнитного поля являются медленные движения в земной коре, которые могут возбуждать электрические токи, подобно тому как это происходит в динамо-машине. **Независимо от Эльзассера** с аналогичной идеей выступил известный физик-теоретик из России Я.И. Френкель [1948]. Идею магнитного динамо развивали Буллард [1948], Ранкорн [1954], Вестин [1954] и др. Эта идея, вытеснив все альтернативные, завоевала абсолютное преимущество в физике Земли» (Кузнецов, 2008, с.18).

**929. Формулировка идеи спрединга.** Спрединг – геодинамический процесс раздвигания жестких литосферных плит под действием нагнетаемого снизу магматического расплава в области рифтов срединно-океанических хребтов. Концепция спрединга стала источником развития новой тектоники литосферных плит, то есть современной концепции мобилизма. Теорию спрединга сформулировали независимо друг от друга два американских геолога - Гарри Хесс (1906-1969) и Роберт Дитц (1914-1995).

С.И. Романовский в книге «Великие геологические открытия» (2005) пишет об идее спрединга: «Автором этой идеи принято считать американского геофизика Гарри Хесса (1906-1969), в 60-х годах работавшего на геологическом факультете Принстонского университета. Начиная же он свою научную карьеру под руководством Венинга Мейнеса. Вместе они изучали гравитационные аномалии глубоководных желобов. Кто знает, возможно, в дерзком мозгу Хесса уже в те годы родилась мысль о том, что желоба маркируют в рельефе океанического дна места опускания в мантию конвективных токов. По крайней мере, когда стало известно строение срединно-океанических хребтов, когда были получены данные измерений теплового потока на океаническом дне, именно Хесс сумел связать в единое целое всю эту информацию и поведать миру в «геопозитическом эссе» (так он сам назвал свое сочинение 1960 г.) исключительно смелую и изумительно красивую концепцию. Суть ее, как и всякой дерзкой до гениальности идеи, удивительно проста. Хесс, а вместе с ним (и, скорее всего, **независимо**) Роберт Дитц (ему принадлежит термин «спрединг») показали, что не зря океанические хребты называются «срединными». Именно они фиксируют на океаническом дне места восходящих конвективных потоков из мантии. Вещество мантии как бы выталкивается на поверхность, оно раздвигает океаническое дно...» (Романовский, 2005, с.169-170).

Об этом же сообщает В. Маркин в статье «Земля «меняет кожу» (журнал «Наука и жизнь», 1975, № 1): «Гипотеза расширяющегося дна – одна из важнейших составных частей «новой глобальной тектоники». Ее создатели Харри Хесс и Роберт Дитц **независимо друг от друга** высказали предположение о том, что срединные океанические хребты и раскалывающие их рифтовые долины образуются там, где в мантии идут восходящие потоки вещества, из которого рождается океаническая литосфера. Она постепенно захватывает всё больше и больше места, раздвигая соседствующие плиты» (Маркин, 1975, с.54).

Прочитываем еще одну работу. Л.П. Зоненшайн в статье «Приоритеты в тектонике плит» (журнал «Природа», 1991, № 10) пишет: «Известно, что к революционным идеям в науке часто подходят два или несколько человек **одновременно**. Параллельно с Дарвином к похожим выводам о происхождении видов пришел А. Уоллес. Резерфорд и Бор независимо разработали модель строения атома. Не явилась исключением в этом отношении и теория тектоники литосферных плит, появление которой в начале 60-х годов вызвало революцию в науках о Земле» (Зоненшайн, 1991, с.127).

Далее автор указывает: «Годом рождения тектоники плит выбран 1962-й, так как именно тогда была опубликована знаменитая теперь работа Хесса «История океанических бассейнов» [1]. В ней было четко продемонстрировано, что за счет выплавки базальтов из перидотитовой мантии в срединно-океанических хребтах рождается новая океаническая кора, которая, отодвигаясь в стороны от хребтов, поглощается в глубоководных желобах, возвращаясь в мантию. **Но еще раньше**, в 1961 г., в журнале «Nature» появилась статья американского геолога Р. Дитца «Эволюция континентов и океанических бассейнов за счет спрединга океанического дна» [2]. В ней впервые прозвучал столь привычный теперь для нас термин «спрединг». Однако, как великодушно ныне признается сам Дитц, основные мысли были высказаны Хессом раньше, чем это сделал он, и всё дело лишь в оперативности публикаций» (там же, с.127).

**930. Формулировка идеи спрединга в трудах Осмонда Фишера.** Английский геолог Осмонд Фишер (1817-1914) – ученый, который до Гарри Хесса и Роберта Дитца высказал идею, подобную гипотезе спрединга. Отправным пунктом (индуктивным основанием) для генерации данной идеи послужили наблюдения Фишера за процессом формирования лавовых озер кратеров вулканов на Гавайских островах.

С.В. Аплонов в книге «Геодинамика» (2001) пишет, называя автора оригинальной идеи Освальдом, а не Осмондом: «...Уже в конце XIX века появились первые научно обоснованные мобилистские идеи, кардинально пересматривающие устоявшуюся контракционную гипотезу (гипотезу сжатия Земли – Н.Н.Б.). Они принадлежали английскому физическому Освальду Фишеру (Oswald Fisher) (1889 г.), который за основу геодинамической модели развития земной коры принял закономерности движения лавовых корок, образующихся при остывании магмы в лавовых озерах кратеров вулканов на Гавайских островах. Эти корки перемещались от открытых трещин, заполняемых жидкой магмой (из которой при остывании и формировались сами корки), к местам их торошения и погружения в глубины расплавленной магмы лавового озера. **Экстраполируя** свои наблюдения на земную кору, Фишер заключил, что океанская кора также образуется за счет излияния базальтов из трещин в зонах ее растяжения, а поглощается в зонах сжатия, где океанское дно пододвигается под островные дуги и активные окраины континентов. Движущим механизмом, перемещающим блоки земной коры, служили, по Фишеру, конвективные течения подкорового субстрата» (Аплонов, 2001, с.106-107).

Далее С.В. Аплонов отмечает: «В 1961 г. вице-адмирал ВМС США и одновременно профессор геологии Принстонского университета Гарри Хесс (Harry Hess) и американский геофизик Роберт Дитц (Robert Ditz) **повторно высказали** идею Фишера об образовании океанской коры в осевых зонах срединно-океанических хребтов, о молодости и растекании (спрединге) океанского дна, а также о погружении океанской коры в мантию в пределах сопряженных структур глубоководных желобов с островными дугами или активными окраинами континентов» (там же, с.109).

Об этом же сообщают О.Г. Сорохтин и С.А. Ушаков в книге «Развитие Земли» (2002). Авторы пишут о гипотезе дрейфа континентов: «...Эта гипотеза к концу 60-х годов XX в. переросла в современную и стройную научную концепцию, получившую наименование теории тектоники литосферных плит (описание теории смотрите в главе 7). Особенно большой вклад в ее создание внесли геофизики и геологи, занимавшиеся изучением строения и развития океанского дна. Так, в 1961 и 1962 гг. американские ученые, геолог Г. Хесс и геофизик Р. Дитц **повторно сформулировали** основные идеи Фишера об образовании океанической коры в срединно-океанических хребтах, о молодости и расширении океанического дна, а также о погружении океанической коры в мантию Земли в зонах сопряженных структур островных дуг и активных окраин континентов Андийского типа с глубоководными желобами» (О.Г. Сорохтин, С.А. Ушаков, 2002).

**931. Обнаружение связи между магнитными аномалиями и спредингом океанического дна.** Эту связь обнаружили и описали независимо друг от друга английские ученые Фредерик Джон Вайн (род. 1939 г.) и Драммонд Хойл Мэтьюс (1931-1997), с одной стороны, и канадский геофизик Лоуренс Уитекер Морли (1920-2013) – с другой.

М.Б. Сергеев и Т.В. Сергеева в книге «Планета Земля» (2000) повествуют: «Полосовые магнитные аномалии были впервые обнаружены в конце пятидесятых годов XX века во время геофизической съемки одного из участков на северо-востоке Тихого океана. В континентальных районах подобный характер магнитного поля никогда не отмечался, и происхождение этих загадочных полос некоторое время оставалось совершенно непонятным. Но сразу после того, как в начале шестидесятых годов была предложена гипотеза разрастания океанического дна (гипотеза спрединга – Н.Н.Б.), английские ученые Фредерик Вайн и Драммонд Мэтьюс, а также **независимо от них** канадец Лоренс Морли, догадались, что происхождение полосовых магнитных аномалий связано со спредингом. Вайн и Мэтьюс отметили также, что если спрединг действительно существует, то полосы магнитных аномалий должны быть симметричными относительно осей срединно-океанических хребтов» (Сергеев, Сергеева, 2000, с.88-89). Далее авторы отмечают: «Специально проведенная с этой целью магнитная съемка одного из участков Срединно-Атлантического хребта (к юго-западу от Исландии) блестяще подтвердила прогноз Вайна и Мэтьюса – здесь также были обнаружены полосовые магнитные аномалии, и они оказались симметричными относительно оси хребта!» (там же, с.89).

Об этом же сообщает С. Уеда в книге «Новый взгляд на Землю» (1980): «Канадский геофизик Л. Морли опубликовал идентичное, но **независимо разработанное** объяснение полосчатого характера магнитных аномалий, причем сделал он это почти одновременно с Вайном и Мэтьюсом. Теперь специалистам довольно хорошо известно, что Морли раньше, чем его коллеги, пытался опубликовать свою статью и посылал ее в ведущие английские и американские научные журналы, но она была тогда отвергнута как «слишком умозрительная». Грустная история! Вероятно, эту гипотезу справедливо было бы назвать гипотезой Вайна – Мэтьюса - Морли» (Уеда, 1980, с.70).

Аналогичные сведения представлены в монографии У. Кэри «В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной» (1991), где автор указывает: «Оказалось, что характерные полосовые магнитные аномалии типичны для раздвигающихся хребтов. Фредерик Вайн из Кембриджа и его научный руководитель Драммонд Мэтьюс, а также Лоренс Морли из Геологической службы Канады **независимо друг от друга** высказали предположение, что эти полосы отражают инверсии намагниченности горных пород, поочередно усиливающие или ослабляющие измеряемое геомагнитное поле. Когда базальт, только что проникший в осевую рифтовую зону раздвигающегося океанического хребта, остывая, проходит через точку Кюри, он намагничивается в преобладающем внешнем магнитном поле. В эпоху нормальной полярности новые базальты намагничиваются в прямом направлении, а когда полярность в определенное время меняется на противоположную, следующие более свежие базальты будут намагничиваться в обратном направлении, пока полярность снова не перескочит на нормальную – возможно, через миллион лет или спустя какое-то другое время» (Кэри, 1991, с.146).

**932. Создание обобщающей теории тектоники плит.** Теория тектоники плит, обобщающая геологические открытия 1950-1960-х годов, была разработана тремя геофизиками. Это сделали независимо друг от друга Д. Мак-Кензи и Р. Паркер, с одной стороны, и У. Дж. Морган – с другой.

С. Уеда в книге «Новый взгляд на Землю» (1980) пишет: «...Можно описать внешнюю оболочку Земли как жесткую литосферу, которая состоит из нескольких пластин, или плит, и покрывает лежащую ниже мягкую астеносферу. Дрейф материков и разрастание морского дна затем можно представить себе как движение этих жестких плит. Кроме того, взаимодействие этих плит служит, возможно, причиной не только землетрясений, но и

многих других важных явлений на поверхности Земли, таких, как вулканическая деятельность, образование глубоководных желобов и океанических хребтов. Эта концепция, ставшая известной как теория тектоники плит, была выдвинута в 1967 г. Д. Мак-Кензи и Р. Паркером [34] и **независимо от них** в 1967 г. У. Дж. Морганом [37]. Одним из первых ученых, понявших важность этой теории, был Кс. Ле Пишон – французский океанолог, сотрудник Геологической обсерватории Ламонт-Догерти» (Уеда, 1980, с.94).

**933. Создание теории маятника на подвижной платформе.** Теорию маятника на подвижной платформе разработали независимо друг от друга голландский ученый Феликс Менинг-Вейнес (1887-1966) и советский астроном Петр Михайлович Горшков (1883-1975). Эта теория позволила создать морские гравиметры, обеспечившие прогресс теоретической гравиметрии и ряда прикладных дисциплин.

Е.Д. Корякин в статье «Морская гравиметрия» (журнал «Природа», 2008, № 8) пишет: «Специалисты давно поняли, что лучше всего в море проводить измерения на подводной лодке – гораздо меньше качка. Чтобы совершенно исключить влияние качки, голландский ученый Ф.А. Венинг-Мейнес в 1922-1928 гг. изобрел особый способ наблюдения за колебаниями маятников, построил морской маятниковый прибор и совершил с ним ряд плаваний на подводных лодках. Он доказал, что измерения силы тяжести на подводных лодках возможны и очень важны для понимания строения нашей планеты» (Корякин, 2008, с.86).

Теперь мы обратимся к книге «Астрономы России 1917-2017» (2017), составленной под редакцией А.М. Черепашука. В данном справочнике сообщается о научных достижениях Петра Михайловича Горшкова: «**Независимо от Венинг-Мейнеса** разработал теорию маятника на подвижной платформе. Результаты этой работы, изложенные в монографии «Дифференциальное уравнение движения маятника на движущейся подставке» (1939), привели к созданию морских гравиметров, сыгравших важную роль как в теоретической гравиметрии, так и в ряде прикладных дисциплин» («Астрономы России», 2017, с.117).

## Глава 8

### Одновременные (повторные) открытия в области техники и технологии

**934. Изобретение паровой машины.** Британский инженер Джеймс Уатт (1736-1819) – человек, которого считают изобретателем паровой машины. Однако независимо от него эту машину создал русский теплотехник Иван Иванович Ползунов (1728-1766).

А.И. Леонтьев в статье «Вклад отечественных ученых в теорию теплообмена» (журнал «Теплофизика и аэромеханика», 1999, том 6, № 2) повествует: «Первая отечественная двухцилиндровая паровая машина непрерывного действия была спроектирована и построена в городе Барнауле выдающимся русским мастером Иваном Ивановичем Ползуновым (1728-1766) **практически одновременно** с Д. Уаттом в 1765 г. Вся жизнь Ползунова является примером подвижничества и бескорыстного патриотического служения отечеству. <...> И.И. Ползунов родился на Урале, учился в «арифметической» школе, которая, будучи технической школой, готовила горнозаводских технологов на достаточно высоком уровне [3]. В школе преподавались математика, химия, механика, горное дело, гидротехника, черчение и пр. В 1742 г. Ползунов как хорошо успевающий ученик был взят в качестве «механического ученика» на Екатеринбургский завод, а в 1748 году назначен на Барнаульский завод на должность гитеншрейбера. По-видимому, там Ползунов познакомился с книгой П. Шлаттера «Обстоятельное наставление по рудному делу...», где нашел схему пароатмосферной машины Ньюкомена» (Леонтьев, 1999, с.143).

Об этом же сообщает Р.В. Петров в книге «Сфинксы XX века» (1971) пишет: «История знает немало примеров, когда открытия повторялись, когда те или иные закономерности открывались вновь. Иногда по прошествии нескольких десятилетий, иногда через несколько лет. А иногда – и отнюдь не редко – открытие совершается одновременно разными учеными в разных частях света. В 1763 году уральский инженер Иван Ползунов разработал проект, а в 1765 году создал универсальный паровой двигатель. Этот двигатель работал, обслуживал завод. Через год Ползунов умер. Его паровая машина была заброшена, и никто в мире не узнал о ней – Россия того времени не заботилась об открытиях, информация о них не публиковалась. Через 19 лет, в 1784 году, универсальный паровой двигатель **создает заново** английский изобретатель Джеймс Уатт и дарит свое открытие миру» (Петров, 1971, с.114).

**935. Изобретение корабля, оснащенного паровым двигателем (первого парохода).** Американский инженер Роберт Фултон (1765-1815), вопреки традиционной точке зрения, не является единственным изобретателем парохода. Независимо от него к мысли о создании корабля, оснащенного паровым двигателем, пришел его соотечественник Чарльз Стэнхоуп (1753-1816).

Р.С. Гутер и Ю.Л. Полунов в книге «От абака до компьютера» (1981) пишут о графе Чарльзе Стэнхоупе: «Вместе с замечательным американским ученым и государственным деятелем Беджаменом Франклином Стэнхоуп принимал участие в опытах по экспериментальному определению наилучшей формы громоотвода и опубликовал в 1779 году «Принципы электричества». Будучи вице-президентом «Общества по улучшению кораблестроения», он внес немало ценных предложений по совершенствованию конструкций судов, но, пожалуй, наиболее значительное научное достижение графа – патент на первый в мире пароход, изобретенный им **независимо от американца** Роберта Фултона. Стэнхоуп построил и успешно продемонстрировал пароход водоизмещением в 200 тонн, но адмиралтейство отклонило его предложение о строительстве «движимых силой пара судов» как «бесперспективное для флота Его Величества» (Гутер, Полунов, 1981, с.78-79).

Об этом же сообщается в статье Юрия Полунова «Гражданин граф и его машины» (журнал «Подводная лодка», 1998, № 12): «Будучи вице-президентом «Общества по улучшению кораблестроения», Чарльз Стэнхоуп внес немало ценных предложений по совершенствованию конструкций судов, но, пожалуй, наиболее значительное научное достижение графа - патент на первый в мире пароход, изобретенный им **независимо от американца** Роберта Фултона. Стэнхоуп построил и успешно продемонстрировал пароход водоизмещением в 200 т, но Адмиралтейство отклонило его предложение о строительстве «движимых силой пара судов» как «бесперспективное для флота Его Величества» (Ю.Полунов, 1998).

Приведем еще один источник. И.А. Апокин и Л.Е. Майстров в книге «История вычислительной техники: от простейших счетных приспособлений до сложных релейных систем» (1990) пишут о Чарльзе Стэнхоупе: «Достаточно сказать, что **независимо** от Р. Фультона он предложил идею парового судна (и получил патент), а также построил пароход водоизмещением 200 т [317]» (Апокин, Майстров, 1990, с.87).

**936. Разработка теории машин на основе уравнения живых сил.** Теорию машин на основе уравнения живых сил разработали независимо друг от друга два французских математика – Гаспар-Гюстав Кориолис (1792-1843) и Виктор Понселе (создатель проективной геометрии). Определенный вклад в эту теорию внес также французский механик Анри Навье (1785-1836).

И.Б. Погребысский в книге «От Лагранжа к Эйнштейну. Классическая механика XIX века» (1966), анализируя трактат Кориолиса «Расчет действия машин» (1829), говорит об идеях этого ученого: «Как указывает далее Кориолис, многое из того, к чему он пришел,

было получено и высказано **независимо от него** Понселе, Навье и другими. «Эти публикации теперь лишают меня всякого приоритета в нескольких вопросах. Тем не менее, я думаю, что небесполезно собрать и изложить в другом виде все соображения, которые относятся к столь важной теории, как теория машин» (Погребысский, 1966, с.155).

**937. Изобретение электромагнита.** После того, как было открыто явление электромагнитной индукции, идея создания электромагнита – устройства, создающего магнитное поле при прохождении электрического тока через него, «носилась в воздухе». К этой идее пришли независимо друг от друга британский физик Уильям Стерджен (1783-1850) и американский ученый, один из первооткрывателей электромагнитной индукции, Джозеф Генри (1797-1878).

В.М. Родионов в книге «Зарождение радиотехники» (1985) пишет: «Для изучения и применения электрических и магнитных явлений много сделал известный американский естествоиспытатель Дж. Генри [127], вклад которого в науку и практику длительное время недооценивался в Европе. Между тем Генри **независимо изобрел** электромагнит (слаботочный, но очень сильный), создал электрический звонок и, что весьма ценно, высказал предположение (подтвердив его опытами) о возможности применить электрический ток для сигнализации на расстояние с помощью электрического звонка» (Родионов, 1985, с.33).

**938. Изобретение электромагнитного телеграфа.** Электромагнитный телеграф изобрел русский ученый Павел Львович Шиллинг (1786-1837). Независимо от него над разработкой этого прибора трудились многие другие инженеры. Что касается английского ученого Чарльза Уитстона (1802-1875), то его телеграф представлял собой копию аппарата Шиллинга.

М.А. Шателен в книге «Русские электротехники XIX века» (1955) пишет: «Шиллинг первый воспользовался открытием в 20-х годах девятнадцатого столетия свойства электрического тока оказывать некоторые действия на магнитную стрелку и устроил практический электромагнитный прибор для передачи сигналов по проволоке. <...> **Одновременно с Шиллингом** над разработкой электромагнитного телеграфа работали в Лондоне Кук и Уитстон, устроившие телеграфный прибор, совершенно подобный по идее прибору Шиллинга. Теперь, однако, доказано, что это изобретение не было самостоятельным. Кук увидел в Гейдельберге в лаборатории инженера Мунке прибор Шиллинга, заказал себе такой же прибор и, вернувшись в Англию, вместе с Уитстоном устроил свой телеграфный аппарат, предназначая его сначала специально для железнодорожной сигнализации» (Шателен, 1955, с.66).

**939. Использование электромагнитного реле в телеграфных линиях.** К идее использования электромагнитного реле на протяженных телеграфных линиях пришли независимо друг от друга русский ученый Борис Семенович Якоби (1801-1874), англичанин Чарльз Уитстон (упомянутый выше) и американский изобретатель Сэмюэль Морзе (1791-1872).

Н.А. Борисова в диссертации «Отечественный вклад в зарождение и начальный этап развития электросвязи» (2021) пишет о Борисе Якоби: «...Якоби опередил Морзе в реализации идеи электромагнитного реле, так как воплотил ее в жизнь раньше, в 1841 г., при строительстве своей первой телеграфной линии. Русский ученый пришел к необходимости использования электромагнита (с якорем вместо стрелки) и релейного метода на протяженных линиях на основе теоретических знаний **независимо от Уитстона, Генри, Морзе**. Однако он не считал себя первым, так как ориентировался на срок (1840), указанный в патенте Морзе» (Борисова, 2021, с.171).

**940. Изобретение дуплексной передачи сообщений между двумя телеграфами.** Метод дуплексной передачи сообщений между двумя телеграфами предложили независимо друг от друга два немецких инженера - Вернер фон Сименс (1816-1892) и Карл Фришен (1830-1890).

Вернер фон Сименс в книге «Как я изобретал мир» (2015) повествует: «В 1854 году технические инженеры телеграфов были сильно взволнованы сообщением «Лейпцигского политехнического листка». Речь в нем шла о том, что австрийскому телеграфному чиновнику доктору Гинтлю удалось с помощью аппарата Морзе на линии Прага – Вена одновременно отправить депеши из противоположных направлений. Это получилось благодаря тому, что реле были оснащены двумя обмотками: в одной проходили токи линии, а во второй – одновременно такие же сильные токи локальной цепи в противоположном направлении. Эта вторая цепь с помощью второго контакта замыкалась в тот же момент, что и ток в линии. Однако вскоре доктор Гинтль обнаружил, что этот путь не ведет к цели, так как оказалось невозможным действительно синхронно замкнуть оба контакта, вдобавок происходящее в конце каждого знака прерывание главного тока мешало поступающему с другой стороны току. Поэтому Гинтль стал искать разгадку, используя электрохимический телеграф Бейна. Его опыты в этом направлении привели к лучшему результату и мнению, что два тока противоположного направления могут проходить по одному и тому же проводнику, не мешая друг другу. В сочинении «Об одновременной передаче депеш по одному телеграфному проводу», опубликованном мной в «Annalen» Поггендорфа, я указал на недопустимость такой точки зрения и развил теорию электрохимической дуплексной связи, но вместе с тем показал, что этот метод практически неосуществим. Также я изложил дуплексный метод с помощью электромагнитных аппаратов, полностью достигающих нужного эффекта. Тот же метод **независимо от меня** изобрел господин К. Фришен из Ганновера, ставший впоследствии главным инженером нашей фирмы. Сегодня он известен под названием «Дуплексная схема связи Фришена и Сименса», и до сих пор находит многообразное применение» (Сименс, 2015, с.295-296).

**941. Изобретение кольцевого якоря с коллектором.** Кольцевой якорь с коллектором изобрели независимо друг от друга бельгийский инженер Зеноб Теофил Грамм (1826-1901) и итальянский физик Антонио Пачинотти (1841-1912).

М.А. Шателен в книге «Русские электротехники XIX века» (1955) пишет: «...Пачинотти (1841-1912) и Граммом (1821-1901), **независимо друг от друга**, был изобретен кольцевой якорь с коллектором, позволивший получать от генераторов, основанных на принципе электромагнитной индукции, постоянный ток такой же, какой раньше получали от гальванических батарей. Изобретение коллектора имело исключительно большое значение, так как позволило получать от машин тот ток, с которым умели уже обращаться, который умели применять» (Шателен, 1955, с.22).

**942. Изобретение метода квадруплексного телеграфирования.** По мнению историков техники, метод квадруплексного телеграфирования придумали независимо друг от друга российский ученый Зиновий Яковлевич Слонимский (1810-1904) и американский изобретатель Томас Альва Эдисон (1847-1931). Правда, Слонимский предложил указанный метод в 1858 г., а Томас Эдисон – в 1874.

В.П. Одинец в книге «Зарисовки по истории компьютерных наук» (2013) повествует: «...Идея уплотнения (уплотнения телеграфных линий – Н.Н.Б.) принадлежала подданному Российской Империи, лауреату Демидовской премии за создание «счислителя» Хаиму-Зелику (Зиновию Яковлевичу) Слонимскому (1810-1904) [34], предложившему в 1858 г. метод квадруплексного телеграфирования» (Одинец, 2013, с.243). Далее в примечаниях автор пишет: «Квадруплекс (от латинского quadruplex - четвертной) – метод телеграфирования, позволяющий по одному проводу вести одновременно передачу двух различных телеграмм и прием двух других телеграмм. В 1874 г. Т.Эдисон (Edison Thomas

Alva: 1847-1931) предложил схему, практически **совпадающую** со схемой Слонимского [28]» (Одинец, 2013, с.243).

**943. Изобретение угольного микрофона.** Угольный микрофон – изобретение, к которому причастны многие инженеры, работавшие независимо друг от друга. Среди них Томас Эдисон, немецкий конструктор Эмиль Берлинер (1851-1929), английский ученый Дэвид Эдвард Хьюз (1831-1900), польский инженер Генрих Махальский (1835-1919) и отечественный специалист в области телефонной связи Павел Михайлович Голубицкий (1845-1911).

Л.И. Шарыгина в книге «События и даты в истории радиоэлектроники» (2011) пишет о событиях 1876 года: «Т. Эдисон (США) первым использовал на практике угольный микрофон. Некоторые примитивные микрофоны, называемые транзиттерами, конструировали и раньше. Раннее развитие микрофонов обязано «Лаборатории Белла», в частности, там был сконструирован первый конденсаторный микрофон. Об изобретении угольного микрофона также **независимо заявляли** Махальский в 1878 году и П.М. Голубицкий в 1883 году» (Шарыгина, 2011, с.54).

О. Курихин в статье «Микрофоны – электрические уста планеты» (журнал «Техника - молодежи», 1971, № 12) пишет о Дэвиде Эдварде Хьюзе: «Опытный Дэвид Юз оказался предусмотрительнее своих коллег. Он не ограничился экспериментами, а попросту собрал новый передатчик и запатентовал его. Будучи человеком большой эрудиции (профессором электротехники и музыки), он подошел серьезно и к названию прибора. Тут, вероятно, сказались университетское образование и почтительное уважение к греческому языку, иначе бы вместо прославившего его имя термина «микрофон» появилось бы что-нибудь многословное, расплывчатое и не запоминающееся. В микрофоне Юза угольный стерженек монтировался вертикально на дощечке, в которую и нужно было говорить. Прибор оказался настолько чувствительным, что, сядь на него муха, было бы слышно, как она ползает по угольку» (Курихин, 1971, с.17).

Далее автор сообщает: «**Независимо от Берлинера** и не зная о его работах, 19 августа 1879 года подал свою заявку на микрофон с угольным порошком и регулировкой громкости сигнала студент Петербургского института путей сообщения М. Махальский. Привилегия была выдана ему лишь в 1882 году. А три года спустя П. Голубицкий подал заявку на гребенчатый угольный микрофон, в котором сочетались угольные стержни и угольный порошок» (Курихин, 1971, с.18).

О заслугах П.М. Голубицкого сообщает О. Фролова в статье «Павел Михайлович Голубицкий – один против судьбы» (журнал «Первая миля», 2020, № 2): «Голубицкий разработал несколько конструкций микрофона с угольным порошком, и одна из них послужила прообразом микрофонного капсюля, который широко применялся в телефонных аппаратах 20 века. Кроме того, он разработал микрофон с гребенчатым расположением углей, обладавший значительной чувствительностью. С помощью этого микрофона можно было передавать речь на большее расстояние, так как он выдерживал использование более мощных источников питания [1]» (Фролова, 2020, с.77).

Здесь [1] – Яроцкий А.В. Павел Михайлович Голубицкий. – М.: «Наука», 1976. – 119 с.

**944. Изобретение телефона.** Официально признанным изобретателем телефона является американский ученый Александр Белл (1847-1922), но независимо от него аналогичное изобретение сделал американский инженер-электрик Илайша Грей (1835-1901). Последний подал патентную заявку на свое изобретение на два часа позже заявки Белла.

К.В. Рыжов в книге «100 великих изобретений» (2006) пишет о событиях 1876 года: «...Белл сделал патентную заявку на свое изобретение. Всего через два часа после него такую же заявку на **идентичный аппарат** подал другой изобретатель – Илайш Грей. Однако патент был выдан в марте Беллу, поскольку он первый заявил о своем открытии.



(Позже Беллу пришлось вести несколько судебных процессов с Греем и другими изобретателями, отстаивая свое первенство. В конце концов Белл купил у Грея право на эксплуатацию телефона). На выставке в Филадельфии, проходившей в том же году, телефон Белла сделался главным экспонатом» (Рыжов, 2006, с.197-198).

Об этом же сообщает О. Фролова в статье «Павел Михайлович Голубицкий – один против судьбы» (журнал «Первая миля», 2020, № 2): «Эра телефонии началась 14 февраля 1876 года – в этот день **почти одновременно** изобретатели Александр Белл и Илайша Грей подали заявки на устройства для передачи звуков по проводам, созданные на схожих принципах. Белл, опередивший конкурента на два часа, получил патент и стал признанным изобретателем телефона. Ранние трубки Белла не были пригодны для эксплуатации на коммерческих телефонных сетях, в том числе из-за низкого качества звука и небольшой дальности передачи. Изобретатели из разных стран работали над усовершенствованием телефонной техники. В этом процессе активно участвовали и российские ученые и изобретатели, и первое место среди них по праву принадлежит П.М. Голубицкому» (Фролова, 2020, с.75).

Аналогичная информация представлена в книге Тима Ву «Главный рубильник. Расцвет и гибель информационных империй от радио до Интернета» (2012), где автор аргументирует: «...Даже самые удивительные открытия обычно **совершают одновременно** двое людей – или даже больше. Если это так, то насколько мы можем говорить об уникальности гения-изобретателя? Лучшим примером здесь опять послужит история телефона. В тот самый день, когда Александр Белл зарегистрировал свое изобретение, в патентном бюро находился другой человек, Элиша Грей, который подал заявку на то же самое технологическое новшество. Это совпадение несколько **приглушает** блеск озарения Белла» (Ву, 2012, с.26). Автор продолжает: «Пожалуй, будет справедливо сказать, что у телефона нет единственного изобретателя. Фактически то, что мы называем изобретением, разумеется, дело непростое, однако оно происходит, когда технологическое развитие достигает определенного уровня и следующая ступень становится доступна сразу многим людям. К тому времени, когда жил Белл, кто-то другой уже изобрел провода и телеграф, открыл электричество и базовые принципы акустики. Беллу осталось соединить кусочки вместе – бесспорно, здесь требовалась смекалка, но отнюдь не сверхъестественная. В этом смысле все изобретатели больше похожи на искусных мастеров, чем на волшебников» (там же, с.27).

**945. Открытие вращающегося магнитного поля.** Эффект вращающегося магнитного поля, который лег в основу электродвигателей переменного тока, открыли независимо друг от друга сербский инженер Никола Тесла (1856-1943) и итальянский физик Галилео Феррарис (1847-1897).

Борис Ржонсницкий в книге «Никола Тесла. Первая отечественная биография» (2009) пишет о Г. Феррарисе, который, открыв эффект вращающегося магнитного поля, не создал на его основе эффективный электродвигатель переменного тока, как это сделал Н. Тесла: «Несомненно, Феррарис, будучи не только оптиком, но и электриком, не мог не понимать значения произведенных им опытов. Однако ему, по собственному его признанию, и в голову не приходило применить этот принцип к созданию электродвигателя переменного тока. Самое большее, что он предполагал, это использовать его для измерения силы тока, и даже начал конструировать такой прибор» (Ржонсницкий, 2009, с.68).

Автор продолжает: «18 марта 1888 года в Туринской академии наук Феррарис сделал доклад «Электродинамическое вращение, произведенное с помощью переменных токов». В нем он рассказал о своих опытах и пытался доказать, что получение в таком приборе коэффициента полезного действия свыше 50 процентов невозможно. Феррарис был искренне убежден, что, доказав нецелесообразность использования переменных магнитных полей для практических целей, он оказывает науку большую услугу. Доклад Феррариса опередил сообщение Николы Теслы в Американском институте инженеров. Но

заявка, поданная для получения патента еще в октябре 1887 года, свидетельствует о несомненном приоритете Теслы перед Феррарисом» (там же, с.68-69). «Но, конечно, дело не только в приоритете. Несомненно, оба ученых сделали одно и то же открытие **независимо друг от друга**: Феррарис не мог знать о патентной заявке Теслы, так же, как и последний, не мог знать о работе итальянского физика» (там же, с.69).

Об этом же сообщают А.Г. Микеров и А.В. Вейнмейстер в книге «История науки и техники в области управления и технических систем» (2016): «**Одновременно с Теслой** в 1888 г. итальянский профессор Галилео Феррарис создал двухфазный асинхронный двигатель, показанный на рис.8.7, с ротором в виде полого металлического стаканчика и двухфазной обмоткой с разным числом витков, намотанных проводом разной толщины. Это создавало сдвиг токов фаз А(1) и В(2), необходимый для образования вращающегося магнитного поля при питании обеих фаз от одного источника переменного тока. Однако Феррарис не увидел будущего для своего двигателя, ошибочно полагая, что его КПД будет весьма малым. Тем не менее, позднее Вестингауз, опасаясь патентных тяжб, выкупил патент Феррариса» (Микеров, Вейнмейстер, 2016, с.73-74).

Сошлемся на еще одну работу. И.В. Измайлов и Б.Н. Пойзнер в книге «О науке, событиях в истории изучения света, колебаний, волн, об их исследователях» (2015) пишут: «В 1888 г. итальянский физик и электротехник Г. Феррарис (1847-1897), а также – **независимо** – сербский ученый и инженер Н. Тесла (1856-1943) открыли явление вращающегося магнитного поля. Используя его, Тесла построил (1889-1890) электрические генераторы с частотой до 20 кГц, а затем изобрел (1891) высокочастотный трансформатор (трансформатор Теслы)» (Измайлов, Пойзнер, 2015, с.175).

**946. Изобретение гироскопического компаса.** По мнению специалистов, гироскопический компас изобрели независимо друг от друга немецкий инженер Герман Аншютц-Кемпфе (1872-1931) и американский исследователь Элмер Сперри (1860-1930).

Ю.И. Рылев в книге «6000 изобретений XX и XXI веков, изменившие мир» (2012) отмечает: «Компас гироскопический изобрел немецкий инженер Герман Аншютц-Кемпфе (и **одновременно и независимо** – американский инженер Элмер Сперри). Гироскопас, неизменно указывающий на север, невзирая на качку и движение корабля, позволил постоянно выдерживать точный курс» (Ю.И. Рылев, 2012).

Об этом же сообщает М.В. Чичинадзе в статье «Морские гироскопы, развитие и перспективы» (журнал «Гироскопия и навигация», 2018, том 26, № 3 (102)): «...Усилиями многих ученых (Н.Е. Жуковского, А.М. Ляпунова, А. Фепля, О. Мартинсена и др.) и инженеров-изобретателей (Ж. Труве, Е. Дюбуа, М.Г. Ван-ден-Бос и др.) удалось решить проблемы обеспечения высокой скорости вращения ротора для увеличения гироскопического момента (направляющей силы) к северу, сведения к минимуму трения в опорах подвеса, снижения влияния качки, вибрации и скорости движения основания по поверхности Земли, а также удержания оси гироскопа в плоскости горизонта и демпфирования движения оси в плоскость меридиана. Затем, опираясь на эти результаты, Г. Аншютц-Кемпфе в Германии в 1909 г. и Э. Сперри в США в 1911 г. создали работоспособные в морских условиях образцы гироскопов «Аншютц» и Sperry Mk1 соответственно» (Чичинадзе, 2018, с.136).

**947. Изобретение радио, то есть «беспроволочного телеграфа».** Способ передачи сообщений с помощью радиоволн разработали независимо друг от друга три исследователя: российский физик Александр Степанович Попов (1859-1906), итальянский инженер Гульельмо Маркони (1874-1937) и индийский ученый Джагдиш Чандра Бос (1858-1937). Если рассуждать о приоритете создания «беспроволочного телеграфа», то он, безусловно, принадлежит А.С. Попову.

А.Т. Григорьян и А.Н. Вяльцев в книге «Генрих Герц» (1968) аргументируют: «...Главную часть работы выполнили двое – Попов и Маркони. Попов на год раньше провел

решающее испытание своего прибора, но он не сделал о нем своевременно научной публикации, и потому, если не предполагать какой-нибудь детективной истории, Маркони должен был пройти тот же путь самостоятельно. Излагая историю вопроса, мы старались показать ее естественность и необходимость и тем самым обосновать возможность прохождения этого пути независимо несколькими лицами. В частности, такие существенные узлы схемы рис.52, как синхронный автоматический встряхиватель и двухкаскадное усиление, вполне могли быть изобретены несколькими людьми **независимо друг от друга**. Конструктивные различия приборов Маркони и Попова подтверждают правильность этого вывода» (Григорьян, Вяльцев, 1968, с.175-176).

Приоритет А.С. Попова обсуждается в статье С.М. Рытова «Шестнадцать далеких лет» (сборник «Сергей Михайлович Рытов: жизнь, воспоминания, интервью, записки, стихи», 2012): «Я неоднократно присутствовал при разговорах А.И. Берга с Л.И. Мандельштамом, в которых Аксель Иванович старался со свойственным ему жаром и темпераментом переубедить Л.И. Дело в том, что Л.И. первоначально держался того мнения (вероятно, принятого среди учеников Ф. Брауна), что А.С. Попов и Г. Маркони изобрели радио **независимо друг от друга**, причем последний сразу же опередил А.С. Попова в практическом применении изобретения. А.И. Берг привозил к Л.И. целые папки собранных им документов и материалов и шаг за шагом горячо доказывал приоритет А.С. Попова. Л.И. тщательно вникал во все эти аргументы, и я хорошо помню, как, в конечном счете, он согласился с Бергом. Прочитав ряд документов, он сказал: «Этого я не знал» (Рытов, 2012, с.135).

О заслугах Джагдиша Боса пишет Александр Микеров в статье «Первые полупроводниковые приборы» (журнал «Control Engineering Россия», 2020, № 5 (89)): «В канун XX в. индийский ученый Джагдиш Чандра Бос (Jagadish Chandra Bose) обнаружил, что ряд полупроводников обладает свойством изменять свое сопротивление при воздействии электромагнитных колебаний, и запатентовал в 1901 г. устройство для детектирования радио- и световых сигналов [2, 3, 6, 7]. Оно содержит чувствительный элемент в виде двух контактов (1), укрепленных на пружинных металлических пластинах (2) с винтом (3), регулирующим поджим контакта. <...> С помощью подобного устройства и искрового передатчика Бос продемонстрировал в 1895 г. в Калькутте передачу через кирпичную стену радиосигналов, вызывающих звук колокольчика и взрыв порохового заряда. Он изобрел также ртутный когерер, использованный Маркони при первой трансатлантической передаче радиосигнала в 1901 г. Таким образом, Боса считают, наряду с Поповым и Маркони, одним из первооткрывателей радио. Он получил высшее образование в Англии и докторскую степень в университете Лондона» (Микеров, 2020, с.85).

**948. Изобретение регенеративного каскада.** Регенеративный каскад – радиоприемник с положительной обратной связью в одном из каскадов усиления радиочастоты. Отличается от приемника прямого усиления более высокой чувствительностью и избирательностью. Регенеративный каскад изобрели независимо друг от друга немецкий физик Александр Мейсснер (1883-1958), американский радиоинженер Эдвин Говард Армстронг (1890-1954) и его соотечественник, создатель триода, Ли де Форест (1873-1961).

В.В. Брусникин в диссертации «Эволюция схемно-технологических решений вещательных ламповых радиоприемников в СССР» (2005) пишет: «В ходе экспериментов с одноламповым детектором-усилителем многие исследователи **независимо и параллельно** пришли к идее введения в него положительной обратной связи (электрической связи анодной и сеточной цепей, при которой часть усиленного сигнала подавалась с выхода каскада на вход с целью дальнейшего усиления). Это приводило в экспериментах к увеличению усиления и селективности каскада, названного «регенератором». Было также замечено, что, начиная с некоторого порога величины обратной связи, в лампе возникали незатухающие колебания, и регенеративный каскад

превращался в генератор таких колебаний. Наиболее ранние работы по регенеративному усилению относятся к 1912 году [4]. Патент на изобретение регенеративного каскада и первого лампового генератора незатухающих электрических колебаний был получен А. Мейсснером в 1913 году [5]. В его схеме обратная связь осуществлялась посредством трансформатора между анодной и сеточной цепями триодна. **Почти одновременно** регенеративные схемы были предложены в Америке Э. Армстронгом и Ли де Форестом, получившим на регенеративный каскад патент США [6]. Э. Армстронгом было предложено несколько модификаций регенеративной схемы, которые широко распространились в практике радиоприема. Разными исследователями применялись различные способы подачи напряжения обратной связи из анодной цепи в сеточную, даже через внутриламповые емкости (схемы Раунда, Франклина, Виганта, Рейнарца и др.)» (Брусникин, 2005, с.33-34).

**949. Изобретение «супергетеродинного» приема.** Супергетеродинный приемник - один из типов радиоприемников, основанный на принципе преобразования принимаемого сигнала в сигнал фиксированной промежуточной частоты с последующим его усилением. По свидетельству специалистов, супергетеродинный приемник изобрели независимо друг от друга американский инженер Эдвин Говард Армстронг (упомянутый выше) и немецкий физик Вальтер Шоттки (1886-1976). При этом Армстронг основывался на работах французского инженера Люсьена Леви (1892-1965).

В.В. Брусникин в диссертации «Эволюция схемно-технологических решений вещательных ламповых радиоприемников в СССР» (2005) пишет о событиях первых десятилетий XX века: «Примерно к тому же времени относится первое практическое применение предложенного еще в начале века так называемого «гетеродинного» приема (Фессенден, 1902, [11]). Его принцип заключается в смешении входного сигнала с сигналом отдельного генератора незатухающих колебаний (гетеродина) и последующем усилении сигнала разностной частоты. Усилитель разностной («промежуточной») частоты, не имея настроенных элементов, мог обеспечить большое усиление при высокой стабильности. Преимущества принципа гетеродинного приема особенно выявились при освоении коротковолнового диапазона. На высоких частотах (более 1 МГц) на коэффициент усиления лампового каскада стали сильно влиять межэлектродные емкости ламп. Это затрудняло усиление входного радиочастотного сигнала, и выход был найден в организации основного усиления тракта на значительно более низкой, промежуточной частоте (порядка сотен килогерц). Новые принципы окончательно оформляются в супергетеродинной схеме, предложенной в 1917 году **независимо несколькими исследователями** (Л. Леви, Г. Арко, В. Шоттки, Э. Армстронгом), приоритет принадлежит Леви [12]. Помимо разработки нескольких практических схем супергетеродина [13], первые попытки теоретического осмысления процессов, протекающих в таких приемниках, принадлежат Э. Армстронгу. Супергетеродинный принцип является основой практически всех радиоприемных устройств последующего времени, включая современные» (Брусникин, 2005, с.35).

Об этом же сообщают П.П. Ермолов и А.И. Кузьменко в статье «Фессенден, Леви, Шоттки или Армстронг? К 100-летию изобретения гетеродина» (сборник «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций», 2018, № 1): «Армстронг, майор американского экспедиционного корпуса, отделенный от Шоттки линией фронта и потому работавший заведомо **независимо от последнего**, в том же 1918 г. предложил схему, аналогичную схеме Шоттки. Патент Армстронга относится к 30 декабря 1918 г. В своем патенте Армстронг указывает на возможность многократного преобразования частоты. Он не ограничился разработкой только принципиальной стороны вопроса, а построил супергетеродинный приемник и провел его испытания» (Ермолов, Кузьменко, 2018, с.243).

**950. Изобретение триггера, то есть «катодного реле».** Триггер (триггерная система) – класс электронных устройств, обладающих способностью длительно находиться в одном из двух устойчивых состояний и чередовать их под воздействием внешних сигналов.

Каждое состояние триггера легко распознается по значению выходного напряжения. Триггеры относятся к импульсным устройствам – их активные элементы (транзисторы, лампы) работают в ключевом режиме, а смена состояний длится очень короткое время. Отличительной особенностью триггера как функционального устройства является свойство запоминания двоичной информации. Первые триггеры («катодные реле») создали независимо друг от друга советский радиотехник Михаил Александрович Бонч-Бруевич (1888-1940), британский физик Уильям Генри Экклз (Икклз, 1875-1966) и его соотечественник Фрэнк Уилфред Джордан (1881-1941).

Р.С. Гутер и Ю.Л. Полунов в книге «От абака до компьютера» (1981) пишут: «Электронная лампа – дитя XX столетия. Хотя эффект прохождения электрического тока через вакуум был открыт Эдисоном в 1883 году, первая электронная лампа – вакуумный диод – была построена Флеммингом лишь в 1904 году. Вскоре Ли де Форест изобретает вакуумный триод – лампу с тремя электродами, затем появляется газонаполненная электронная лампа – тиратрон, пятиэлектродная вакуумная лампа – пентод и т.д. До 30-х годов электронные вакуумные и газонаполненные лампы использовались главным образом в радиотехнике. Но в 1931 году англичанин Винни-Вильямс построил (для нужд экспериментальной физики) тиратронный счетчик электрических импульсов, открыв тем самым новую область применения электронных ламп. Электронный счетчик состоит из ряда триггеров. Триггер, изобретенный М.А. Бонч-Бруевичем (1918) и – **независимо** – американцами У. Икклзом и Ф. Джорданом (1919), содержит две лампы и в каждый момент может находиться в одном из двух устойчивых состояний; он представляет собой электронное реле. Подобно электромеханическому, оно может быть использовано для хранения одной двоичной цифры» (Гутер, Полунов, 1981, с.179-180).

Об этом же сообщает Ю.И. Рылев в книге «6000 изобретений XX и XXI веков, изменившие мир» (2012): «Триггер, электронное реле, изобрели руководитель Нижегородской радиолaborатории Михаил Александрович Бонч-Бруевич и, **независимо**, в 1919 г. американские инженеры Уильям Генри Икклз и Ф. Джордан. Этот электронный элемент содержал две лампы и в каждый момент мог находиться в одном из двух устойчивых состояний (хранить одну двоичную цифру) и производить высокоскоростные электронные вычисления. Это изобретение заложило фундамент электронных цифровых компьютеров» (Ю.И. Рылев, 2012).

Этот же вопрос рассматривают А.С. Грошев и П.В. Закляков в учебном пособии «Информатика» (2015): «В 1918 году советский ученый Михаил Александрович Бонч-Бруевич изобрел ламповый триггер [15, стр.26] (схему переключающего устройства, имеющего два устойчивых рабочих состояния), который впоследствии сыграл важную роль в построении электронных цифровых компьютеров. Позднее, в 1919 г. [15, стр.26] У. Икклз и Ф. Джордан (США) **независимо от Бонч-Бруевича** изобрели электронное реле (flip-flop), имеющее также два состояния и получившее позже название триггера» (Грошев, Закляков, 2015, с.135).

Сошлемся на еще одну работу. А.А. Хлебников в книге «Информационные технологии» (2016) констатирует: «Еще в 1831 г. американец Джозеф Генри изобрел электромеханическое реле. В 1918 году русский ученый Михаил Александрович Бонч-Бруевич (1888-1940), а в 1919 г. английские ученые В. Икклз и Ф. Джордан **независимо друг от друга** создали электронное реле, названное англичанами триггером, которое сыграло большую роль в развитии компьютерной техники» (Хлебников, 2016, с.63).

Дополнительная литература по теме:

- Комшина А., Телибаев С., Михлин Б. Сборка RS-триггера на микросхемах, содержащих элементы «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ» // Информатика в школе. – 2018. - № 7 (140). - С.17-25.

**951. Открытие свечения в кристалле карборунда при подаче на него внешнего электрического поля.** Подавая на кристалл карборунда внешнее электрическое поле,

советский радиотехник Олег Владимирович Лосев (1903-1942) открыл свечение, часто называемое «свечением Лосева». Независимо от него аналогичное свечение обнаружил британский ученый Генри Джозеф Раунд (1881-1966). Эта находка привела к изобретению светодиодов.

М.А. Новиков в статье «Олег Владимирович Лосев – пионер полупроводниковой электроники (к столетию со дня рождения)» (журнал «Физика твердого тела», 2004, том 46, № 1) пишет: «...Мало кому известно, что О.В. Лосев является и изобретателем светодиода. Он первым увидел огромные перспективы таких источников света, особо подчеркнув их высокую яркость и быстрдействие. Он также является обладателем первого патента на изобретение прибора с электролюминесцентным источником света (световое реле). В конце семидесятых годов прошлого века, когда на Западе стали широко применяться электролюминесцентные источники света, Н.Ф. Ives случайно обнаружил небольшую заметку Н.И. Round «A note on carborundum» в журнале «Electrical World» (v.49, p.308, 1907), где автор (сотрудник лаборатории Маркони) сообщал, что видел свечение в контакте карборундового (SiC) детектора при подаче на него внешнего электрического поля. Никакой существенной информации об этом свечении и тем более о физике этого явления в этом сообщении не содержалось. В то время на нее никто не обратил внимания, и она не оказала никакого влияния на последующие исследования в области электролюминесценции. Тем не менее, некоторые специалисты, в том числе и отечественные, именно этого автора считают первооткрывателем явления электролюминесценции. Лосев же не только **независимо открыл** это явление, но и провел детальное его исследование на примере кристалла карборунда (SiC). Так, он открыл, что в данном случае имеют место два физически различных явления, которые наблюдаются при разной полярности напряжения на контакте. Лосев открыл не только инжекционную электролюминесценцию (свечение II в его терминах), которая в настоящее время лежит в основе светодиодов и полупроводниковых лазеров, но и явление предпробойной электролюминесценции (свечение I), которое также широко применяется при создании новых электролюминесцентных дисплеев. Впоследствии свечение I было также обнаружено французским ученым G. Destriau, и теперь в зарубежной литературе оно носит название эффекта Дестрио, хотя сам Дестрио приоритет в открытии этого явления отдавал О.В. Лосеву. Кроме того, О.В. Лосеву удалось очень далеко продвинуться в понимании физики этих явлений в условиях, когда еще не была создана зонная теория полупроводников. Так что современные защитники приоритета Роунда вряд ли имеют право оспаривать выдающийся вклад нашего соотечественника в эту область физики и особенно в изобретение светодиода» (Новиков, 2004, с.6-7).

Об этом же сообщает Алексей Левин в статье «Да будет светодиод!» (газета «Троицкий вариант», № 165 от 21.10.2014 г.): «Светоизлучающие диоды, или просто светодиоды, - это полупроводниковые устройства, преобразующие энергию электрического тока в световое излучение. Этот эффект называется электролюминесценцией. В 1907 году его впервые наблюдал в экспериментах с прохождением тока через кристалл карбида кремния ассистент Гульельмо Маркони и сам впоследствии крупный изобретатель-радиотехник Генри Джозеф Раунд (Henry Joseph Round), а спустя шестнадцать лет **независимо переоткрыл** сотрудник Нижегородской радиолaborатории Олег Лосев, который, как сейчас ясно, подошел вплотную к изобретению светодиода...» (А. Левин, 2014).

**952. Изобретение магнетрона.** Магнетрон – электровакуумный прибор, в котором величина электрического тока управляется электрическим и магнитным полем. Этот прибор, способный генерировать электромагнитные волны высокой частоты, создали независимо друг от друга чешский физик Августин Жачек (1886-1961), с одной стороны, и советские ученые Абрам Александрович Слущкин (1891-1950) и Дмитрий Самойлович

Штейнберг (1874-1934) – с другой. Успех Слуцкого и Штейнберга был обусловлен исследованиями Д.А. Рожанского – их руководителя.

Я. Фолта и Л. Новы в книге «История естествознания в датах» (1987) пишут: «Чехословацкий физик А. Жачек открыл способ генерации сантиметровых незатухающих электромагнитных колебаний с помощью магнетрона – электронной лампы, помещенной в магнитное поле. Дальнейшая разработка этого метода (**независимо** от исследований А. Жачека) привела к конструкции радара (в 1938 г.)» (Фолта, Новы, 1987, с.250).

О том, что А. Жачек не был единственным изобретателем магнетрона, сообщается во многих источниках. Так, И.Д. Рожанский, М.М. Рожанская и С.Р. Филонович в книге «Дмитрий Аполлинариевич Рожанский» (2003) пишут, что в 1920-е годы А.П. Рожанский организовал на физико-математическом факультете Харьковского университета научно-исследовательскую кафедру, где и были проведены исследования, позволившие создать магнетрон: «После 1921 г., уже работая в Нижнем Новгороде и Ленинграде, он оставался ее руководителем, систематически приезжая в Харьков. По его предложению в тематику работы кафедры были включены исследования по методам генерирования дециметровых и сантиметровых волн. Эти работы привели к созданию **магнетронного генератора**, который при дальнейшей разработке стал одним из основных элементов современной радиолокационной аппаратуры. Исследования проводились А.А. Слуцким и Д.С. Штейнбергом, а в дальнейшем развивались С.Я. Брауде. (Впоследствии А.А. Слуцкий и С.Я. Брауде стали академиками АН Украинской ССР)» (И.Д. Рожанский и др., 2003, с.39).

Об этом же сообщает А.Н. Глебова в статье «О приоритете создания магнетронного генератора высокочастотных колебаний» (украинский журнал «Наука и науковедение», 2016, № 4): «...Открытие магнетронного метода генерирования электромагнитных колебаний все же связывается иногда с именем А. Жачека, тогда как некоторые отечественные авторы называют в этой связи имена украинских ученых А.А. Слуцкого и Д.С. Штейнберга. К сожалению, ни в одной из известных публикаций в числе создателей магнетронного генератора не упоминается руководитель Харьковской научно-исследовательской кафедры физики Д.А. Рожанский [27], предложивший экспериментальный метод получения высокочастотных колебаний в магнитном поле почти одновременно с А. Жачеком и **независимо от него**» (Глебова, 2016, с.81).

Приведем еще один источник. И.Л. Радунская в книге «Четыре жизни академика Берга» (2007) повествует: «В 1920 году Д.А. Рожанский начал исследование процесса управления электронами в магнитном поле. В 1924 году на съезде физиков в Ленинграде он рассказал о возможности получения таким путем колебаний сверхвысоких частот. Как следствие родился прибор, сыгравший решающую роль в создании радиолокации, - магнетрон. В 1924-1925 годах с помощью магнетрона советские ученые получили радиоволны длиной в 60 см, через год они научились генерировать 30-сантиметровые радиоволны, а в 1927 году – радиоволны длиной 7,6 см, то есть первыми вошли в сантиметровый диапазон. Усовершенствованный магнетрон, предложенный в 1929 году М.А. Бонч-Бруевичем, дал возможность существенно повысить мощность генерируемых сверхвысокочастотных колебаний» (И.Л. Радунская, 2007).

**953. Изобретение метода наведенных ЭДС.** Метод наведенных ЭДС изобрели независимо друг от друга упомянутый выше советский ученый Дмитрий Аполлинариевич Рожанский (1882-1936) и французский физик Леон Бриллюэн (1889-1969).

В книге «Формирование радиоэлектроники» (1988), написанной под редакцией В.М. Родионова, сообщается: «Большое принципиальное и практическое значение имела разработка метода наведенных ЭДС. Этот метод почти одновременно и **независимо друг от друга** был предложен в 1922 г. Л. Бриллюэном [64] и Д.А. Рожанским [65]. К этому методу они пришли, заинтересовавшись распределением сопротивления излучения вдоль антенны, которое нельзя определить при обычном расчете методом вектора Пойнтинга, поскольку этот метод дает лишь суммарный эффект. Заметив, что поле, рассчитанное по

синусоидальному распределению тока, не удовлетворяет нулевым граничным условиям на металлической поверхности антенны, они предположили, что эти условия выполняются за счет добавочной ЭДС, наводимой полем на проводнике, а запись связи этой ЭДС с синусоидальным током на металле по обычному закону Ома приводит к некоторому распределению сопротивления излучения, интегрирование которого и должно дать тот же результат, что и при вычислении методом вектора Пойнтинга» («Формирование радиоэлектроники», 1988, с.103-104).

Об этом же пишет А.С. Шостак во 2-й части монографии «Антенны и устройства СВЧ» (2012): «Для оценки взаимного влияния вибраторных и щелевых излучателей разработан приближенный метод расчета, получивший название метода наведенных ЭДС, или метода наведенных сопротивлений. Этот метод был предложен в 1922 г. **независимо друг от друга** Д.А. Рожанским и Л. Бриллюэном. <...> Пользуясь методом наведенных ЭДС, можно определить характеристики антенных решеток с учетом взаимодействия излучателей» (Шостак, 2012, с.67).

Аналогичные сведения можно найти в автореферате диссертации М.И. Лемжина «Применение сингулярных интегральных уравнений для анализа поля в ближней зоне электрических вибраторных антенн и решеток» (2009). Автор данной работы, в частности, пишет: «...Важной проблемой, возникающей при проектировании решеток, составленных из ВА (вибраторных антенн – Н.Н.Б.), является корректный учет взаимодействия соседних вибраторов. В настоящее время существует единственный способ, позволяющий учесть это взаимодействие, - метод наведенных ЭДС, предложенный **независимо друг от друга** в 1922 году советским ученым Д.А. Рожанским и французом Бриллюэном [Л1, Л9]» (Лемжин, 2009, с.4).

**954. Изобретение автомобиля с бензиновым двигателем.** Автомобиль с бензиновым двигателем создали два немецких инженера – Карл Бенц (1844-1929) и Готтлиб Даймлер (1834-1900), которые работали независимо друг от друга.

В.В. Епифанов в книге «История автомобилестроения» (2019) пишет: «Родиной автомобилестроения можно назвать Германию. Всё началось с конкуренции двух немецких инженеров – Карла Бенца (Karl Benz) и Готтлиба Даймлера (Gottlieb Daimler). **Независимо друг от друга** они изобрели автомобили с бензиновыми двигателями внутреннего сгорания и запатентовали их в 1886 году» (Епифанов, 2019, с.51).

Этот же вопрос обсуждает А. Азимов в книге «Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций» (2006): «Первые имевшие практическое значение автомобили, **независимо друг от друга**, построили два немецких инженера Г. Даймлер и К. Бенц. Но по-настоящему автомобиль стал общедоступным средством передвижения лишь в результате развития массового производства» (Азимов, 2006, с.361).

**955. Формулировка принципа последовательной передачи элементов изображения (важного принципа системы телевидения).** Этот принцип сформулировали независимо друг от друга португальский ученый Андриано де Пайва (1847-1907) и русский физик Порфирий Иванович Бахметьев (1860-1913).

Л.И. Шарыгина в книге «События и даты в истории радиоэлектроники» (2011) пишет о событиях 1878 года: «Португальский ученый А. де Пайва и **независимо от него** русский ученый П.И. Бахметьев выдвигают принцип последовательной передачи элементов изображения, основанный на последовательном разложении изображения на элементы (развертка) и использовании инерции зрительного ощущения [3]» (Шарыгина, 2011, с.56).

Этот же факт обсуждают И.С. Бродский и Л.М. Макушин в книге «Тележурналистика: история, теория и практика» (2000): «В конце XIX в. португальский ученый А. де Пайва и **независимо от него** наш соотечественник П.И. Бахметьев разрабатывают принцип последовательной передачи элементов изображения. Русский ученый первым предложил проект телевизионной системы» (Бродский, Макушин, 2000, с.6).



Аналогичная информация представлена в монографии В.В. Губарева «Информатика: фрагменты истории» (2007), где автор указывает: «Конец XIX в. – разработка принятого в дальнейшем в телевидении принципа последовательной передачи элементов изображения, согласно которому в пункте передачи производят преобразование элементов изображения в последовательность электрических сигналов (анализ изображения) с дальнейшей передачей этих сигналов по каналам связи в пункт приема, где осуществляется обратное преобразование (синтез изображения) (А. де Пайва, Португалия, и независимо от него П.И. Бахметьев, Россия)» (Губарев, 2007, с.57).

**956. Формулировка идеи использования электронно-лучевой трубки Брауна для передачи изображения.** Идею использования электронно-лучевой трубки Брауна для передачи изображения в системе телевидения сформулировали независимо друг от друга российский ученый Борис Львович Розинг (1869-1933), с одной стороны, и немецкие инженеры М. Дикман и Г. Глаге – с другой. Последние были сотрудниками изобретателя указанной трубки – Карла Фердинанда Брауна (1850-1918), который, как известно, в 1909 г. удостоен Нобелевской премии по физике.

В.А. Урвалов в книге «Очерки истории телевидения» (1990) описывает эксперимент, индуктивно убедивший Б.Л. Розинга в необходимости использовать трубку Брауна. Примечательно, что первоначально Б.Л. Розинг безуспешно пытался воспроизвести эксперименты по электрической передаче изображения, описанные Алексеем Николаевичем Слухаевским, чей аппарат под названием «телеоптикон» оказался мистификацией. Итак, В.А. Урвалов пишет: «После продолжительных экспериментов ученый убедился в невозможности электрической передачи изображения без разложения его на отдельные элементы и понял, что стал жертвой мистификации «телеоптикониста». Тогда он решил в одной из ванн вместо светового луча перемещать металлический штифт, а другую ванну заменить трубкой Брауна с двумя парами электромагнитов, расположенных аналогично платиновым электродам в ванне. Здесь его ждал первый успех: флуоресцирующее пятно на экране трубки Брауна повторяло движения металлического штифта в электролитической ванне, наполненной медным купоросом. Получился своеобразный электронный карандаш. Аналогичный эффект был достигнут М. Дикманом и Г. Глаге в запатентованном им приборе с трубкой Брауна [52]. Только вместо электролитической ванны они использовали два реостата. Рисуемый электронный луч натолкнул Б.Л. Розинга на создание электронно-лучевой трубки, способной воспроизводить движущееся изображение с натуры» (Урвалов, 1990, с.65-66).

О независимых исследованиях М. Дикмана и Г. Глаге пишет С.В. Новаковский в статье «90 лет электронному телевидению» (журнал «Электросвязь», 1997, № 6): «В 1906 г. сотрудники К. Брауна М. Дикман и Г. Глаге получили патент на использование трубки Брауна для передачи изображений букв и штрихов [2], а в 1909 г. М. Дикман опубликовал статью о фототелеграфном устройстве для передачи изображений с помощью трубки Брауна [3]. Применив магнитные поля для отклонения электронного луча по вертикали и горизонтали, модуляцию тока луча двумя уровнями сигнала (черное и белое) и диск Нипкова, М. Дикман и Г. Глаге усовершенствовали трубку Брауна. Правда, в диске Нипкова вместо отверстий они использовали металлические контакты размером 3×3 см, скользящие по металлическому шаблону, сделанному с передаваемого изображения (преобразования света в сигнал здесь не было). Развертка производилась на 20 строк (400 элементов) 10 раз в 1 секунду, изображение создавалось в приемнике на трубке Брауна» (Новаковский, 1997, с.38).

Об этом же сообщает Михаил Стародумов в книге «Самые популярные изобретения из прошлых веков, актуальные сегодня, или Кто придумал первого робота» (2021): «В 1859 году Юлиус Плюккер открыл катодные лучи – поток электронов. Через 20 лет Уильям Крукс создал прообраз электроннолучевой трубки. В 1897 году немецкий физик Карл Фердинанд Браун на основе трубки Крукса создал катодную трубку, получившую название

трубки Брауна. Изобретатель не стал ее патентовать, но выступал со множеством публичных демонстраций и публикаций в научной печати. В 1903 году Артур Венельт поместил в трубке цилиндрический электрод (цилиндр Венельта), позволяющий менять интенсивность электронного луча, а от этого и яркость свечения люминофора. В 1906 году сотрудники Брауна М. Дикман и Г. Глаге получили патент на использование трубки Брауна для передачи изображений, а в 1909 году М. Дикман предложил идею фототелеграфного устройства для передачи изображений с помощью трубки Брауна; в устройстве для развёртки применялся диск Нипкова» (М. Стародумов, 2021).

**957. Формулировка идеи использования трубки Брауна для передачи изображения в работах А.А. Кемпбелл-Свинтона.** Шотландский инженер Алан Арчибальд Кемпбелл-Свинтон (1863-1930) – еще один человек, предложивший использовать электронно-лучевую трубку в системе телевидения.

Л.И. Шарыгина в книге «События и даты в истории радиоэлектроники» (2011) пишет о событиях 1908 года: «Британский инженер А.А. Кемпбелл-Свинтон опубликовал основные идеи телевизионного вещания. Он предложил, а русский ученый Борис Розинг запатентовал в Англии идею использования электронно-лучевой трубки (трубки с катодными лучами) для приема телевизионной картинки. Розинг и **независимо от него** шотландец Кемпбелл-Свинтон предложили использовать электронно-лучевую трубку для передачи изображений, что впоследствии позволило отказаться от механической развертки и использования диска Нипкова» (Шарыгина, 2011, с.99).

**958. Разработка метода передачи изображения движущихся фигур.** Метод передачи изображения движущихся фигур разработали независимо друг от друга американский инженер Чарльз Дженкинс (1867-1934), британский ученый Джон Бэрд (1888-1946) и советский электромеханик Лев Сергеевич Термен (1896-1993).

В.А. Урвалов в книге «Очерки истории телевидения» (1990) повествует: «В конце 1923 года стали поступать первые сведения о работах американского пионера телевидения Ч. Дженкинса. Сначала он демонстрировал передачу неподвижных изображений по радио из Вашингтона в Филадельфию и Бостон, а в 1925 году, усовершенствовав [66] аппаратуру, осуществил передачу движущихся силуэтных фигур. Для развертки изображения Дженкинс применил линзовый диск Нипкова, а для усиления фототока – двухламповый усилитель. В приемнике использовалась электрическая лампочка, нить которой была предварительно накаливаема до слабого красного каления и помещена в атмосферу водорода, что, по мнению Дженкинса, должно было уменьшить ее инерционность. Позднее Дженкинс стал воспроизводить изображения с помощью неоновой лампы. **Почти одновременно** с Дженкинсом в Англии начал экспериментировать Дж. Бэрд. Вначале в его распоряжении были довольно скромные материальные ресурсы – немного радиодеталей, приобретенных по сниженной цене на распродаже имущества, оставшегося после мировой войны. Для изготовления первого диска Нипкова он пожертвовал столешницей от круглого чайного столика. Вера в то, что телевидение из области идей перейдет в повседневную практику, подогревала неиссякаемую энергию Бэрда. В 1926 году он уже демонстрировал перед публикой передачу простых изображений с четкостью 20 строк» (Урвалов, 1990, с.85-87).

Далее автор говорит об экспериментах Льва Термена: «Оригинальную установку для передачи изображений сконструировал в 1924-1926 годах сотрудник Ленинградского физико-технического института Лев Сергеевич Термен. Для анализа изображения на передающем конце установки и для синтеза его в приемнике Термен применил вращающиеся диски, традиционные отверстия в которых заменил маленькими зеркальцами: каждое следующее зеркальце по отношению к предыдущему было установлено с увеличивающимся углом наклона к плоскости диска. Использованное Терменом развертывающее устройство, таким образом, представляло собой комбинацию

диска Нипкова и зеркального колеса Вейлера [68]. Пробные передачи Термен начал в 1925 году» (Урвалов, 1990, с.83).

Об этом же пишет Н.А. Борисова в статье «Отечественные и зарубежные разработки телевизионных систем в 1920-е годы» («Научно-технические ведомости СПбГПУ», 2018, том 9, № 2): «Б.Л. Розинг, характеризуя отечественные разработки механического ТВ, особо отмечал экспериментальный талант инженера Л.С. Термена, благодаря которому «русская электротехника одержала частичную победу почти одновременно с иностранными экспериментаторами Бэрдом, Дженкинсом, Айвсом и другими» [13, с.57]. На Всесоюзном съезде физиков в Москве в 1926 г. Термен продемонстрировал результаты своей дипломной работы – трансляцию движущихся изображений с использованием дисков Нипкова. Из смежной лаборатории в аудиторию на большой экран были переданы изображения движущегося молотка, паяца и другие, состоявшие из достаточного числа точек. В фондах ЦМС хранится дипломный проект Термена с расчетами и схемами, он свидетельствует о глубоком научном исследовании решаемой проблемы» (Борисова, 2018, с.52).

**959. Формулировка идеи о целесообразности использования эффекта накопления зарядов в механическом телевидении.** К мысли о целесообразности использования эффекта накопления зарядов в механическом телевидении пришли независимо друг от друга американский ученый Чарльз Дженкинс (упомянутый выше), английский инженер Генри Джозеф Раунд (самостоятельно открывший «свечение Лосева») и советский радиотехник Михаил Александрович Бонч-Бруевич (изобретатель триггера).

В.А. Урвалов в книге «Очерки истории телевидения» (1990) сообщает: «В литературе бытует мнение, что первые предложения об использовании эффекта накопления в оптико-механических устройствах передачи изображений были сделаны применительно к фототелеграфным устройствам английским инженером Х. Раундом в 1926 году и применительно к телевизионным устройствам Ч. Дженкинсом в 1928 году. Но недавно сотрудник ленинградского Центрального музея связи Х.А. Иоффе, изучая музейный экспонат – «радиотелескоп», сконструированный в Нижегородской лаборатории в 1921 году, обратил внимание на то, что в передающей матрице к каждому из 200 миниатюрных фотоэлементов подключен небольшой конденсатор (накопитель зарядов – Н.Н.Б.). Хотя М.А. Бонч-Бруевич в опубликованном описании радиотелескопа не отметил этой принципиальной особенности разработанного устройства, именно ему надо отдать приоритет на реализацию принципа накопления зарядов в механическом телевидении» (Урвалов, 1990, с.116-117).

**960. Изобретение передающей телевизионной трубки.** Передающую телевизионную трубку разработал американский инженер Фило Тэйлор Фарнсуорт (1906-1971). Независимо от него аналогичное изобретение сделал советский ученый Леонид Александрович Кубецкий (1906-1959).

Н.В. Дунаевская и В.А. Урвалов в книге «Леонид Александрович Кубецкий» (1990) пишут: «Передающее катодное устройство Л.А. Кубецкого, о котором вскользь упомянул Я.А. Рыфтин на Всесоюзной конференции по телевидению, явилось дальнейшим развитием идеи Б.А. Рчеулова. Еще в марте 1931 г. Кубецкий подал заявку на изобретение и приступил к лабораторным экспериментам. Примерно в это же время в американской печати появилась статья о работах Ф. Фарнсворта, предложившего похожую систему электронного телевидения, что, по-видимому, явилось формальной причиной отказа в выдаче Л.А. Кубецкому авторского свидетельства. Свою передающую трубку, исходя из принципа ее работы, Ф. Фарнсуорт назвал диссектором (рассекателем) изображения» (Дунаевская, Урвалов, 1990, с.61).

Далее авторы отмечают: «Совершенство диссектор, Ф. Фарнсуорт снабдил его вторично-электронным множителем своей конструкции, так называемым радиочастотным мультипликатором с двумя эмиттерами. Эффект усиления достигался за счет

многократного отражения электронов от эмиттера путем изменения с частотой 20 МГц полярности питающего напряжения. Тем же путем шел и Л.А. Кубецкий, пытаясь повысить чувствительность изобретенной им, **независимо от Ф. Фарнворта**, передающей телевизионной трубки» (там же, с.61-62).

**961. Изобретение передающей трубки с накоплением зарядов мишени.** Передающая трубка с накоплением зарядов мишени – очередное изобретение в системе телевидения, сделанное двумя учеными, работавшими независимо друг от друга. Успеха добились русский изобретатель, трудившийся в США, Владимир Козьмич Зворыкин (1889-1982) и советский физик Александр Павлович Константинов (1895-1937).

В.П. Борисов в книге «Владимир Козьмич Зворыкин» (2004) пишет: «Профессор НИИ телемеханики и телевидения Г.В. Брауде отметил, что в СССР работой в том же направлении, что и Зворыкин, занимались Б.Л. Розинг, А.А. Чернышев и А.П. Константинов. Профессор А.А. Чернышев запатентовал в 1925 г. конструкцию трубки с мозаичной сигнальной пластиной, а А.П. Константинов, **независимо от Зворыкина**, разработал передающую трубку с накоплением зарядов мишени» (Борисов, 2004, с.65).

Отметим, что А.П. Константинов – старший брат академика Бориса Павловича Константинова (1910-1969), который известен тем, что разработал технологию получения изотопа лития  $^6\text{Li}$  для создания водородной (термоядерной) бомбы. О том, что А.П. Константинов пришел к идее передающей трубки с накоплением зарядов мишени независимо от В.К. Зворыкина, сообщают С.Б. Гуревич и В.Б. Константинов в статье «Александр Павлович Константинов» (сборник «Академик Б.П. Константинов. Воспоминания, статьи, документы», 1985): «Интерес к телевидению сохранился у А.П. Константинова и после того, как в 1928 г. он стал заведующим лабораторией в ФТИ, а затем в выделившемся из ФТИ Ленинградском электрофизическом институте. В 1930 г., занимаясь параллельно с другими вопросами телевидением, он разработал и изложил в заявке за № 80975 схему первой передающей телевизионной трубки с накоплением зарядов. Аналогичная трубка, но позднее и **независимо от него** была предложена в США В.К. Зворыкиным и получила название «иконоскоп». Электронно-лучевая передающая телевизионная трубка, предложенная А.П. Константиновым, содержала фотокатод-мишень, состоявший из металлической решетки, мозаики диэлектриков, заполнявших каждую ячейку, и металлических стерженьков, проходивших сквозь диэлектрик с одной стороны мишени на другую. Таким образом, фотокатод-мишень представлял собой матрицу элементарных конденсаторов с одной общей обкладкой, соответствующей сигнальной пластине в разработанных позднее передающих трубках» (Гуревич, Константинов, 1985, с.156).

Авторы добавляют: «Изложенные А.П. Константиновым принципы легли в основу развитых в последующие десятилетия телевизионных передающих трубок и явились толчком к дальнейшему интенсивному развитию телевидения. Созданные на указанном принципе телевизионные трубки оказались почти в тысячу раз более чувствительными, чем существовавшие до этого передающие устройства с механической разверткой» (там же, с.156).

Об этом же сообщает А.П. Константинова в статье «Вклад В.К. Зворыкина и А.П. Константинова в развитие электронного телевидения» («Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2014, № 2): «В 1930 г. А.П. Константинов разработал и изложил в авторской заявке № 80975 схему первой передающей телевизионной трубки с накоплением зарядов и их коммутацией электронным лучом: «Передающее устройство для дальновидения с применением многоячейкового фотоэлемента и конденсаторов, присоединенных к каждой ячейке для накопления зарядов в течение времени передачи кадра и коммутацией разряда конденсаторов электронным лучом, отличающееся тем, что указанные конденсаторы включены так, чтобы разряд их совершался в цепи, проходящей через общий электрод конденсаторов и катодный луч» [7, с.32]» (Константинова, 2014, с.95).

Далее автор отмечает: «Аналогичная трубка, но позднее и **независимо от него**, была предложена в США В.К. Зворыкиным и получила название «икonosкоп». В августе 1933 г. В.К. Зворыкин приезжал в Ленинград и выступал с докладом о разработанной им системе электронного телевидения» (там же, с.95). «Хотя даты публикаций изобретения В.К. Зворыкина и А.П. Константинова расходятся почти на пять лет, рисунки, иллюстрирующие принцип работы передающих трубок с накоплением зарядов, у обоих авторов близки и подтверждают справедливость крылатого выражения о том, что «идеи носятся в воздухе» (там же, с.96).

Аналогичные сведения можно найти в книге В.А. Урвалова «Твой сын, Петербург» (1997), где автор повествует: «Впоследствии в своей служебной автобиографии А.П. Константинов напишет: «В 1930 г. некоторое время вне плана занимался телевидением, в результате чего была разработана и изложена в заявке № 80975 от 1930 года система дальновидения с накоплением зарядов, идея, позднее и **независимо** опубликованная В.К. Зворыкиным в США» [12]» (Урвалов, 1997, с.38).

Дополнительная литература по теме:

- Лейтес Л.С. Очерки истории отечественного телевидения. – М.: ТТЦ Останкино, 2015. – 166 с.

**962. Изобретение биморфного пьезоэлектрического элемента.** По мнению историков техники, биморфный пьезоэлектрический элемент изобрели независимо друг от друга советский ученый Николай Николаевич Андреев (1880-1970) и французский физик Поль Ланжевен (1872-1946).

Во 2-ом томе книги «Развитие физики в СССР» (1967) сообщается: «В 1927 г. Н.Н. Андреев в руководимой им Акустической лаборатории Ленинградского физико-технического института существенно усовершенствовал теорию пьезоэлектрического вибратора [6]; Р.Д. Шульвас-Сорокина исследовала пьезоэлектрические свойства сегнетовой соли [7]. В более широком плане свойства сегнетоэлектриков изучались П.П. Кобеко, И.В. Курчатовым и др.; результаты этих исследований изложены в монографии [8]. В этой же лаборатории впервые в СССР был построен микрофон из сегнетовой соли. Развивая идеи осуществления различных типов преобразователей, Андреев **независимо от Ланжевена** изобрел получивший впоследствии столь широкое распространение биморфный пьезоэлектрический элемент и получил на него авторское свидетельство [9]» («Развитие физики...», 1967, с.125).

Здесь [6] – Андреев Н.Н. Равновесие и колебания пьезоэлектрического кристалла // ЖПФ. – 1928. – Том 5. - № 3-4. – С.119.

[7] – Лепешинская В.Н. Пьезоэлектрические приборы с сегнетовой солью. – Ленинград: «Гостехиздат», 1943.

[8] – Курчатов И.В. Сегнетоэлектрики. – Ленинград: «Гостехиздат», 1933.

[9] – Андреев Н.Н. Авторское свидетельство № 27406, 1930.

Следует отметить, что Н.Н. Андреев посещал лабораторию Поля Ланжевена и использовал опыт этого выдающегося французского ученого. Г.В. Глекин в книге «Николай Николаевич Андреев» (1980) пишет: «Николая Николаевича особенно интересовали возможности применения в акустике материалов с пьезоэлектрическими свойствами. В середине сентября (1928 года – Н.Н.Б.) он посетил лабораторию П. Ланжевена. Следует запись: «Бикар изучает прохождение звука через пластинку, разным образом наклоненную. Передатчик – пластинка кварца». Опыты Бикара Николай Николаевич имел возможность наблюдать несколько дней подряд и подробно их записывал. Вообще он не пропускает ни малейшей возможности узнать что-либо новое – использует командировку «на все сто процентов» (Глекин, 1980, с.58).

**963. Изобретение электронного микроскопа.** Немецкий физик Эрнст Руска (1906-1988) и его научный руководитель Макс Кнолль (1897-1969) разработали электронный микроскоп

независимо от своего соотечественника, инженера Райнхольда Руденберга (1883-1961), который в 1931 г. подал патентную заявку на свое изобретение.

С.С. Косолобов в статье «Как начиналась ОЭМ (отражательная электронная микроскопия)» (журнал «Наука из первых рук», 2014, № 6 (60)) пишет: «Успехи в развитии методов исследования структуры и морфологии поверхности твердых тел с помощью электронов, ускоренных электрическим полем, несомненно, связаны с именем выдающегося немецкого физика Эрнста Руски. В 1931 г., **почти одновременно** с Р. Руденбергом, подавшим патентную заявку на просвечивающий электронный микроскоп, Э. Руска и его научный руководитель М. Кнолль опубликовали статью, где предложили использовать электронные лучи вместо света для создания электронного микроскопа. А через 55 лет Руска вместе Г. Биннигом и Г. Рорером - изобретателями сканирующего туннельного микроскопа, также чрезвычайно важного для изучения поверхности, получил Нобелевскую премию по физике» (С.С. Косолобов, 2014).

#### **964. Разработка электростатической линзы для электронного микроскопа.**

Электростатическую линзу для электронного микроскопа создали независимо друг от друга американский физик Клинтон Джозеф Дэвиссон (1881-1958) и немецкий физик Эрнст Карл Райнхольд Брюхе (1900-1985), работавший совместно с Г. Иохансоном (Иогансоном). К.Д. Дэвиссон – лауреат Нобелевской премии по физике за 1937 г. (он получил ее за открытие дифракции электронов).

С.Л. Пупко в статье «Электронный микроскоп» (журнал «Успехи физических наук», 1940, том 24, № 4) пишет об Эрнсте Руске и Максе Кнолле: «Они создали образец магнитной электронной линзы, теоретически и экспериментально проверили ее электроно-оптические свойства и показали, что с помощью такой линзы можно получить действительное увеличенное изображение. Возможность осуществления электростатической линзы в качестве самостоятельно фокусирующей системы была показана позже – в 1931-1932 гг., **независимо друг от друга**, Дэвиссоном и Кэлбигом в Америке [3], Брюхе и Иогансоном в Германии [4]. Брюхе и Иогансон в качестве такой линзы использовали аксиально-симметричные электростатические поля, полученные при помощи заряженных плоских бленд с отверстиями, находящимися в непосредственной близости (0,5 мм) от плоской поверхности катода. Две такие линзы, помещенные на некотором расстоянии друг от друга, представляли собой модель электронного микроскопа с двухступенчатым изображением объекта» (Пупко, 1940, с.488).

Об этом же сообщает Г. Буш в статье «Электронная оптика» (журнал «Успехи физических наук», 1937, том 27, № 4): «Основы электронной оптики были разработаны в 1926-1927 гг. применительно к магнитной фокусировке катодных лучей. Возможность осуществления электрической линзы в качестве самостоятельного фокусирующего устройства в то время еще не была раскрыта. Эта возможность была выяснена лишь в 1931-1932 гг., **независимо друг от друга**, Дэвиссоном и Кальбигом, с одной стороны, и Брюхе и Иогансоном – с другой» (Буш, 1937, с.476).

Аналогичная информация содержится в книге В.А. Гурикова «Эрнст Аббе» (1985), где автор констатирует: «К началу 30-х годов XX в. немецкие ученые М. Кнолль и Э. Руска разработали магнитные линзы, а в 1931-1932 гг. при помощи магнитных и электростатических линз Кнолль, Руска и **почти одновременно** с ними Э. Брюхе и Г. Иохансон получают электронно-оптические изображения» (В.А. Гуриков, 1985).

**965. Изобретение электронного телескопа.** Создателями электронного телескопа являются два исследователя, проводивших эксперименты независимо друг от друга, – работавший в США русский изобретатель Владимир Кузьмич Зворыкин (упомянутый выше) и немецкий ученый Манфред фон Арденне (1907-1997).

Ю.И. Рылев в книге «6000 изобретений XX и XXI веков, изменившие мир» (2012) пишет: «Телескоп электронный изобрели **независимо друг от друга** американский

инженер русского происхождения Владимир Кузьмич Зворыкин и немецкий физик Манфред фон Арденне. Вместо электронных световых лучей и оптических хрусталиков использовали электронно-оптический преобразователь изображения» (Ю.И. Рылев, 2012).

**966. Изобретение отражательного клистрона.** Отражательные клистроны предназначены для генерирования СВЧ-колебаний малой мощности. Отражательный клистрон имеет один резонатор, дважды пронизываемый электронным потоком. Возвращение электронов осуществляется с помощью отражателя, находящегося под отрицательным постоянным потенциалом по отношению к катоду. Таким образом, резонатор играет роль «группирователя» при первом прохождении электронов и роль выходного контура при втором прохождении. Отражательный клистрон изобрели независимо друг от друга два советских исследователя – Николай Дмитриевич Девятков (1907-2001) и Вадим Федорович Коваленко (1907-1989).

В книге «Формирование радиоэлектроники» (1988), написанной под редакцией В.М. Родионова, сообщается: «Отражательный клистрон был изобретен в 1940 г. Н.Д. Девятковым, Е.Н. Данильцевым и И.В. Пискуновым [57] и **независимо от них** (в несколько отличавшейся конструкции) – В.Ф. Коваленко [58; 24, с.189, 190]. Н.Д. Девятков отмечает: «Конструктивно первый отражательный клистрон представлял собой резонатор тороидального типа в виде металлической колбы, в которую с одной стороны была введена катодная пушка, а с противоположной стороны – отражатель с выводом для подачи питающего напряжения. Вывод энергии осуществлялся металлической петлей. Клистрон способен был механически перестраивать частоту изменением сосредоточенной емкости контура или деформацией гибких стенок резонатора» [3, с.56]» («Формирование радиоэлектроники», 1988, с.319).

Здесь [3] – Девятков Н.Д., Бродуленко И.И., Алексеенко А.М. Основные направления и история развития генераторных приборов СВЧ малой мощности // Электронная техника. – М.: ЦНИИТЭИН, 1967. – С.52-73.

Об этом же сообщают А.А. Шматько и Е.Н. Одаренко в книге «Электроника сверхвысоких частот. Основы теории и лабораторный практикум» (2003). Авторы говорят о событиях 1924 года: «В этом же году в Харькове А.А. Слуцкиным и Д.С. Штейнбергом под руководством профессора Д.А. Рожанского был открыт магнетронный способ генерации колебаний на разрезной конструкции многосегментного цилиндрического диода. Братья Вариан (1937 г.) открыли клистронный способ генерации электромагнитных колебаний (пролетный клистрон). В 1939-40 гг. В.Ф. Коваленко и **независимо** Н.Д. Девятков с сотрудниками разработали отражательный клистрон. Все приборы, названные выше, фактически содержали резонаторную колебательную систему» (Шматько, Одаренко, 2003, с.12).

Сам изобретатель отражательного клистрона Н.Д. Девятков в статье «Пути развития электроники сверхвысоких частот в Советском Союзе» (журнал «Известия вузов. Радиофизика», 1958, том 1, № 3) говорит о своем экспериментальном успехе: «Впервые отражательный клистрон был предложен автором настоящего доклада совместно с Е.Н. Данильцевым и И.В. Пискуновым в 1940 году [11]. Он представлял собой металлическую колбу в виде тороидального резонатора, в которую с одной стороны была введена катодная ножка, а с противоположной стороны – вывод отражателя. Резонатор имел гибкие стенки. <...> Вывод энергии был выполнен в виде индуктивно связанной с контуром металлической петли, переходящей в коаксиальную линию. Несколько позже, **независимо от предыдущих авторов**, В.Ф. Коваленко была предложена немного видоизмененная конструкция отражательного клистрона, который также настраивался механическим способом за счет деформации крышки металлического контура [12]» (Девятков, 1958, с.8).

Дополнительная литература по теме:

- Щука А.А. Электроника. - СПб.: изд-во «БХВ-Петербург», 2008. – 752 с.

- Шматько А.А. Электронные приборы сверхвысоких частот. – Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2006. – 328 с.

**967. Разработка концепции фильтров для детектирования сигнала в присутствии белого шума.** Л.И. Шарыгина в книге «События и даты в истории радиоэлектроники» (2011) пишет о событиях 1943 года: «Д.О. Норт (США) предложил концепцию согласованных фильтров (термин предложен позже) для оптимального детектирования известного сигнала в присутствии аддитивного белого шума. В 1946 году аналогичные результаты **независимо** были получены Дж. Блейком и Д. Мидлтоном [60, 68, 76]» (Шарыгина, 2011, с.191).

**968. Изобретение лавинно-пролетного диода с отрицательным динамическим сопротивлением.** Как известно, лавинно-пролетный диод – это диод, основанный на лавинном умножении носителей заряда. Лавинно-пролетные диоды (ЛПД) применяются в основном для генерации колебаний в диапазоне СВЧ. Рабочей областью для лавинно-пролетного диода является область лавинного пробоя. Идею, лежащую в основе работы ЛПД, сформулировал в 1958 г. Вильям Торнтон Рид (William Thornton Read). В 1959 г. независимо от него советский ученый Александр Семенович Тагер (1926-1996) с коллегами обнаружил эффект генерации колебаний при лавинном пробое.

А.В. Якимов в книге «Физика шумов и флуктуаций параметров» (2013) пишет: «Процессы лавинного размножения и дрейфа носителей имеют инерционный характер. Вследствие этого на достаточно высоких частотах ЛПД имеет отрицательное динамическое сопротивление. Это явление используется для создания усилителей и генераторов сигналов СВЧ. Возможность создания диода с отрицательным динамическим сопротивлением теоретически показана в 1958 г. Ридом [8]. Была предложена специальная структура, названная диодом Рида. Экспериментально, практически **одновременно и независимо от Рида**, ЛПД был реализован Александром Семеновичем Тагером с соавторами [9]» (Якимов, 2013, с.36).

Об этом же сообщается в книге А.В. Якимова «Введение в физику шумов» (2017): «Экспериментально, практически **одновременно и независимо от Рида**, ЛПД был реализован Александром Семеновичем Тагером с соавторами [11]» (Якимов, 2016, с.52).

**969. Формулировка идеи об использовании волоконных световодов для передачи информации.** К идее о применении волоконных световодов для передачи информации пришли независимо друг от друга британский инженер Джордж Альфред Хоккем (1938-2013) и немецкий ученый М. Борнер (M. Borner). Аналогичную идею сформулировал Чарльз Као (1933-2018) – китайский физик, получивший в 2009 г. Нобелевскую премию по физике за разработку оптоволоконной технологии передачи данных.

Л.И. Шарыгина в книге «События и даты в истории радиоэлектроники» (2011) пишет о событиях 1966 года: «Английские ученые Ч.К. Као, Дж. Хоккем и **независимо** М. Борнер (ФРГ) предложили использовать волоконные световоды с уменьшенным коэффициентом затухания для передачи информации. Предполагалось передавать по ним световой луч, источником которого мог быть лазер или светоизлучающий диод [1, 20, 45, 46, 68, 76]» (Шарыгина, 2011, с.234).

Об этом же сообщает Ю.И. Рылев в книге «6000 изобретений XX и XXI веков, изменившие мир» (2012): «Световод стекловолоконный в качестве линий телефонной связи предложили специалисты английской компании «Стандарт телекоммуникаейшн лэбораториз» (Standart Telecommunications Laboratories), инженеры Чарльз Као и Джордж Хоккем и, **независимо**, западногерманский инженер М. Борнер. Это была идея использовать для связи применявшиеся в медицине и голографии стеклянные нити, по которым распространялся бы луч света, неся информационные сигналы. Однако стеклам



недоставало прозрачности для того, чтобы передавать по ним световые сигналы связи. Их коэффициент затухания составлял 1000 дБ/км» (Ю.И. Рылев, 2012).

**970. Изобретение электронно-лучевой сварки.** Электронно-лучевую сварку изобрели независимо друг от друга немецкий физик Карл-Хейнц Штейгервальд (1920-2001) и французский исследователь Ж.А. Стор.

А.В. Щербаков, Р.В. Родякина, В.В. Новокрещенов и В.Н. Ластовирия в книге «Технология обработки материалов. Оборудование электронно-лучевых комплексов» (2018) повествуют: «В начале 50-х годов **независимо друг от друга** К.Х. Штейгервальд (ФРГ) и Ж.А. Стор (Франция) впервые в мире провели процессы электронно-лучевой сварки. Позднее К.Х. Штейгервальдом, Ж.А. Стором и А. Лоренцом (ФРГ) были созданы первые образцы сварочных электронно-лучевых установок; кроме того, ими был опубликован ряд научных работ по данной тематике. Созданные установки отличались невысокой мощностью электронного пучка (менее 3 кВт), на них проводили сварку деталей толщиной до 5 мм. В Советском Союзе в 1957-1958 гг. под руководством Н.А. Ольшанского (МЭИ) и Б.А. Мовчана (Институт электросварки им. Е.О. Патона) **независимо от работ** иностранных ученых были проведены исследования по применению электронно-лучевой сварки. В эти же годы был открыт эффект глубокого «кинжального» проплавления. Это открытие и определило направление развития технологии на последующие десятилетия» (Щербаков и др., 2018, с.7).

**971. Изобретение атомных (цезиевых) часов.** Создание атомных (цезиевых) часов – заслуга британского физика Льюиса Эссена (1908-1997) и американского ученого Нормана Фостера Рамзея (1915-2011). Эти исследователи работали независимо друг от друга. Отметим, что в 1959 г. Академия наук СССР наградила Льюиса Эссена золотой медалью имени А.С. Попова за работы по созданию и применению атомного стандарта частоты (времени) на пучке атомов цезия. Что касается Нормана Рамзея, то в 1989 г. он получил Нобелевскую премию по физике за изобретение метода разнесенных осциллирующих полей и его использование в атомных часах.

Ю.И. Рылев в книге «6000 изобретений XX и XXI веков, изменившие мир» (2012) сообщает: «Часы атомные цезиевые создали **независимо друг от друга** английский физик Луис Эссен и американский физик Норман Рамзей (в 1960 г.). Часы основаны на исключительно быстрой вибрации атомов цезия, и убегут или отстанут не более чем на 1 с в 300 лет» (Ю.И. Рылев, 2012).

**972. Открытие новой формы углерода – «углеродных нанотрубок».** По свидетельству специалистов, углеродные нанотрубки экспериментально обнаружил японский физик Сумио Иидзима (род. 1939 г.) и независимо от него научная группа российских исследователей под руководством академика Юрия Васильевича Гуляева (род. 1935 г.). Мы уже отмечали тот факт, что Ю.В. Гуляев независимо от американского физика Джеффри Блюстейна предсказал поверхностные акустические волны (волны Блюстейна - Гуляева).

А.А. Щука в учебном пособии «Электроника» (2008) пишет: «Особый интерес в последние годы вызвало использование в приборах вакуумной электроники углеродных наноструктур в качестве автоэммиттеров. В начале 90-х годов прошлого века **практически одновременно** С. Ииджима (S. Iijima) в Японии и группа академика Юрия Васильевича Гуляева (ИРЭ РАН) в России обнаружили новую форму углерода. Это продолговатые трубчатые образования, названные углеродными нанотрубками (УНТ). Нанотрубки оказались эффективными автоэммиттерами. Достигнутые результаты по автоэлектронной эмиссии нанотрубок и нанокластеров позволяют начать промышленный выпуск нового поколения дисплеев, источников света, приборов СВЧ-электроники» (Щука, 2008, с.14).

**973. Формулировка способов освоения космического пространства.** Теорию освоения космического пространства с помощью ракет – аппаратов, движущихся в пустом пространстве за счет отброса части собственной массы (рабочего тела), разработали независимо друг от друга советский ученый Константин Эдуардович Циолковский (1857-1935) и немецкий инженер Герман Оберт (1894-1989).

Б.И. Рабинович и А.Д. Брусиловский в книге «От баллистической ракеты Р-1 до космического комплекса Энергия-Буран» (2009) пишут: «Вообще с приоритетом Циолковского связано много парадоксальных историй. Через десять лет после того, как Циолковский опубликовал свои основополагающие результаты, появилась книга Германа Оберта с тем же названием, что и у Циолковского. <...> Герман Оберт ничего не знал о работе Циолковского и получил эти **результаты независимо**. Познакомившись позже с опубликованными работами Циолковского, он написал ему письмо, в котором признал абсолютный приоритет последнего. Тем не менее, в зарубежной литературе неоднократно предпринимались попытки отдать лавры первооткрывателя Оберту. К сожалению, ошибки такого рода встречаются не только у иностранных авторов. Не могу не упомянуть в связи с этим о совершенно анекдотическом факте. Профиль крыла с острой передней кромкой, предложенный Циолковским, называется в некоторых отечественных квазинаучных трудах «профилем Зенгера», тогда как сам Зенгер называл его «профилем Циолковского» (Рабинович, Брусиловский, 2009, с.385).

**974. Получение основного уравнения движения ракеты.** Основное уравнение движения ракеты получили независимо друг от друга Константин Эдуардович Циолковский (упомянутый выше) и его соотечественник, один из основоположников космонавтики, Юрий Васильевич Кондратюк (1897-1942).

В статье «Юрий Кондратюк» (портал «Научная Россия», 05.07.2017 г.) сообщается: «В работе под длинным и непритязательным названием «Тем, кто будет читать, чтобы строить», помеченной 1919 годом, Юрий Кондратюк **независимо от Циолковского** вывел основное уравнение движения ракеты, описал четырехступенчатую ракету на кислородно-водородном двигателе и разработал ту самую схему полета, которую победоносно использовало американское агентство НАСА в лунной программе» («Научная Россия», 2017).

Об этом же пишет Александр Железняков в книге «Поехали!» Мы – первые в космосе» (2014): «В своей книге Кондратюк, **независимо от Циолковского**, оригинальным методом вывел основное уравнение движения ракеты, привел схемы и описания четырехступенчатой ракеты на кислородно-водородном топливе, камеры сгорания двигателя с шахматным и другим расположением форсунок окислителя и горючего, параболаидального сопла и много другого» (А. Железняков, 2014).

Этот же вопрос обсуждает Сергей Козлов в статье «От Оби до Оки» (сборник «Тайны гения в обмотках». Юрий Кондратюк», 2020): «В своей работе Ю.В. Кондратюк, **независимо от К.Э. Циолковского**, оригинальным методом вывел основные уравнения движения ракеты, дал схему и техническое описание четырехступенчатой ракеты на кислородно-водородном топливе, камеры сгорания двигателя и системы управления ракетой от гироскопов. Он также предложил использовать сопротивление атмосферы для торможения ракеты при спуске на Землю с целью экономии топлива» (Козлов, 2020, с.96). Автор продолжает: «Кондратюк также предложил использовать гравитационные поля встречных небесных тел для доразгона или торможения космических аппаратов при полетах в Солнечной системе» (там же, с.96).

Аналогичная информация представлена в книге Ярослава Голованова «Дорога на космодром» (1982), где автор пишет о Ю.В. Кондратюке: «Рассказывая о себе, он писал в письме к профессору Н.А. Рынину, что, достигнув в 1917 году в своей работе над проблемой межпланетных сообщений первых положительных результатов, **он и не подозревал**, что «не является первым и единственным исследователем в этой области». Через год в старом

номере журнала «Нива» он наткнулся на заметку по поводу работы Циолковского, опубликованной в журнале «Вестник воздухоплавания» в 1911 году. Он долго искал этот журнал, но нашел – и то только один номер – только в 1925 году» (Я. Голованов, 1982).

Дополнительная литература по теме:

- Буткевич А., Шаевич Я. Звездный мечтатель // Авиация и космонавтика. – 1962. - № 8. - С.30-31.

**975. Открытие основного уравнения движения ракеты в трудах Р. Эсно-Пельтри.** Французский инженер и авиатор Роберт Эсно-Пельтри (1881-1957) – еще один ученый, независимо получивший основное уравнение движения ракеты.

Г.С. Ветров в книге «Роберт Эсно-Пельтри» (1982) пишет: «Сделав допущение, что ракета целиком состоит из топлива, и пренебрегая сопротивлением атмосферы, Эсно-Пельтри, используя закон [сохранения] количества движения, получает формулу для определения скорости ракеты при заданном секундном расходе и стартовой массе ракеты. Заметим, кстати, что А.П. Мандрыка, известный специалист в области ракетодинамики, провел сравнения результатов Эсно-Пельтри и Циолковского и пришел к такому заключению: «Эсно-Пельтри допускал, что масса ракеты изменяется по линейному закону. В результате он пришел к **той же формуле скорости**, что и Циолковский, но в функции от времени» [95, с.88]» (Ветров, 1982, с.97).

Здесь [95] – Мандрыка А.П. Генезис современной ракетодинамики. – Ленинград: «Наука», 1971. – 214 с.

**976. Открытие основного уравнения движения ракеты в трудах Г. Оберта и У. Мура.** Среди исследователей, самостоятельно открывших уравнение движения ракеты, мы находим также Германа Оберта (упомянутого выше) и британского математика Уильяма Мура (умер в 1823 г.).

А.Е. Тарас в книге «Путь к «большой ракете» (2022) повествует о Германе Оберте: «Разрабатывая свой первый проект, Герман использовал формулы, с которыми познакомился на уроках физики и математики или узнал из книг по этим предметам. Среди них было и то соотношение, которое в СССР стали называть «формулой Циолковского». Но еще в 1813 г. – на 90 лет раньше Циолковского – британский математик Уильям Мур (William Moore) в своем «Трактате о движении ракет» (!) изложил принципы ракетной механики, основанные на 3-м законе движения Ньютона. В частности, он привел ряд уравнений, описывающих движение ракет по разным траекториям с учетом того, что их масса изменяется в результате выгорания топлива! Кроме того, эту же формулу (на примере паровоза, двигающегося с определенной скоростью и непрерывно расходующего уголь) с 1856 по 1900 гг. содержал учебник физики, регулярно переиздаваемый в Кембриджском университете. Гимназист Оберт знал ее, так как много занимался самообразованием, в том числе изучал дифференциальные уравнения» (Тарас, 2022, с.11).

**977. Формулировка идеи об использовании жидкого топлива (жидкого водорода и кислорода) в качестве рабочего тела ракеты.** К идее о целесообразности использования жидкого водорода и кислорода в качестве топлива для ракеты пришли независимо друг от друга Константин Циолковский, Герман Оберт, Юрий Кондратюк, а также американский ученый Роберт Годдард (1882-1945) и советский изобретатель в области ракетной техники Фридрих Артурович Цандер (1887-1933).

Перед нами сборник «Исследования по истории и теории развития авиационной и ракетно-космической науки и техники» (1983). В данном сборнике представлена статья В.Н. Сокольского «Основные направления развития ракетно-космической науки и техники (до середины 40-х годов XX в.)». Автор статьи приводит таблицу, отражающую независимые исследования пионеров ракетной техники, которые самостоятельно пришли к выводу о необходимости использования жидкого водорода и кислорода в качестве

источника энергии для достижения космических скоростей. Из таблицы становится ясно, что Циолковский пришел к этому выводу в 1903 году, Годдард – в 1907-1909 гг., Оберт – в 1912 г., Кондратюк – 1917-1919 гг., Цандер – 1923 г.

**978. Теоретическое описание спуска межпланетного корабля без расходования энергии за счет торможения об атмосферу.** О возможности использования земной атмосферы для торможения космического корабля во время спуска догадался Константин Циолковский и независимо от него - Юрий Кондратюк и немецкий инженер Вальтер Гоман (1880-1945).

Ярослав Голованов в книге «Дорога на космодром» (1982) пишет о Вальтере Гомане, которого он называет «архитектором из Эссена»: «Не знал эссенский архитектор, что калужский учитель Циолковский до него придумал способ спуска межпланетного корабля без расходования энергии за счет торможения об атмосферу. В редакции журнала «Техника и жизнь» в 1924 году уже лежала рукопись Циолковского «Космическая ракета», где одна глава так и называлась «Спуск на Землю без затраты вещества и энергии». Умалает ли это заслуги Гомана? Мне кажется, нет, не умалает. Приоритетных несправедливостей, таких, как «эллипсы Гомана» (оптимальные траектории межпланетных перелетов – Н.Н.Б.), в истории полно. Представляете, каково было бы Колумбу узнать, что открытый им материк назвали именем Америго Веспуччи, который ничего не открыл? Гоман не плагиатор, и сколь ни приближенны, сколь ни абстрактны его построения, до них он додумался сам...» (Я. Голованов, 1982).

Что касается Юрия Кондратюка, то идея спуска ракеты за счет торможения о слой атмосферы содержится в его книге «Тем, кто будет читать, чтобы строить» (1919). В.П. Глушко в очерке «Работы Ю.В. Кондратюка в области ракетно-космической науки и техники» («Избранные работы академика В.П. Глушко», 2008) обсуждает упомянутую книгу Кондратюка: «В этом же труде Кондратюк предложил использовать сопротивление атмосферы для торможения ракеты при спуске на небесные тела с целью экономии топлива. Для экономии энергии при полетах к небесным телам он предложил выводить космический корабль на орбиты искусственных спутников с последующим отделением от этого корабля посадочно-взлетного аппарата, собственно, и осуществляющего эту посадку и связь с небесным телом, что естественно приводит к большой экономии энергии. Мы знаем, что американцы отмечали в своей печати, что «Аполлон» как раз выполнен по схеме, предложенной Кондратюком» (В.П. Глушко, 2008).

**979. Описание проекта поворотной выходной части сопла для космической ракеты.** К проекту поворотной выходной части сопла для космической ракеты пришли независимо друг от друга Константин Циолковский и Юрий Кондратюк.

В.П. Глушко в очерке «Работы Ю.В. Кондратюка в области ракетно-космической науки и техники» («Избранные работы академика В.П. Глушко», 2008) сообщает: «Я уже говорил, что Кондратюк вывел основное уравнение движения ракеты методом оригинальным, отличавшимся от тех методов, которыми пользовались остальные авторы, начиная с Циолковского, которые в разное время их вводили. Именно пользуясь не режимом для работы, а для скоростей и ускорений, Кондратюк вывел те же самые основные формулы движения ракеты, что и Циолковский. В этой работе он дал принципиальную схему и описание четырехступенчатой ракеты на кислороде и водороде. Там же он приводит описание камеры сгорания, схемы устройства ее головок, с шахматным и иным расположением форсунок, предвосхищая как раз ту структуру схемы головок, которые типичны для нашего времени и используются и по настоящее время. Он описывает в этой работе параболоидальное сопло, как имеющее наименьшие потери, далее он уделяет внимание турбонасосному агрегату как средству подачи топлива в двигатель, описывает регуляторы этого ЖРД. По системе управления он дает краткое схематичное описание системы, использующей гироскопы с приводом на поворотную выходную часть сопла.

Вспомним, что поворотную выходную часть сопла **предлагал еще Циолковский** в своих ранних работах, но я уже говорил, что Кондратюк ознакомился много позже и то, только с частью работы Циолковского, поэтому **он доходил сам** до всех этих деталей и, что также весьма любопытно, в этой работе Кондратюк предложил использовать плавающие гироскопы систем управления, это та система подвески гироскопа, которая считается сейчас самой модной, самой перспективной и находится в числе тех систем, которые используются в настоящее время в системах управления ракетами» (В.П. Глушко, 2008).

**980. Описание проекта регенеративной схемы охлаждения жидкостного ракетного двигателя (ЖРД).** Мысль о создании регенеративной схемы охлаждения жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) сформулировали независимо друг от друга Константин Циолковский, Герман Оберт и Роберт Годдард (американский ученый, упомянутый выше).

М.Н. Охочинский в книге «Введение в ракетно-космическую технику» (2006) пишет: «В 1923 г. Г. Оберт опубликовал текст своей диссертации в виде книги «Ракета в межпланетное пространство», предназначенной для широкой публики. По мнению некоторых немецких исследователей (Г. Мильке, 1957), после публикации этой книги «история ракетной техники может быть поделена на два периода – до Оберта и после него». Возможно, сказано слишком сильно, но заслуги Оберта в ракетной технике действительно весьма существенны. В своей книге ученый рассмотрел важнейшие вопросы теории ракетного полета:

- уравнения движения ракеты (которые Оберт вывел **самостоятельно, независимо** от К.Э. Циолковского);
- разнообразные условия функционирования ракет;
- предложены и подробно разработаны структура и конструктивные особенности составных ракет;
- проанализированы возможные компоненты жидкого ракетного топлива и способы его подачи в камеру сгорания;
- предложена регенеративная схема охлаждения ЖРД (**независимо** от К.Э. Циолковского и Р. Годдарда, также открывших эту возможность)» (Охочинский, 2006, с.44).

**981. Описание проекта управления рулями хвостовой части ракеты посредством электрических сигналов, снимаемых с гироскопа.** Как управлять рулями хвостовой части ракеты? Независимо друг от друга Герман Оберт и Роберт Годдард пришли к выводу, что это можно делать, используя электрические сигналы, снимаемые с гироскопа.

А.Е. Тарас в книге «Путь к «большой ракете» (2022) пишет: «...Для управления ракетой надо не только соблюдать заданный угол подъема, но и знать в каждый момент времени свое положение на траектории и скорость полета. Поэтому в блок управления вошел измеритель ускорения. Его показания дважды интегрировали электромеханические устройства, позволявшие определять скорость и пройденный путь. Надо отметить, что управление современными ракетами основано именно на такой схеме, т.е. исходную информацию дают гироскопические устройства и датчики ускорения. Для управления угловым положением ракеты электрические сигналы, снимавшиеся с гироскопа, преобразовываются в команды сервомоторам, поворачивающим рули, установленные в хвостовой части ракеты. Оберт спроектировал такое управление на 14 лет раньше Р. Годдарда, хотя и не был, в отличие от американского изобретателя, профессиональным физиком или механиком» (Тарас, 2022, с.14).

**982. Формулировка идеи об использовании давления света в качестве движущей силы ракеты.** К идее о возможности использовать давление света в качестве движущей силы ракеты пришли независимо друг от друга Константин Циолковский и Фридрих Цандер.

Борис Булюбаш в статье «Антиветер в нанопарусах» (сайт журнала «Вокруг света», 23.06.2021 г.) пишет: «Весьма соблазнительна идея использовать для передвижения в космосе парус, улавливающий фотоны от Солнца. Идея эта не нова: еще в 1924 году Константин Циолковский (1857-1935) и **независимо от него** Фридрих Цандер (1887-1933) предложили использовать большое зеркало с тем, чтобы отражающийся от него солнечный свет сообщал движение кораблю. При этом масса корабля, с неизбежностью теряющаяся при любом реактивном движении, может оставаться постоянной. Ускорение космического корабля, движимого подобным парусом, будет небольшим, однако практически неизменным во времени» (Б. Булюбаш, 2021).

Об этом же сообщает Ю.В. Колесников в книге «Вам строить звездолеты» (1990): «Почти сразу после того, как русский физик П. Лебедев в начале XX века экспериментально доказал наличие светового давления на твердые тела, возникла мысль об использовании солнечных лучей для осуществления межпланетных путешествий. Но автор идеи, известный советский писатель-популяризатор Я. Перельман, тогда же отказался от нее – слишком ничтожными казались ему силы давления света. Иначе отнесся к этому К. Циолковский. «Давление солнечного света, электромагнитных волн и т.д. может быть и сейчас применяется в эфире к снарядам, успевшим уже победить тяготение Земли и нуждающимся только в дальнейшем космическом перемещении», - писал он в 1924 году. Разделял эту точку зрения и другой выдающийся советский ученый, Ф. Цандер: «Ракету с ее громадным расходом горючего и большой толкающей силой следовало бы применять только для вылета из земной атмосферы и ускорения до 8 км/с... А дальше в межпланетном пространстве при его огромных расстояниях и полной возможности применения малых толкающих сил гораздо лучше воспользоваться даровым световым давлением или передачей световой энергии на расстоянии с помощью тончайших зеркал...». Цандер производит инженерный анализ космического полета с солнечным парусом» (Колесников, 1990, с.183).

Заслуги Фридриха Цандера как автора проекта солнечного парусника рассматриваются в книге Е.Н. Поляховой «Космический полет с солнечным парусом» (2011): «Приоритет в области разработки проекта межпланетного перелета при помощи солнечного паруса-зеркала принадлежит замечательному советскому ученому, одному из выдающихся основоположников теоретической и практической космонавтики – Фридриху Артуровичу Цандеру... Свой проект Ф.А. Цандер разработал еще в 20-е годы. С тех пор идея передвижения в космическом пространстве с помощью давления солнечного света, сформулированная и обоснованная в работах Ф.А. Цандера, неизменно привлекает ученых сравнительной простотой ее реализации и ее перспективностью для обеспечения маневренных возможностей космического аппарата без существенных энергетических затрат» (Поляхова, 2011, с.3).

Примечательно, что Роберт Эсно-Пельтри критиковал мысль Циолковского об использовании давления света в качестве движущей силы космического аппарата, то есть не смог оценить эту и некоторые другие идеи, содержащиеся в работе Циолковского «Ракета в космическое пространство» (1926). Г.С. Ветров в книге «Роберт Эсно-Пельтри» (1982) пишет: «Из всего обилия фактических данных о космических путешествиях, содержащихся в книге Циолковского, Эсно-Пельтри останавливает внимание читателя на сведениях, наименее разработанных и относящихся к отдаленному будущему и поэтому наиболее спорных, а для неискушенного читателя (в конце 20-х годов иных читателей практически не было) просто фантастических. Речь идет о предложении Циолковского использовать **давление света** для передвижения в космическом пространстве и организации замкнутого цикла для обеспечения жизнедеятельности в космосе (проблеме, о которой, кстати говоря, сейчас думают на практическом уровне)» (Ветров, 1982, с.154).

**983. Описание проекта создания электроракетных двигателей.** О том, что электрические двигатели могут быть полезными для ракеты, вышедшей в космическое

пространство, догадались независимо друг от друга Константин Циолковский и Роберт Годдард.

В.Н. Сокольский в статье «Основные направления развития ракетно-космической науки и техники» (сборник «Исследования по истории и теории развития авиационной и ракетно-космической науки и техники», 1983) указывает: «...Перспективным видом энергии для космического полета является электроэнергия, при помощи которой рабочее тело в ракетном двигателе разгоняется до весьма высоких скоростей истечения. Уже в первом десятилетии нашего века Циолковский [1] и Годдард [2] **независимо друг от друга** пришли к идее создания электроракетных двигателей. В печати эта идея была впервые опубликована Циолковским в журнале «Вестник воздухоплавания» (1912) [3]. В 1916-1917 гг. под руководством Годдарда проводились эксперименты, направленные на создание ионного ракетного двигателя [4]. В 1920 г. Годдард получил патент на «Способ и средства получения электризованной реактивной струи газа» [5]. В том же году Ф. Улинский (Австрия) изложил идею создания своего электронного космического корабля [6], к которой он, как утверждают некоторые авторы [7], пришел еще в 1915-1916 гг. В дальнейшем проблемами использования при космических полетах электроракетных двигателей занимались Р. Годдард (1915-1929 гг.), Ю.В. Кондратюк (1917-1919 гг.), К.Э. Циолковский (1921-1925 гг.), Ф.А. Цандер (1920 г.), Ф. Улинский (1927 г.), В.П. Глушко (1928-1929 гг.), Г. Оберт (1929 г.). Однако в первой трети нашего столетия предложения об использовании указанных видов энергии для решения проблемы космического полета могли рассматриваться лишь в качестве перспективных разработок, так как уровень развития техники не позволял еще осуществить на практике предложенные двигатели, пригодные для использования их на летательных аппаратах. Кроме того, упомянутые двигатели малой тяги могли найти практическое применение лишь после преодоления земного притяжения и выхода летательного аппарата на космическую орбиту» (В.Н. Сокольский, 1983).

Здесь [3] – Циолковский К.Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами // Вестник воздухоплавания. – 1912. - № 9. – С.8.

[4] – Цандер Ф.А. Космические (эфирные) корабли, которые смогут обеспечить сообщение между звездами // сборник «Из истории авиации и космонавтики». – М.: 1971. – Вып.13. – С.31-32.

**984. Описание проекта создания многоступенчатой ракеты.** Идея многоступенчатой ракеты – продукт творческого мышления разных ученых, проводивших свои исследования независимо друг от друга. К этой идее вполне самостоятельно пришли Роберт Годдард, Герман Оберт и Константин Циолковский. Первый сформулировал ее в 1909 г., второй – в 1923, третий – в 1926.

В.Н. Сокольский в статье «Основные направления развития ракетно-космической науки и техники» (сборник «Исследования по истории и теории развития авиационной и ракетно-космической науки и техники», 1983) повествует: «Анализ основного уравнения ракетодинамики однозначно приводил к выводу, что для увеличения скорости полета ракеты необходимо по мере выгорания топлива как можно скорее освободиться от ставших ненужными элементов конструкции, сохраняя лишь те части, которые необходимы для дальнейшего нормального функционирования ракеты. Исходя из этого, Годдард еще в 1909 г. пришел к мысли о применении многоступенчатых ракет [1]. В 1911 г. А. Бинг получил патент [2] на «аппарат для исследования верхних слоев атмосферы, включая самые разреженные», в котором также содержится эта идея [3]. <...> Конструктивно наиболее законченно идея многоступенчатых ракет была высказана в 1914 г. Годдардом, который получил в том же году в США патент на двухступенчатую ракету. В 1919 г. Годдард высказал мысль об использовании двухступенчатой ракеты для посылки снаряда на Луну. В дальнейшем идея об использовании для космических полетов многоступенчатых ракет была развита Обертом, который в своей работе 1923 г. подробно рассмотрел возможность

создания двухступенчатого космического корабля, и Циолковский, который в 1926-1935 гг. разработал основы математической теории многоступенчатых ракет» (В.Н. Сокольский, 1983).

**985. Формулировка идеи о возможности использовать поле тяготения небесных тел для маневров ракеты.** По свидетельству специалистов, Юрий Кондратюк и Фридрих Цандер независимо друг от друга склонились к заключению о возможности использовать гравитационное поле небесных тел для маневров космической ракеты.

Ярослав Голованов в книге «Дорога на космодром» (1982) пишет о работе Юрия Кондратюка «Завоевание межпланетных пространств»: «В этой тоненькой книжке – целая россыпь оригинальных решений многих специальных проблем в области космической баллистики, теории многоступенчатых ракет, методов расчета режимов посадки с использованием атмосферы. Как и Фридрих Цандер (об этих работах рассказ впереди), Кондратюк предлагает использовать поля тяготения небесных тел для маневров в космическом пространстве, что позволит космонавтам экономить горючее. Вторая параллель с Цандером – внимание к металлическим горючим и сжигание конструкций в ходе космического полета» (Я. Голованов, 1982).

Об этом же сообщает Вячеслав Рыбников в статье «Мое место на небе!» (сборник «Тайны «гения в обмотках», 2020): «Академик Б.В. Раушенбах в своей статье «Развитие советскими учеными основ теории космических полетов» только по вопросам конструкции ракет и кораблей выделяет 7 новых идей Кондратюка по сравнению с Циолковским и Цандером, воплощенных с наступлением эры космоса. А были открытия и в других разделах теории космических полетов. В частности, пертурбационный маневр – изменение траектории полета космического аппарата без затрат топлива за счет гравитационных полей Луны, планет при близком полете около них. Этот эффект может применяться не только для торможения, но и для разгона, и его действие использовали впоследствии как наши «Веги», так и американские «Вояджеры» и «Кассини» (Рыбников, 2020, с.14-16).

**986. Описание проекта использования элементов металлических конструкций ракеты в качестве топлива.** Еще одна идея, к которой Юрий Кондратюк и Фридрих Цандер пришли независимо друг от друга, - идея использования элементов металлических конструкций ракеты в качестве топлива.

В.П. Глушко в очерке «Работы Ю.В. Кондратюка в области ракетно-космической науки и техники» («Избранные работы академика В.П. Глушко», 2008) приводит фрагмент предисловия Владимира Петровича Ветчинкина к книге Кондратюка «Завоевание межпланетных пространств» (1929). Ветчинкин, перечисляя важные идеи, представленные в книге, пишет: «К числу последних относятся - вот я прочту некоторые из них - предложение пользоваться твердым горючим, литий, бор, алюминий, магний, силиций в дополнение к газообразным, как для повышения теплоты сгорания, так и для применения сжигаемых баков, которые после опорожнения от жидкого горючего сами обрабатываются и отправляются в печь, **такое же предложение** было высказано инженером Фридрихом Артуровичем Цандером на докладе в теоретической секции Московского общества любителей астрономии в декабре 1923 г. Но в рукописях Юрия Васильевича Кондратюка это предложение фигурировало раньше, чем в докладах Цандера» (В.П. Глушко, 2008).

Об этом же сообщает В.Н. Сокольский в статье «Основные направления развития ракетно-космической науки и техники» (сборник «Исследования по истории и теории развития авиационной и ракетно-космической науки и техники», 1983): «Ставшие ненужными части ракеты просто отбрасывались, не принося, однако, никакой пользы. Поэтому исследователями был поставлен вопрос о возможности использования этих частей для увеличения активной массы ракеты (т.е. массы топлива). Первоначально Цандер (1909 г.) [5], а несколько позднее и Кондратюк (1920 г.) [6] дали положительный ответ на этот вопрос, предложив использовать конструктивные части ракеты в качестве дополнительного



горючего [7]. В печати это предложение было опубликовано впервые лишь в 20-е годы [8]. Предложение об использовании элементов конструкции в качестве топлива до сих пор не получило практической реализации, и в настоящее время ученые и инженеры не могут дать однозначного ответа на вопрос о вероятности его претворения в будущем» (В.Н. Сокольский, 1983).

Здесь [5] – Цандер Ф.А. Космические (эфирные) корабли, которые смогут обеспечить сообщение между звездами // сборник «Из истории авиации и космонавтики». – М.: 1971. – Вып.13. – С.31-32.

[8] – Цандер Ф.А. Полеты на другие планеты // Техника и жизнь. – 1924. - № 13. – С.10-15.

**987. Формулировка идеи о целесообразности осуществлять запуск ракет со стартовой базы, расположенной на большой высоте.** Почему бы не осуществлять запуск ракет со стартовой базы, расположенной на большой высоте? Ведь такой запуск избавляет от необходимости преодолевать сопротивление плотных слоев атмосферы. Прежде всего, такой «высокий старт» дает возможность сэкономить большое количество топлива. Это поняли и описали независимо друг от друга Роберт Годдард, Константин Циолковский, Герман Оберт, а также немецкий изобретатель Герман Гансвиндт (1856-1934) и австрийский инженер и химик Франц фон Гефт (1882-1954).

В.Н. Сокольский в статье «Основные направления развития ракетно-космической науки и техники» (сборник «Исследования по истории и теории развития авиационной и ракетно-космической науки и техники», 1983) пишет: «Третий способ решения задачи достижения космических скоростей полета, привлекавший большое внимание исследователей, особенно на начальном этапе работы по созданию основ теории космического полета, заключался в запуске ракеты не непосредственно с Земли, а с расположенной на большой высоте стартовой базы, в качестве которой, по мнению изобретателей, работавших над этой проблемой, могли служить либо высокие горы, либо летательные аппараты, которые предварительно поднимали бы ракету на значительную высоту. Впервые такое предложение было выдвинуто еще в начале XX в. Г. Гансвиндтом, который предложил предварительно поднимать при помощи вертолетов спроектированный им космический корабль на возможно большую высоту, и лишь после этого включать ракетный двигатель. **Аналогичное предложение** (только с использованием воздушных кораблей - аэростатов) было выдвинуто в первой четверти XX в. Годдардом (1907 г.) [2], Циолковским (1911 г.) [3], Обертом (1923 г.) [4] и фон Гефтом (1928 г.) [5]. Предложение это привлекало внимание изобретателей, так как его осуществление позволило бы избежать необходимости преодоления сопротивления нижних, наиболее плотных слоев атмосферы и дало бы, таким образом, несомненную экономию потребного количества энергии» (В.Н. Сокольский, 1983).

Здесь [3] – Циолковский К.Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами // Вестник воздухоплавания. – 1911. - № 21-22. – С.34.

**988. Формулировка идеи об использовании ядерной энергии для обеспечения высокой скорости движения ракеты.** Рождение теории космического полета совпало с рождением ядерной физики. Анри Беккерель открыл явление радиоактивности, супруги Мария и Пьер Кюри доказали, что радиоактивность – результат распада атомов, при котором высвобождается огромная энергия. Теоретики космонавтики быстро обратили внимание на эти научные открытия, высказав смелую гипотезу о том, что ядерную энергию можно использовать для космических полетов. Это сделали независимо друг от друга Константин Циолковский, Юрий Кондратюк, Роберт Эсно-Пельтри, в том числе австрийский ракетчик Эйген Зенгер (1905-1964).

Ярослав Голованов в книге «Дорога на космодром» (1982) замечает: «Не зная француза Эсно-Пельтри, австрийца Франца Улинского и немца Ейгена Зенгера, Кондратюк

пишет, что использование ядерных излучений «обещает дать такую колоссальную скорость, какой не смогла бы дать и самая огромная ракета». До Оберта и Ноордунга он предлагает концентрировать солнечный свет с помощью параболических зеркал, установленных в космосе» (Я. Голованов, 1982).

О позиции Р. Эсно-Пельтри по вопросу использования атомной энергии для космического полета сообщает Г.С. Ветров в книге «Роберт Эсно-Пельтри» (1982). Автор пишет о приезде французского ученого в Петербург (1912), где он выступил с докладом о перспективах выхода за пределы земной атмосферы с помощью мощных ракет: «...В тот свой последний приезд в Петербург (именно об этом визите сообщали газеты) он прочитал лекцию, в которой рассмотрел соотношение начальной и конечной масс космической ракеты и сделал вывод, что космическое путешествие будет реальным лишь при использовании **атомной энергии**. Это было первое публичное выступление Эсно-Пельтри в новой для него научной области, которое должно было занять в научной биографии Эсно-Пельтри особое место как некая «точка отсчета» в творчестве одного из пионеров космонавтики» (Ветров, 1982, с.88-89).

Автор продолжает: «Стремясь поставить задачу космической навигации в самом общем виде, Эсно-Пельтри считал единственно пригодной для ее практического осуществления ракету с **атомным двигателем**. Он не считал нужным рассматривать промежуточные варианты задачи, которые создавали бы перспективу для ближайшего будущего» (там же, с.184).

Аналогичные сведения можно найти в статье В.Н. Сокольского «Основные направления развития ракетно-космической науки и техники» (сборник «Исследования по истории и теории развития авиационной и ракетно-космической науки и техники», 1983). Автор, в частности, констатирует: «Уже в одном из неопубликованных рукописных вариантов работы «Исследование мировых пространств реактивными приборами» Циолковский указал на возможность использования энергии **распада атомов**, которые при разложении «выделяют частицы различных масс, двигающихся с поразительной невообразимой скоростью, недалеко от скорости света» [5]. В 1907 г. предложение об использовании для космических полетов энергии **атомного распада** встречается также в рукописных материалах Годдарда [6]. В 1912 г. это предложение было опубликовано Циолковским в печати [7]. В этом же году к мысли о возможности использования для космических полетов **ядерной энергии** пришел Р.Эсно-Пельтри, высказавший эту идею в своем докладе, прочитанном в ноябре 1912 г. и опубликованном в 1913 г. [8]» (В.Н. Сокольский, 1983).

Здесь [5] – Циолковский К.Э. Исследование небесных пространств реактивными приборами // Архив АН СССР, ф.55, оп.1, д.34, л.9об.

[7] – Циолковский К.Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами // Вестник воздухоплавания. – 1912. - № 9. – С.7-8.

**989. Описание проекта оснащения ракет крыльями для облегчения движения в атмосфере.** Мысль об оснащении ракет крыльями для облегчения движения в атмосферных слоях сформулировали Константин Циолковский и Фридрих Цандер. Независимо от них к этой же идее пришел Юрий Кондратюк.

Б.В. Ляпунов в книге «Люди, ракеты, книги» (1972) указывает: «Наконец, тоже **независимо от Цандера** и Циолковского, Кондратюк указывает на выгодность крылатой ракеты: крылья облегчили бы движение в атмосфере при взлете и приземлении. Заметим, что корабли с крыльями, по-видимому, найдут свое место среди космических аппаратов, в частности, для регулярных рейсов между орбитальной станцией и Землей, причем, как и обычные самолеты, они будут применяться многократно» (Б.В. Ляпунов, 1972).

**990. Расчет оптимальных траекторий межпланетных перелетов.** До определенного времени историки космонавтики считали, что немецкий инженер Вальтер Гоман (1880-

1945) является единственным автором так называемых «эллипсов Гомана» - оптимальных траекторий межпланетных перелетов. Однако впоследствии было установлено, что совершенно самостоятельно эти «траектории Гомана» открыл (вычислил) советский ученый Фридрих Цандер.

Ярослав Голованов в книге «Дорога на космодром» (1982) повествует: «В 1925 году книга Вальтера Гомана «Достижимость небесных тел» вышла в свет. Имя Гомана становится известным среди тех немногих, главным образом, немецких специалистов, которые занимались проблемами космических полетов. В 1928 году Гоман публикует вторую книгу – «Возможность межпланетных сообщений», в которой развивает некоторые вопросы своего первого труда. Гоман искренне верил, что все свои расчеты он сделал впервые. В 1925 году в предисловии к своей книге он пишет, что читал Годдарда, Оберта и Валье. Архитектор из Эссена **не знал**, что наивыгоднейшие траектории межпланетных перелетов до него уже просчитал московский инженер Цандер. И, увы, не один Гоман не знал об этом. До сих пор в научной литературе существует термин «эллипсы Гомана». По этому поводу дочь Ф. А. Цандера А. Ф. Цандер пишет: «...Результаты подобных расчетов полетов по касательным эллипсам для случаев полетов на Марс и Венеру имеются в рукописи Цандера, написанной им в 1923 году... В стенографических записях Цандера расчеты, связанные с касательными эллипсами, встречаются уже в 1921 г.» (Я. Голованов, 1982).

Об этом же сообщает Г.М. Салахутдинов в книге «Фридрих Артурович Цандер» (1987): «Специалистам по баллистике космических полетов хорошо известны так называемые траектории Гомана, однако мало кто из них знает о том, что идея таких траекторий **независимо от В. Гомана** была выдвинута Ф.А. Цандером в одной из его рукописей» (Г.М. Салахутдинов, 1987).

**991. Предсказание цепной ядерной реакции деления атомных ядер.** Возможность цепной ядерной реакции деления атомных ядер предсказали советские физики Я.Б. Зельдович, Ю.Б. Харитон и Г.Н. Флеров. Независимо от них аналогичное предсказание сделали Фредерик Жолио-Кюри (Франция), Энрико Ферми и Лео Сцилард (США). Экспериментальное подтверждение упомянутого предсказания получили разные научные группы, которые также работали независимо друг от друга.

И.И. Гуревич в статье «Яков Борисович Зельдович. Одна глава из многих его научных свершений» (сборник «Я.Б. Зельдович. Воспоминания, письма, документы», 2008) отмечает: «Интерес Якова Борисовича и Юлия Борисовича [Харитона] к физике деления был более чем естествен. Ученики создателя теории химических цепных реакций Н.Н. Семенова не могли остаться в стороне от грандиозной проблемы освобождения внутриядерной энергии. Весь мир заговорил о цепной ядерной реакции сразу же после открытия мгновенных нейтронов деления, **независимо**, во Франции, в США и Советском Союзе – Ф. Жолио-Кюри, Э. Ферми, В. Зинн и Л. Сцилард, Г.Н. Флеров и Л.И. Русинов» (Гуревич, 2008, с.105).

Об этом же сообщает В.М. Жданов в книге «Тайны разделения изотопов» (2011): «...Наличие вторичных нейтронов при делении было подтверждено в **независимых экспериментах** группы Жолио-Кюри во Франции, в лаборатории И.В. Курчатова (Г.Н. Флеров и Л.И. Русинов) в России, а также исследователей Колумбийского университета в США» (Жданов, 2011, с.60).

Этот же факт рассматривает Эмилио Сегре в книге «Энрико Ферми» (1973). Автор, в частности, повествует о том, как ученым США и Франции удалось экспериментально подтвердить идею о возможности цепной реакции деления урана: «Работу эту проводили в Колумбийском университете одновременно Зинн и Сцилард, с одной стороны, и Андерсон и я – с другой. Мы работали **независимо друг от друга**, но, конечно, поддерживали тесный контакт и держали друг друга в курсе полученных результатов. Одновременно такие же исследования проводила во Франции группа под руководством Жолио и фон Халбана. И

все три группы пришли к одному и тому же выводу - пожалуй, Жолио на несколько недель раньше, чем мы в Колумбийском университете, - а именно, что нейтроны испускаются и что их довольно много, хотя количественные оценки были еще очень неточны и не слишком надежны» (Сегре, 1973, с.292).

Аналогичная информация представлена в книге Я. Фолта и Л. Новы «История естествознания в датах» (1987), где авторы сообщают: «Фредерик Жолио-Кюри, а также работавшие вместе с ним (в 1937-1940-х гг.) в Коллеж де Франс физики Ханс Халбан и Лев Коварски **независимо от Энрико Ферми** установили, что расщепление урана-235 сопровождается высвобождением новых (вторичных) нейтронов. Так была открыта цепная ядерная реакция. Незадолго до второй мировой войны эти исследователи открыли способ высвобождения энергии атомного ядра и предложили проект создания первого ядерного реактора» (Фолта, Новы, 1987, с.282).

Дополнительная литература по теме:

- Горяев М.О. История физики от Архимеда до Эйнштейна. – СПб.: изд-во «ЛОИРО», 2002. – 120 с.

**992. Построение возрастной теории замедления нейтронов.** Возрастную теорию замедления нейтронов разработали независимо друг от друга Яков Борисович Зельдович (СССР) и Энрико Ферми (США). Данная теория является основой расчета реакторов, работающих на тепловых нейтронах.

Ю.Б. Харитон, Р.З. Сагдеев и др. в статье «Труды и творческий путь Якова Борисовича Зельдовича» (Я.Б. Зельдович, «Избранные труды. Химическая физика и гидродинамика», 1984) отмечают: «К исследованиям военного периода тесно примыкает неопубликованная работа ЯБ 1943 г. «Возрастная теория замедления нейтронов». Теория возраста, развитая **независимо Э. Ферми**, является основой расчета реакторов на тепловых нейтронах. Именно в этой работе было получено знаменитое «уравнение возраста» (Харитон и др., 1984, с.29).

**993. Формулировка идеи о том, что между атомным ядром и нейтронами, падающими на него, может возникать энергетический резонанс, определяющий процесс поглощения (захвата) этих нейтронов.** Идея об энергетическом резонансе, который может возникать между атомным ядром и нейтронами и обуславливать процесс захвата этих нейтронов, - результат, к которому пришли независимо друг от друга датский физик Нильс Бор, венгр, перебравшийся в США, Юджин Вигнер (1902-1995), и американский ученый российского происхождения Грегори Брейт (Григорий Альфредович Брейт-Шнайдер, 1899-1981).

Эмилио Сегре в книге «Энрико Ферми» (1973) пишет о том, как он с коллегами изучал аномалии поглощения нейтронов ядрами: «Зимой 1935/36 г. мы с Амальди провели систематическое изучение этих явлений. В результате выяснилось, что у каждого поглотителя медленных нейтронов имеется одна или несколько характеристических полос поглощения, обычно при энергиях ниже 100 электронвольт. Коэффициент поглощения велик не только для нейтронов такой полосы (или таких полос), но и для нейтронов с тепловой энергией. У некоторых элементов, особенно у кадмия, характеристическая полоса поглощения перекрывается с поглощением в тепловой области. Таким образом, этот элемент очень сильно поглощает тепловые нейтроны, тогда как для нейтронов более высоких энергий он почти прозрачен. По этой причине тонким листом кадмия пользуются для отфильтровывания тепловых нейтронов из сложного излучения, выходящего из парафинового блока, внутри которого находится источник нейтронов. Указанные выше аномалии Бор, а также Брейт и Вигнер **независимо друг от друга** предложили объяснить резонансом с виртуальным энергетическим уровнем компаунд-ядра (т.е. ядра, составленного из бомбардируемого ядра и нейтрона). Бор пошел еще дальше, качественно объяснив большую вероятность существования, по меньшей мере, одного такого уровня в

пределах энергетического интервала шириной порядка 100 электронвольт, отвечающего энергетической полосе медленных нейтронов» (Сегре, 1973, с.288).

**994. Открытие различий в характеристиках цепного деления тория и урана.** Это открытие сделал немецкий ученый Отто Фриш (племянник Лизы Мейтнер) и независимо от него американский физик Ричард Брук Робертс (1910-1980) с коллегами. О. Фриш и Р. Робертс установили, что атом урана расщепляется на равные части под воздействием быстрых и медленных нейтронов (нейтроны становятся медленными, когда проходят, например, через парафин). В противоположность этому атом тория расщеплялся лишь под воздействием быстрых нейтронов.

Ричард Роудс в книге «Создание атомной бомбы» (2020) пишет: «Именно Фриш первым заметил и различия в характеристиках деления тория и урана. На торий не действовала магия парафина; замедление нейтронов на него не влияло. Ричард Б. Робертс и его коллеги по факультету земного магнетизма Вашингтонского Института Карнеги **независимо подтвердили** и дополнили данные Фриша. Их 5-мегавольтовый генератор Ван де Граафа позволял получать нейтроны с несколькими разными известными энергиями. Продолжая свои эксперименты после демонстрации, устроенной в субботу вечером для участников Вашингтонской конференции, они сравнили деление урана и тория при разных энергиях, чего Фриш, имевший один-единственный источник нейтронов, сделать не мог. К своему удивлению (статья Фриша в Nature еще не вышла), они обнаружили, что, хотя бомбардировка быстрыми нейтронами вызывает деление как урана, так и тория, при бомбардировке медленными нейтронами делится только уран» (Роудс, 2020, с.348).

Эксперименты Р.Б. Робертса обсуждаются также в статье Я.Б. Зельдовича и Ю.Б. Харитона «Деление и цепной распад урана» (УФН, 1993, том 163, № 4): «Окружая уран или торий парафином для замедления бомбардирующих нейтронов и применяя кадмиевый экран (поглощающий, как известно, медленные нейтроны) для исключения медленных нейтронов, Робертс, Мейер и Хафстад показали, что в случае урана деление может идти либо под действием быстрых нейтронов (с предельной энергией не менее 0,5 МэВ, но меньше 2,5 МэВ), либо под действием медленных нейтронов. В случае же тория только быстрые нейтроны могут вызвать распад» (Зельдович, Харитон, 1993, с.108).

**995. Формулировка идеи о послыном расположении урана и графита в устройстве, в котором запускается цепная ядерная реакция.** Идея о целесообразности послыного размещения урана и графита в устройстве, в котором инициируется цепная ядерная реакция, - продукт творческого мышления Энрико Ферми и Лео Сциларда. Они пришли к этой идее независимо друг от друга. Аналогичная догадка в свое время «осенила» и австрийского физика Пауля Хартека (1902-1985).

Ричард Роудс в книге «Создание атомной бомбы» (2020) пишет о Лео Сциларде и Энрико Ферми, пришедших к одной и той же мысли: «Идея послыного расположения урана и графита или разделения их каким-либо другим образом родилась из расчетов, которые Ферми выполнил в июне для эксперимента в резервуаре с водным раствором марганца. Расчеты Ферми навели обоих на мысль о том, что и в новой конструкции, которую они разрабатывали **независимо друг от друга**, нужно перемежать оксид урана с графитом. Такое перемежение дало бы вторичным нейтронам достаточно места для замедления, вызванного столкновениями с замедляющим веществом, до встречи с ядром  $^{238}\text{U}$ » (Роудс, 2020, с.370).

Далее автор пишет о Пауле Хартеке и событиях 1939 года: «...Гейзенберг присутствовал на втором берлинском совещании 26 сентября и говорил там о двух возможных способах извлечения энергии деления: торможении вторичных нейтронов замедляющим веществом для получения «урановой горелки» или выделения  $^{235}\text{U}$  для получения бомбы. Пауль Хартек, гамбургский физик, писавший в Военное министерство в апреле, приехал на второе совещание, вооруженный только что законченной статьей о

важности послышного расположения урана и замедлителя во избежание влияния резонансного захвата  $^{238}\text{U}$ , - он **независимо пришел** к той же идее, что и Ферми со Сцилардом в начале июля» (Роудс, 2020, с.382).

**996. Оценка величины критической массы изотопа урана-235, необходимой для осуществления ядерного взрыва.** Эту оценку произвели независимо друг от друга советские физики Я.Б. Зельдович, Ю.Б. Харитон, И.И. Гуревич, а также зарубежные исследователи Отто Фриш (1904-1979) и Рудольф Пайерлс (1907-1995).

В.М. Жданов в книге «Тайны разделения изотопов» (2011) отмечает: «В том же 1940 году Я.Б. Зельдович, Ю.Б. Харитон и И.И. Гуревич сделали **независимые оценки** величины критической массы изотопа  $^{235}\text{U}$ , необходимой для осуществления ядерного взрыва, которые, как выяснилось потом, в основном совпали с оценками, выполненными чуть ранее Фришем и Пайерлсом в Англии» (Жданов, 2011, с.79).

**997. Формулировка концепции плутония как ядерного топлива.** Концепция плутония как ядерного топлива, альтернативного урану-235, предложена независимо друг от друга двумя немецкими физиками - Карлом Фридрихом фон Вайцеккером (1912-2007) и Фридрихом Хоутермансом (1903-1966).

В.М. Жданов в книге «Тайны разделения изотопов» (2011) повествует: «Важно отметить, что коллега Гейзенберга фон Вайцеккер и **независимо от него** физик Фриц Хоутерманс очень близко подошли к концепции плутония как ядерного топлива, альтернативного урану-235. В секретном докладе, написанном еще в 1941 г., Ф. Хоутерманс указывал, что в урановом котле возможно получение вещества, более тяжелого, чем уран, но обладающего такими же взрывными свойствами, как уран-235. <...> Это означает, что если бы немецким ученым удалось еще на раннем этапе исследований осуществить самоподдерживающуюся ядерную реакцию в урановой сборке с тяжелой водой в качестве замедлителя (с последующим химическим отделением плутония), то это был бы прямой путь к немецкой атомной бомбе» (Жданов, 2011, с.72).

Об этом же сообщает Б.Л. Иоффе в книге «Без ретуши. Портреты физиков на фоне эпохи» (2004): «Попытка выделения пригодного для создания атомной бомбы изотопа урана-235 из естественного урана не удалась. Но летом 1940 г. Вейцеккер (в группе Гейзенберга) и, **независимо**, Хоутерманс (в группе М. фон Арденне), основываясь на капельной модели ядра Бора-Уилера, теоретически показали, что в урановом реакторе за счет захвата нейтронов ураном-238 должен образоваться изотоп с зарядом 94 и массовым числом 239 (впоследствии названный плутонием), способный делиться тепловыми нейтронами. Выделение этого изотопа не требовало разделения изотопов и можно было производить значительно более простыми химическими методами. Тем самым был открыт принципиально возможный путь к созданию атомной бомбы» (Иоффе, 2004, с.118-119).

**998. Выдвижение гипотезы о возможности использования кадмия в качестве «замедлителя» - вещества, позволяющего управлять ядерной реакцией.** Обнаружив свойство кадмия сильно поглощать медленные нейтроны, ученые пришли к выводу о том, что кадмий можно использовать для управления скоростью ядерной реакции. Этот вывод сделали независимо друг от друга два французских исследователя - Ханс Халбан (1908-1964) и Франсис Перрен (1901-1992).

А.И. Попов и О.Л. Ташлыков в книге «Основы изобретательской деятельности (в области использования атомной энергии)» (2021) повествуют: «В 1939 г. ученые разделились на две группы: одни из них сомневались в возможности осуществить цепную ядерную реакцию, другие же полагали, что цепная реакция деления возможна, хотя и не обязательно должна привести к взрыву. Адлер и Халбан и **независимо от них** Перрен предположили, что введение в систему «уран - вода» вещества, подобного кадмию, который сильно поглощает медленные нейтроны, позволит управлять цепной реакцией. Отвод

достаточного числа нейтронов, очевидно, будет препятствовать продолжению цепи и может остановить реакцию» (Попов, Ташлыков, 2021, с.26-27).

Об этом же сообщает Самуэль Глесстон (Samuel Glasston) в книге «Атом, атомное ядро, атомная энергия. Развитие современных представлений об атоме и атомной энергии» (1961): «В первые месяцы 1939 г. ученые разделились на две группы: одни из них сомневались в возможности осуществить цепную ядерную реакцию, другие же полагали, что цепная реакция деления возможна, хотя и не обязательно должна привести к взрыву. Считалось, что если соль урана растворить в воде, то быстрые нейтроны, образующиеся при делении, будут замедляться, вследствие чего скорость распространения цепной реакции деления уменьшится, а, следовательно, уменьшится и вероятность взрыва. Далее Адлер и Халбан и **независимо** Перрен во Франции предположили, что введение в систему «уран - вода» вещества, подобного кадмию, который сильно поглощает медленные нейтроны, позволит управлять цепной реакцией. Отвод достаточного числа нейтронов, очевидно, будет препятствовать продолжению цепи и может даже остановить реакцию» (Глесстон, 1961, с.435).

**999. Формулировка идеи о возможности «отравления» атомного реактора продуктами деления.** В первых экспериментах по тестированию работы атомного реактора случались ситуации, когда в первые часы он выходил на запланированный уровень мощности, а затем этот уровень заметно падал. Энрико Ферми и Джон Арчибальд Уилер независимо друг от друга догадались, что причина происходящего – «отравление» реактора продуктами деления.

Эмилио Сегре в книге «Энрико Ферми» (1973) пишет о событиях 1944 года: «Загрузка Ханфордского реактора шла несколько дней без заминок, 27 сентября в полном согласии с графиком реактор был пущен, но на следующий день, всего через несколько часов после выхода на заметную мощность, реактивность упала. Эта загадочная неудача поставила всех в тупик, а через несколько часов реактор, «отдохнув», снова начал работать. Наблюдая за поведением реактивности во времени, Ферми и Уилер **независимо друг от друга** заподозрили «отравление» котла продуктами деления, а дальнейшее расследование установило «виновника». Им оказался изотоп  $\text{Xe}^{135}$ ... Этот изотоп Ц. Ву и я нашли еще на раннем этапе работ по делению, но никто не подозревал, что он столь жадно поглощает нейтроны. Физика «отравления» была понята в течение нескольких дней, и очень кстати оказалось, что инженеры фирмы «Дюпон» предусмотрели возможность поместить в реактор значительно большее количество топлива, чем рассчитанное физиками» (Сегре, 1973, с.190).

**1000. Разработка модели запыленного газа.** Модель запыленного газа разработал в 1860 г. автор электромагнитной теории света Джеймс Максвелл (1831-1879). Однако этот результат Максвелла остался незамеченным. В 1957 г. независимо от Максвелла аналогичную модель предложили советские ученые Борис Владимирович Дерягин (1902-1994) и Сталь Павлович Баканов (ныне живет в Германии). Также – вполне самостоятельно – теорию запыленного газа сформулировали в 1961 г. американские ученые Р.Б. Эванс, Г.М. Уотсон и Э.А. Мейсон.

С.П. Баканов в предисловии к книге Э. Мейсона и А. Малинаускаса «Перенос в пористых средах: модель запыленного газа» (1986) пишет: «Впервые идею описания механизма взаимодействия газов с твердыми телами на языке соударений газовых молекул с некими гипотетическими сферами высказал еще Максвелл более 100 лет назад. В наши дни модель запыленного газа вновь была предложена и впервые практически использована для расчетов течения газа в пористых телах и обобщена на динамику аэрозолей Б.В. Дерягиным и редактором настоящего перевода» (Баканов, 1986, с.5-6).

Об этом же пишут сами Э. Мейсон и А. Малинаускас в книге «Перенос в пористых средах: модель запыленного газа» (1986). Авторы говорят о модели запыленного газа:

«Используемая в модели физическая картина обладает такой простотой и привлекательностью, что она была **независимо придумана**, по крайней мере, четырьмя разными авторами, начиная с Джеймса Клерка Максвелла, предложившего ее в 1860 г. [142]» (Мейсон, Малинаускас, 1986, с.10).

«Продуманная Максвеллом модель запыленного газа, - продолжают авторы, - была почти на столетие полностью забыта. Она была **независимо** вновь изобретена в 1957 г. Дерягиным и Бакановым [44, 45], применившими ее для расчета течения простого газа через пористую среду в почти свободно-молекулярном режиме» (там же, с.18). «...Дерягину и Баканову удалось дать разумное теоретическое объяснение минимума, часто наблюдавшегося в зависимости коэффициента проницаемости от давления. Вскоре модель была вновь **независимо изобретена** Эвансом, Ватсоном и Мейсоном [55], сумевшими обойти сложную сторону проблемы, а именно вычисление параметров, характеризующих свойства пористой среды, и использовавшими модель только для нахождения соответствующих выражений для потоков газа» (там же, с.19).

Авторы сообщают, как они узнали о работах Б.В. Дерягина и С.П. Баканова: «На разработанную Дерягиным и Бакановым модель им указал во время посещения Мэрилендского университета в 1961 г. П. Карман, вспомнивший представление работы советских исследователей на дискуссии Фарадеевского общества [12]» (там же, с.21).

Здесь [44] – Дерягин Б.В., Баканов С.П. // Доклады АН СССР. – 1957. – Том 115. – С.267.

[45] – Дерягин Б.В., Баканов С.П. // ЖТФ. – 1957. – Том 27. – С.2056.

[55] – Evans R.B., Watson G.M., Mason E.A. // Journal of Chemical Physics. – 1961. – Vol.35. – P.2076.

**1001. Открытие модели запыленного газа в трудах Ю.М. Кагана.** Советский и российский физик-теоретик, академик РАН, Юрий Моисеевич Каган (1928-2019) – еще один ученый, самостоятельно открывший модель запыленного газа. Он пришел к этой модели в 1950-1956 гг. во время разработки общей теории разделения изотопных газовых смесей на пористых средах, введя оригинальную идею замены пористой среды тяжелым «стеночным» газом с определенными рассеивающими характеристиками. Другими словами, Ю.И. Каган сформулировал указанную модель, занимаясь проблемой разделения изотопов урана методом газовой диффузии (эти работы в свое время были засекречены).

В.И. Ролдугин в статье «Борис Владимирович Дерягин» («Российский химический журнал», 2006, том 50, № 5) повествует: «Значителен вклад Б.В. Дерягина в развитие кинетической теории разреженных газов (о чем, к сожалению, практически не знают ученые-коллоидники). Здесь следует отметить элегантно полученную им еще в 1946 году [5] простую, но строгую формулу, определяющую скорость газа при его течении в пористом теле в свободно-молекулярном режиме. Впоследствии эта формула была подтверждена и в рамках более строгой кинетической теории газов, основанной на уравнении Больцмана, и в численном эксперименте. Заложенные в этой работе идеи были впоследствии развиты самим Дерягиным в рамках более строгой кинетической теории, что привело к созданию так называемой модели запыленного газа. Эта модель почти одновременно была предложена в работах академика Ю. Кагана, посвященных проблеме разделения урана методом газовой диффузии [6], и спустя примерно 5 лет была открыта вновь западными исследователями, занимавшимися также проблемой разделения изотопов в рамках атомного проекта [7]» (Ролдугин, 2006, с.136).

Здесь [6] – Каган Ю.М. О движении ионов в плазме // Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – М.: ИАЭ имени И.В. Курчатова, 1957.

**1002. Открытие кумулятивного эффекта, то есть увеличения пробивной способности снаряда.** Открытие кумулятивного эффекта, увеличивающего пробивную способность



снаряда, - заслуга немецкого инженера Франца Рудольфа Томанека (1913-1990) и швейцарского ученого Генри Мохоупта (1915-2001), которые работали независимо друг от друга.

Андрей Алубаев в статье «Кумулятивный эффект» (сайт «Элементы большой науки», 01.12.2017 г.) пишет: «В 1938 году Франц Томанек (Franz Rudolf Thomanek) в Германии и Генри Мохоупт (Henry Mohaupt) в Швейцарии **независимо друг от друга** открыли эффект увеличения пробивной способности снаряда, в котором сделано конусное углубление, облицованное металлической воронкой. Эти перспективные разработки не замедлили получить применение у военных - в минно-взрывном деле и в артиллерии. Кумулятивные боеприпасы впервые использовали в боевых условиях 10 мая 1940 года при штурме форта Эбен-Эмаль (Бельгия). С началом Великой Отечественной войны советские танкисты встретились с кумулятивным оружием немецкой армии - гранатами и снарядами. Поражая бронированные машины, такие снаряды оставляли характерные оплавленные отверстия и были названы «бронепрожигающими». Весной 1942 года на Софринском полигоне испытали снаряд, разработанный на основе немецкого трофея, и затем первый кумулятивный снаряд был принят на вооружение советской армии. В 1949 году советский математик и механик Михаил Алексеевич Лаврентьев становится лауреатом Сталинской премии за создание теории кумулятивных струй» (А. Алубаев, 2017).

**1003. Изобретение гетерогенной структуры термоядерной бомбы.** К мысли о том, что термоядерная бомба должна иметь гетерогенную структуру, пришли независимо друг от друга советский физик Андрей Дмитриевич Сахаров (1921-1989) и американский ученый венгерского происхождения Эдвард Теллер (1908-2003). Они догадались, что в водородной бомбе нужно использовать послойное расположение дейтерия и урана-238.

С.Б. Гуревич в очерке «В атомной проблеме» (сборник «Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Выпуск 5. Участие в атомном проекте СССР», 2013) пишет: «...Для участия в разработке термоядерной бомбы была создана группа И.Е. Тамма, в которую входили В.Л. Гинзбург и А.Д. Сахаров. Последний, **независимо от Теллера**, предложил гетерогенную структуру бомбы, в которой в виде слоев использовался дейтерий и уран-238» (Гуревич, 2013, с.72).

Об этом же сообщается в книге С.Б. Гуревича «Семь десятилетий в физике» (2013): «...Для участия в разработке термоядерной бомбы была создана группа И.Е. Тамма, в которую входили В.Л. Гинзбург и А.Д. Сахаров. Последний, **независимо от Теллера**, предложил гетерогенную структуру бомбы, в которой в виде слоев использовался дейтерий и уран-238. В конце 1948 г. Гинзбург выдвинул идею использования в такой слоистой структуре дейтерида лития-6» (Гуревич, 2013, с.54).

**1004. Формулировка идеи об использовании дейтерида лития в термоядерной бомбе.** К идее о целесообразности применения дейтерида лития в термоядерной бомбе пришли независимо друг от друга два советских исследователя. Это Виталий Лазаревич Гинзбург (1916-2009), получивший в 2003 г. Нобелевскую премию за создание феноменологической теории сверхпроводимости (1950), и Олег Александрович Лаврентьев (1926-2011), военнослужащий Сахалинского военного округа, написавший о своей идее письмо Сталину, а также в ЦК ВКП(б).

С.В. Багоцкий в статье «Николас Кристофилос, неизвестный крупный физик» (журнал «Химия и жизнь», 2016, № 12) пишет: «...Редко, но бывало, что научный результат нобелевского уровня получал человек «со стороны», работающий в одиночку и никак не связанный с официальной наукой. Наиболее известные примеры – служивший на Дальнем Востоке советский сержант Олег Александрович Лаврентьев (1926-2011), **независимо от Виталия Лазаревича Гинзбурга** предложивший использовать для создания водородной бомбы дейтерид лития, и мелкий греческий предприниматель Николас Кристофилос,

который придумал, как сделать ускорители, разгоняющие заряженные частицы до огромных энергий» (Багоцкий, 2016, с.52).

Об этом же сообщает А.И. Герасимов в книге «Из прожитого и сотворенного» (2013): «По понятным причинам можно утверждать, что Гинзбург и Лаврентьев пришли к общей идее о  ${}^6\text{LiD}$  **независимо**. Американцы применили  ${}^6\text{LiD}$  вместо жидкого дейтерия значительно позднее. Отметим, что с современных позиций приведенные в 1950 году Лаврентьевым физические схемы водородных бомб можно считать относительно примитивными. Однако ряд перспективных физических идей всё же в этих схемах указан, и А.Д. Сахарова ознакомили с предложениями Лаврентьева» (Герасимов, 2013, с.244). В другом месте своей книги А.И. Герасимов приводит слова Бориса Дмитриевича Бондаренко, работавшего в 1950-е годы вместе с Я.Б. Зельдовичем: «...Приоритет использования в водородной бомбе твердого соединения  ${}^6\text{LiD}$  принадлежит В.Л. Гинзбургу (1948), а О.А. Лаврентьев сделал такое предложение **независимо** и на полтора года позднее... Американцы пришли к этому вопросу в середине 1951 года...» (Герасимов, 2013, с.246).

Аналогичная информация представлена в статье Б.Д. Бондаренко «Роль О.А. Лаврентьева в постановке вопроса и инициировании исследований по управляемому термоядерному синтезу в СССР» (УФН, 2001, том 171, № 8), где автор говорит о Лаврентьеве: «...Он пишет короткое письмо Сталину, в котором сообщает, что ему известен секрет водородной бомбы. Ответа на это письмо О.А. Лаврентьев не получил и, как он прокомментировал это в нашем разговоре, его письмо, вернее всего, утонуло в потоке поздравлений в связи с 70-летием И.В. Сталина 21-го декабря 1949 г. Через несколько месяцев он пишет письмо такого же содержания в ЦК ВКП(б). Реакция на это письмо была быстрой. Из Москвы позвонили в Сахалинский обком партии и ему, по распоряжению обкома, выделили отдельную охраняемую комнату в воинской части, где он получил возможность написать свою первую работу по термоядерному синтезу. Работа содержала в основном две ключевые идеи. Первая идея представляла описание принципа действия водородной бомбы с дейтеридом лития-6 в качестве основного термоядерного горючего и урановым детонатором на принципе пушечного сближения двух подкритических масс делящегося материала. Урановый детонатор располагался в центре сферы, заполненной  ${}^6\text{LiD}$ » (Бондаренко, 2001, с.888).

Отметим, что В.Л. Гинзбург пришел к мысли об использовании дейтерида лития в качестве термоядерного заряда под влиянием следующей работы американских физиков, которые обсуждали сечение (вероятность) реакции дейтерия и трития, не догадываясь, что эти сведения можно использовать при разработке термоядерного оружия:

- Bretscher E., French A.P. Low Energy Cross Section of the D – T Reaction and Angular Distribution of the Alpha-Particles Emitted // Physical Review. – 1949. – Vol.75. – P.1154.

Дополнительная литература по теме:

- Горелик Г. «Лидочка Гинзбург» и другие термоядерные идеи // Наука и жизнь. – 2010. - № 3.

- Ритус В.И. В.Л. Гинзбург и Атомный проект // Успехи физических наук. – 2017. - Том 187. - № 4.

**1005. Формулировка идеи радиационной имплозии – обжатия термоядерного заряда с помощью рентгеновского излучения.** Идея радиационной имплозии (обжатия термоядерного заряда с помощью рентгеновского излучения) – продукт творческого мышления трех советских физиков. Это Юрий Алексеевич Трутнев (1927-2021), Андрей Дмитриевич Сахаров и Яков Борисович Зельдович. Они сформулировали эту идею независимо друг от друга. До механизма радиационной имплозии вполне самостоятельно догадался американский ученый Эдвард Теллер (упомянутый выше). Он пришел к ней по аналогии с идеей Станислава Улама (1909-1984) об использовании энергии атомного взрыва для обжатия термоядерного заряда с помощью гидродинамических линз.

Юрий Трутнев в статье «Жизнь для России» (сборник «Игорь Васильевич Курчатов в воспоминаниях и документах», 2004) вспоминает: «Занимаясь атомными зарядами, я обратил внимание, что при взрыве такого заряда из-за высокой температуры (десятки миллионов градусов) довольно много энергии «сидит» в мягком рентгеновском излучении. Будет та же имплозия, но гораздо более мощная. Я рассказал об этом Франк-Каменецкому, рассказал Сахарову и Зельдовичу. Оказалось, что А.Д. Сахаров и Я.Б. Зельдович **независимо и одновременно** пришли к очень сходным идеям. Хотя по ряду существенных физических деталей были и отличия. Удалось найти очень изящное решение, когда энергия атомного взрыва первичного атомного заряда в виде излучения распространялась в сторону основного термоядерного заряда, разогревала его поверхность до миллионов градусов, достигалось давление порядка сотни миллионов атмосфер и таким образом сжимался основной термоядерный заряд» (Трутнев, 2004, с.328-329).

Об этом же сообщает Р.И. Ильяев в статье «К 90-летию со дня рождения Я.Б. Зельдовича» (сборник «Я.Б. Зельдович. Воспоминания, письма, документы», 2008) пишет: «...Весной 1954 года наступило прозрение: была осознана возможность создания эффективной двухступенчатой водородной бомбы с использованием принципа радиационной имплозии. Я.Б. Зельдович разделил с А.Д. Сахаровым авторство идеи о возможности создания двухступенчатой водородной бомбы на принципе радиационной имплозии» (Ильяев, 2008, с.98).

Этот же вопрос обсуждает С.С. Герштейн в статье «На пути к универсальному слабому взаимодействию» (сборник «Я.Б. Зельдович. Воспоминания, письма, документы», 2008). Автор сравнивает ситуации рождения идеи имплозии в США и СССР: «Поразительно, как в разных местах может одинаково развиваться научная мысль. Математик Улам в Лос-Аламосе, обнаружив неработоспособность «Супера» (варианта ядерной бомбы – Н.Н.Б.), предложил (аналогично тому, как это позже сделал Давиденко) использовать энергию атомного взрыва для обжатия термоядерного заряда с помощью гидродинамических линз. Однако Э. Теллер понял, что для этой цели лучше всего подходит радиационная имплозия – обжатие термоядерного заряда под действием мягкого рентгеновского излучения, возникающего в результате взрыва атомной бомбы в тяжелой оболочке «изделия». Подобная идея (но только для инициирующего блока системы «Супер») была высказана ранее К. Фуксом и фон Нейманом. К этой же идее пришли в конечном счете Я.Б. Зельдович, А.Д. Сахаров и Ю.А. Трутнев» (Герштейн, 2008, с.200).

Дополнительная литература по теме:

- Горелик Г. Загадка «третьей идеи» // газета «Троицкий вариант». – 2018. - № 4 (248), № 5 (249), № 6 (250).

- Чумаков В. Мегатонны российской науки // В мире науки. – 2017. - № 11.

**1006. Формулировка идеи имплозии в трудах В.А. Давиденко и А.П. Завенягина.** Советские ученые Виктор Александрович Давиденко (1914-1983) и Авраамий Павлович Завенягин (1901-1956) – специалисты, которые самостоятельно открыли принцип имплозии. При этом они предлагали обжимать термоядерный заряд не рентгеновским излучением, а энергией атомного взрыва. А.П. Завенягин пришел к принципу обжатия (имплозии) заряда в водородной бомбе с помощью атомного взрыва по аналогии с обжатием заряда в атомной бомбе с помощью обычной взрывчатки.

Ю.Б. Харитон, В.Б. Адамский и Ю.Н. Смирнов в статье «О создании советской водородной (термоядерной) бомбы» (журнал «Успехи физических наук», 1996, том 166, № 2) пишут: «Мысль об использовании атомного взрыва для сжатия термоядерного горючего и его поджига настойчиво пропагандировал Виктор Александрович Давиденко, руководитель экспериментального ядерно-физического подразделения института. Он часто заходил в теоретические отделы и, обращаясь к теоретикам, в первую очередь к Зельдовичу и Сахарову, требовал, чтобы они вплотную занялись тем, что у нас получило название «атомного обжатия» (АО)» (Харитон и др., 1996, с.204).

Далее авторы указывают: «Но хронологически первым толчком для перехода от платонических рассуждений о сжатии термоядерного горючего атомным взрывом к конкретной работе послужило высказывание заместителя министра среднего машиностроения А.П. Завенягина, который был в курсе идей, обсуждавшихся у теоретиков, о том, что следует попробовать обжимать термоядерное горючее с помощью атомного взрыва так же, как и обычной взрывчаткой» (там же, с.204).

Об этом же сообщают В.Б. Адамский и Ю.Н. Смирнов в статье «Еще раз о создании советской водородной бомбы» (журнал «Успехи физических наук», 1997, том 167, № 8): «Действительно, будучи мудрым администратором и желая подтолкнуть теоретиков Арзамаса-16 заниматься не только «слоистой» (принципом послойного размещения дейтерия и урана-238, предложенным А.Д. Сахаровым – Н.Н.Б.), Завенягин в одном из разговоров высказался в том смысле, что, подобно внешнему слою из обычной взрывчатки, применяемому для обжатия атомного заряда, можно было бы окружить термоядерный узел двенадцатью или шестнадцатью атомными зарядами» (Адамский, Смирнов, 1997, с.901).

Этот же вопрос рассматривают И.А. Андрюшин, Р.И. Илькаев и А.К. Чернышев в книге «Решающий шаг к миру. Водородная бомба с атомным обжатием РДС-37» (2010): «В начале 50-х годов, наряду с идеей термоядерного усиления энерговыделения ядерных зарядов, обсуждалась другая идея - идея возможности осуществления более эффективного сжатия ядерного материала по сравнению со сжатием, обеспечиваемым взрывом химических ВВ. Первоначально эта идея была сформулирована в общем виде как идея использования ядерных взрывов одного или нескольких зарядов для обжатия ядерного горючего, находящегося в отдельном модуле, пространственно отделенном от первичного источника (источников) ядерного взрыва. Авторами этой общей идеи, которая может быть названа идеей «ядерной имплозии», являются В.А. Давиденко, А.П. Завенягин и Д.А. Франк-Каменецкий» (Андрюшин и др., 2010, с.51-52).

Таким образом, советские ученые вполне самостоятельно пришли к трем ключевым идеям устройства водородной бомбы: 1) послойное расположение компонентов термоядерного заряда (А.Д. Сахаров); 2) использование дейтерида лития (В.Л. Гинзбург, О.А. Лаврентьев); 3) принцип имплозии – обжатия заряда рентгеновскими лучами (Я.Б. Зельдович, А.Д. Сахаров, Ю.А. Трутнев). Учитывая это обстоятельство, И.М. Халатников в книге «Дау, кентавр и другие» (2008) подчеркивает: «Мне совершенно ясно, что все разработки были сделаны у нас **абсолютно независимо**, что идея водородной бомбы, взорванной в 1953 г., была абсолютно оригинальной. Никаких чертежей на этот раз у Лаврентия Павловича (Берия – Н.Н.Б.) в кармане не было» (Халатников, 2008, с.45).

Дополнительная литература по теме:

- Трутнев Ю.А. Термоядерное оружие России: некоторые этапы большого пути // материалы Международной научной конференции «Ядерный век: наука и общество». – М.: «ИЗДАТ», 2004. – С.271-289.

- Герасимов А.И. Из прожитого и сотворенного (воспоминания ученого-электрофизика и ускорительщика). – Саров: ФГУП «РФЯЦ - ВНИИЭФ», 2013. – 451 с.

- Харитон Ю.Б., Адамский В.Б., Смирнов Ю.Н. О создании советской водородной (термоядерной) бомбы // Харитон Ю.Б. Эпизоды из прошлого. – Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 1999. - С.132-139.

- Завенягина Е.А., Львов А.Л. Завенягин. Личность и время. – М.: «МИСИС», 2006. – 872 с.

**1007. Разработка теории сильного точечного взрыва.** Теорию сильного точечного взрыва построили независимо друг от друга, по меньшей мере, четыре исследователя. Это сделали советские физики Леонид Иванович Седов (1907-1999) и Кирилл Петрович Станюкович (1916-1989), а также зарубежные математики Джон фон Нейман (1903-1957) и Джеффри Инграм Тейлор (1886-1975).

В.А. Бронштэн в книге «Гипотезы о звездах и Вселенной» (1974) указывает: «Теория сильного точечного взрыва, когда в весьма ограниченной области пространства (в «точке») мгновенно выделяется большая энергия, была тогда же (в 1946 г.) развита членом-корреспондентом АН СССР (ныне академиком) Л.И. Седовым, крупным специалистом в области гидродинамики и газовой динамики. **Независимо от него** и почти одновременно решение подобной задачи получил молодой доктор технических наук К.П. Станюкович. Теория Л.И. Седова давала возможность найти закон распространения ударной волны, возникающей при взрыве, и рассчитать свойства газа в любой точке за волной» (Бронштэн, 1974, с.125).

Об этом же сообщает И.А. Чернов в статье «Трактовка решения Седова как серии промежуточных асимптотик в течении от сильного взрыва» («Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика», 2010, том 18, № 4): «Задача о сильном взрыве в автомодельной постановке была решена Л.И. Седовым [1] и Дж. И. Тейлором [2]. Ударная волна (УВ) возникает в результате выделения конечной энергии в точке (на линии, на плоскости). Эта энергия передается движущемуся газу и является характерной и постоянной величиной данного физического процесса, что позволило найти [1] соответствующее точное (в виде алгебраических функций) решение задачи. Это удивительно и достаточно редкий случай в газовой динамике» (Чернов, 2010, с.33).

Здесь [1] – Седов Л.И. Движение воздуха при сильном взрыве // Доклады АН СССР. – 1946. – Том 52. - № 1. – С.17.

[2] – Taylor G.I. The formation of a blast wave by a very intense explosion // Proc. Roy. Soc. – 1950. – A201. - № 1065. – P.159.

О независимости результатов Л.И. Седова, Дж. Тейлора и фон Неймана сообщает также академик РАН Ю.В. Гуляев в заметке «От редактора» (журнал «Известия вузов. ПНД», 2017, том 25, № 2). Автор рассказывает о том, что у него возникли определенные воспоминания при прочтении книги В.И. Попкова «Физика и ее парадигмы в датах и цифрах» (2011). Итак, Ю.В. Гуляев говорит о Л.И. Седове: «Я знал Леонида Ивановича, который прожил долгую жизнь и много сделал в науке. Но особенно меня поразило изящное решение задачи об атомном взрыве на основе анализа размерностей. До Седова эту задачу в июне 1941 года решили великие Дж. И. Тейлор и Дж. фон Нейман. По понятным причинам Леонид Иванович **не знал решения** и в 1946 году опубликовал свое» (Гуляев, 2017, с.3).

Приведем еще один источник. В.А. Андрущенко, Е.Л. Ступицкий, Д.С. Моисеева и др. в книге «Исследования и математическое моделирование явлений, связанных с развитием и воздействием взрывов» (2020) пишут: «В истории изучения газодинамики течений, инициированных взрывами в атмосфере, произошло несколько всплесков научно-исследовательской активности. Первый из них произошел более семи десятилетий тому назад в связи с предстоящими испытаниями ядерного оружия и привел к возникновению теории точечного взрыва, описывающей явления, присущие взрывам зарядов малых размеров, но большой мощности в атмосфере. Первые публикации, заложившие основы теории сильного точечного взрыва, принадлежали Дж. Тейлору [Taylor, 1941], Дж. фон Нейману [Neumann, 1941], Л.И. Седову [Седов, 1946], К.П. Станюковичу [Станюкович, 1946]. Дальнейшее развитие теории точечного взрыва шло по двум направлениям: аналитическое и численное исследование одномерных задач в усложненных физических постановках...» (Андрущенко и др., 2020, с.7).

**1008. Математическое решение задачи о сходящейся сферической ударной волне (аналитическое описание принципа имплозии).** Эту задачу независимо друг от друга решили в 1944 г. Лев Давидович Ландау (Нобелевская премия, 1962) и Кирилл Петрович Станюкович (упомянутый выше). Аналогичное решение получил Евгений Иванович Забабахин (1917-1984).

В.А. Одинцов в очерке «К.П. Станюкович и имплозивный взрыв» (2005) рассказывает об одной из лекций, которую читал Станюкович: «На одной из последних лекций рассматривались автомодельные движения. Кирилл Петрович привел в качестве примеров расходящуюся и сходящуюся сферическую ударную волну. При этом он вскользь сказал, что последняя задача была решена недавно им и Ландау» (Одинцов, 2005, с.6-7). Далее автор поясняет: «Первое решение для схождения ударной волны было получено в автомодельной постановке, то есть для волны с бесконечно большим начальным радиусом. В основу этого решения был положен разработанный К.П. Станюковичем аналитический аппарат автомодельных решений, опубликованный им в докладах АН СССР, 1945, том 48, № 5, стр.311. При этом показатель степени в решениях определяется из условия прохождения особых точек дифференциальных уравнений задачи, а не из анализа размерностей, как это было сделано в известном решении Л.И. Седова» (там же, с.9).

Обсуждая результаты Е.И. Забабахина, В.О. Одинцов в том же очерке сообщает: «Решение задачи об имплозии позже было получено Евгением Ивановичем Забабахиным (впоследствии академиком, Героем Социалистического труда) в его диссертации, выполненной в адъюнктуре Военно-воздушной академии им. Жуковского под руководством Д.А. Вентцеля (1947 год). Диссертация Забабахина была направлена на отзыв К.П. Станюковичу, а от него уже попала к Я.Б. Зельдовичу, который и определил с помощью директора Института химфизики академика Н.Н. Семенова и маршала авиации К.А. Вершинина дальнейшую судьбу Евгения Ивановича. <...> Сам Е.И. Забабахин ясно указывал на приоритет К.П. Станюковича и Л.Д. Ландау» (там же, с.11-12).

Процитируем еще одну работу. В.А. Бронштэн в книге «Кирилл Петрович Станюкович» (2004) констатирует: «Зельдович свою лекцию по детонации начал прямо с «тройки Ландау - Станюковича». Многократно ссылались на это и другие лекторы. Сам собой всплыл вопрос об имплозии и авторстве в решении этой задачи. На лекции Зельдовича было сказано, что решение было **независимо получено** Ландау, Станюковичем и Забабахиным» (Бронштэн, 2004, с.62).

**1009. Создание теории возмущений для уравнения переноса излучения.** Теорию возмущений для уравнения переноса излучения разработали независимо друг от друга советский математик и физик, ученик А.Н. Колмогорова, Николай Александрович Дмитриев (1924-2000) и немецкий физик-теоретик Клаус Фукс (1911-1988), работавший в США и передавший специалистам СССР некоторые сведения об атомной бомбе, созданной американскими учеными.

В.С. Владимиров в статье «Математик божьей милостью» (сборник «Николай Александрович Дмитриев. Воспоминания, очерки, статьи», 2002) пишет о своей работе в составе ленинградской группы математиков, выполнявших «математический обсчет» ядерной бомбы: «...Однажды к нам приехал Н.А. Дмитриев. Он мне показался молчаливым, вдумчивым и очень сведущим человеком. Мы обсуждали методики расчетов, используемые в нашей группе и в других местах, он рассказал о своей теории возмущений для уравнения переноса, недавно разработанной им **независимо от К. Фукса** (Лос-Аламос)» (Владимиров, 2002, с.43).

Об этом же сообщается в очерке В.С. Владимирова «Воспоминания (1948-1956 гг.)» (сборник материалов конференции по истории разработок первых образцов атомного оружия «Хочешь мира – будь сильным», 1995): «Большое значение для меня имели беседы с талантливым математиком Н.А. Дмитриевым. Ему принадлежит ряд фундаментальных результатов по математической теории переноса нейтронов, в частности, он впервые и **независимо от К. Фукса** разработал теорию возмущений» (Владимиров, 1995, с.92).

**1010. Изобретение метода прогонки для решения системы алгебраических уравнений (метод использовался при разработке ядерного оружия).** Математический метод прогонки, применявшийся для различных газодинамических расчетов при создании

ядерного оружия, разработали независимо друг от друга отечественные математики и физики Израиль Моисеевич Гельфанд (1913-2009), Олег Вячеславович Локуциевский (1922-1990), Александр Семенович Кронрод (1921-1986) и другие специалисты.

Перед нами 2-я книга 4-го тома «Истории отечественной математики» (1970), написанная под редакцией И.З. Штокало, в которой сообщается о методе, созданном для «математического обчета» ядерного оружия: «После замены дифференциального уравнения разностной схемой получается система алгебраических уравнений, порядок которой равен числу внутренних узлов сетки ( $O(1/h^p)$ ) (в случае  $p$ -мерного эллиптического уравнения). В 1947-1953 гг. был предложен ряд прямых методов решения этой системы, учитывающих специальный вид ее матрицы. <...> В начале 50-х годов был предложен И.М. Гельфандом, О.В. Локуциевским, А.С. Кронродом, Штарком и другими **независимо друг от друга** прямой метод решения этой системы уравнений, называемый методом прогонки, или методом факторизации. Его можно трактовать как один из вариантов метода исключения Гаусса или как разностный аналог метода факторизации дифференциального уравнения второго порядка, сводящего краевую задачу к задачам Коши для трех уравнений первого порядка. Для получения решения методом прогонки требуется число действий, пропорциональное числу уравнений» («История отечественной математики», 1970, с.91).

Об этом же пишет Г.И. Марчук в 5-ом томе «Избранных трудов», а именно в книге «Методы расчета ядерных реакторов» (2018): «Для решения трехточечных конечно-разностных уравнений эллиптического типа И.М. Гельфанд и О.В. Локуциевский [96] и, **независимо**, А.С. Кронрод и Штарк сформулировали метод факторизации, который позволил краевую задачу свести к последовательному решению трех конечно-разностных уравнений первого порядка» (Марчук, 2018, с.12). В другом месте своей книги автор вновь переходит к обсуждению независимости работ названных ученых, начиная с описания сути метода факторизации: «Сущность метода состоит в том, что разностные уравнения второго порядка сводятся к последовательному решению трех разностных уравнений первого порядка. Метод разностной факторизации был предложен И.М. Гельфандом и О.В. Локуциевским [96] и, **независимо от них**, А.С. Кронродом (смотрите [84]) и Штарком (смотрите [434])» (там же, с.246-247).

Здесь [96] – Гельфанд И.М., Локуциевский О.В. Метод прогонки для решения разностных уравнений // сборник «Введение в теорию разностных схем». – М.: «Физматгиз», 1962.

[84] – Галанин А.Д. Теория ядерных реакторов на тепловых нейтронах. – М.: «Атомиздат», 1957.

Аналогичная информация представлена в следующем источнике. А.В. Фролов в статье «Еще один метод распараллеливания прогонки с использованием ассоциативности операций» (Труды международной конференции «Суперкомпьютерные дни в России», 2015): «Прогонка – последовательный алгоритм решения трех-диагональной СЛАУ – является частным случаем общего метода исключения неизвестных, однако получила специальное название из-за распространенности задач такого типа в прикладных исследованиях. В виде отдельного алгоритма «открыта» несколькими исследователями **независимо друг от друга** (И.М. Гельфандом и О.В. Локуциевским в СССР, Л.Х. Томасом в США)» (Фролов, 2015, с.151).

Здесь СЛАУ – система линейных алгебраических уравнений.

**1011. Формулировка идеи о получении сверхсильных импульсных магнитных полей с использованием энергии взрыва.** Метод получения сверхсильных импульсных магнитных полей, основанный на использовании энергии взрыва, то есть взрывной способ получения указанных магнитных полей, открыли независимо друг от друга советские физики Андрей Дмитриевич Сахаров («отец» водородной бомбы) и Яков Петрович Терлецкий (1912-1993). Историки науки установили, что аналогичный метод в свое время рассматривал отечественный физик Владимир Константинович Аркадьев (1884-1953).

В книге А.Д. Сахарова «Научные труды» (1995) содержится его статья «Взрывомагнитные генераторы». Впервые данная статья опубликована в журнале «Успехи физических наук» (1966, том 88). А.Д. Сахаров в комментариях к данной статье пишет: «В 1951-1952 гг. я предложил две конструкции, получившие названия МК-1 и МК-2, предназначенные для получения сверхсильных импульсных магнитных полей и мощных импульсных токов с использованием энергии взрыва. «МК» - сокращение слов «Магнитная кумуляция». Впоследствии другие авторы предложили некоторые вариации этих конструкций. Все эти устройства основаны на том, что при быстрой деформации контура с током сохраняется полный магнитный поток» (Сахаров, 1995, с.79). «Наиболее важным для науки применением МК в те годы для меня казалось создание импульсных ускорителей элементарных частиц с большими энергиями и интенсивностями пучка. Предложенная мною система должна была работать в две стадии. В первой стадии – как безжелезный импульсный индукционный ускоритель (типа бетатрона) со стационарной орбитой ускоряемых частиц (при этом, как известно специалистам, должно выполняться определенное соотношение между средним и орбитальным полями)» (там же, с.80).

Далее автор указывает: «В 1957 году появилась первая публикация по МК в советской прессе – чисто теоретическая, содержащая предложение системы, очень близкой к МТР. Ее автор – профессор Я.П. Терлецкий. Поздней мне стало известно, что ранее идею использования энергии взрыва для получения сверхсильных магнитных полей высказывал профессор МГУ, академик В.К. Аркадьев. Весьма возможно, что **независимо те же мысли** высказывали и другие. Но осуществление МК стало возможным лишь тогда, когда возникла определенная культура обращения со сложными зарядами ВВ – кумулятивными, которые появились только во время Второй мировой войны, взрывными линзами (тогда же), с импловивными зарядами (т.е. такими, в которых движение направлено к оси или центру симметрии)» (там же, с.80-81).

А.И. Павловский в комментариях к той же статье А.Д. Сахарова «Взрывомагнитные генераторы» отмечает: «Прежде всего, нужно отметить, что запоздалая публикация новых идей вызывает вопрос о приоритетах. Первая статья 1957 г., посвященная взрывному способу получения сверхсильных магнитных полей, принадлежит Я.П. Терлецкому [4]. По утверждению автора, она, с небольшими сокращениями, воспроизводит отчет Института ядерных проблем АН СССР от 14 ноября 1952 года. А.Д. Сахаровым идея магнитной кумуляции была высказана в 1951 г. [1], а первый эксперимент, в котором при сжатии магнитного потока взрывом было получено магнитное поле около  $10^6$  Эрстед, был осуществлен в первой половине 1952 г.» (Павловский, 1995, с.82). Далее автор пишет: «Идея, как говорят, «носилась в воздухе», и неудивительно, что одни и те же мысли **независимо высказывались** разными людьми примерно в одно время» (там же, с.82).

Здесь [4] – Терлецкий Я.П. // ЖЭТФ. – 1957. – Том 32. – С.387.

[1] – Сахаров А.Д., Людаев Р.З., Смирнов Е.Н. и др. // Доклады АН СССР. – 1965. – Том 196. – С.65.

Приведем еще один источник. Л.В. Бобров в книге «В поисках чуда» (1968) аргументирует: «Покорителям плазмы скоро, видимо, придут на помощь удивительные «магнитные хлопушки», предложенные впервые академиком А.Д. Сахаровым и **независимо от него** профессором Я.П. Терлецким. Идея вкратце заключается в следующем. Представьте металлический стакан, в котором создано магнитное поле и который снаружи обложен взрывчаткой. Когда заряд детонирует, стенки полого цилиндра сжимаются, будто рука сжимается в кулак. Они увлекают за собой и магнитные силовые линии, мгновенно сгущая их в плотный пучок. Таким путем ученым удалось получить кратковременные магнитные поля рекордной, просто чудовищной мощности – 25 миллионов гаусс!» (Бобров, 1968, с.117).

**1012. Изобретение счетной машины.** Одна из первых арифметических машин – творение двух людей: немецкого математика и астронома Вильгельма Шиккарда (1592-1636) и



французского ученого Блеза Паскаля (1623-1662), которые работали независимо друг от друга.

Р.С. Гутер и Ю.Л. Полунов в книге «От абака до компьютера» (1981) пишут о счетной машине В. Шиккарда, который стал изучать математику по совету знаменитого астронома Иоганна Кеплера: «Кроме суммирующего механизма, в машине Шиккарда имелось множительное устройство, расположенное в верхней, вертикальной, части машины и представлявшее собой неперовские палочки, свернутые в цилиндр (о них речь будет идти в следующей главе). Была ли построена машина Шиккарда при жизни ее изобретателя? К сожалению, на этот счет нет достоверных сведений. <...> На вопрос, использовал ли Паскаль в своей арифметической машине идеи Шиккарда, следует ответить отрицательно. Документы говорят о том, что никаких сведений о счетной машине 1623 года не дошли до научных кругов Парижа и, следовательно, Паскаль был полностью **независим в своем изобретении**. Некоторые элементы (в частности, способ ввода чисел в машину) у Шикаарда и Паскаля в принципе идентичны, однако основной узел машины – механизм передачи десятков – выполнен у Шиккарда значительно проще и надежней. Впоследствии шиккардовский способ передачи был переизобретен другими; он встречается в счетных машинах значительно чаще, нежели паскалевский» (Гутер, Полунов, 1981, с.40).

**1013. Обнаружение связи (аналогии) между булевой алгеброй и принципами работы электрических схем.** Аналогию между булевой алгеброй и принципами работы электрических схем обнаружили независимо друг от друга советский логик и электротехник Виктор Иванович Шестаков (1907-1987) и американский математик и инженер Клод Шеннон (1916-2001). Следует отметить, что на существование связи между математической логикой и релейно-контактными схемами также обращали внимание голландский физик-теоретик Пауль Эренфест (1880-1933) и американский логик и философ Чарльз Сандерс Пирс (1839-1914).

К.К. Жоль в книге «Логика в лицах и символах» (2006) пишет о результатах Клода Шеннона: «В качестве темы диссертации Буш предложил Шеннону изучить логическую организацию своей машины. Соискатель настолько увлекся поставленной задачей, что решил усовершенствовать «дифференциальный анализатор». Как это сделать? Шеннон вспоминает булеву алгебру и поражается **ее сходству** с принципами работы электрических схем, которые гораздо удобнее шестеренок и валиков. Если построить электрические цепи в соответствии с принципами булевой алгебры, то можно было бы не только выполнять сложные вычисления, но и выражать логические отношения, определять истинность тех или иных формально-логических утверждений. Эти идеи Шеннон изложил в своей докторской диссертации, опубликованной в 1938 г. Данная работа считается поворотным пунктом в развитии вычислительной техники» (Жоль, 2006, с.313).

Что касается заслуг Виктора Ивановича Шестакова, то они рассматриваются в книге В.А. Бажанова «Очерки социальной истории логики в России» (2002), где автор, в частности, сообщает: «Известно, что В.И. Шестаков высказал идею и сформулировал теорию релейно-контактных схем раньше Шеннона (по свидетельству С.А. Яновской) – в 1934-35 годах, хотя диссертации (соответственно, кандидатскую и магистерскую) оба защитили в 1938 году. Впрочем, как отмечал сам В.И. Шестаков, «еще в 1910 г. П. Эренфест в рецензии на книгу «Алгебра логики» Л. Кютюра (Одесса, Mathesis, 1909) предугадывал возможность создания «алгебры распределительных схем» и возможность применения для конструирования и упрощения «распределительных схем» аппарата алгебры Буля» [Шестаков, 1941б, с.532]» (Бажанов, 2002, с.97). Автор продолжает: «Аналогичные идеи, сформулированные, впрочем, существенно менее определенно и детально, нежели позже у Шестакова или Шеннона, высказывали Н.М. Герсеванов в 1923 г. (смотрите [Поваров, 1961, с.14]) и японский ученый А. Накашима в 1936 г. [Nakashima, 1936]. Таким образом, **идея носилась в воздухе**, но сформулировать ее в явном виде смогли только В.И. Шестаков и К. Шеннон [24]» (там же, с.98).

Здесь [Шестаков, 1941б] – Шестаков В.И. Алгебра двухполюсных схем, построенных исключительно из двухполюсников (алгебра А-схем) // Журнал технической физики. – 1941. – Том 11. - № 6. – С.532-549.

[Поваров, 1961] – Поваров Г.Н. Предисловие редактора перевода // Беркли Э. Символическая логика и разумные машины. – М.: изд-во иностранной литературы, 1961. – С.5-18.

Далее В.А. Бажанов пишет о пребывании В.И. Шестакова на физическом факультете МГУ, где он работал в должности доцента: «Его коллеги не догадывались о том, что рядом с ними скромно трудится человек, фактически ставший классиком науки уже при жизни (хотя сведений о нем нет даже в отечественных биографических справочниках математиков). Его часто забывали упоминать даже тогда, когда речь шла о примечаниях редакторов зарубежных книг или их переводчиков, относящихся к отечественным приоритетам (смотрите, например, [Субье-Ками, 1964, с.9]). Сегодня, кажется, Шестаков почти полностью забыт, и уж тем более его имя не упоминается вместе и «наравне» с именем Шеннона» (Бажанов, 2002, с.99).

«Шестаков, таким образом, - подчеркивает автор, - является первооткрывателем континуальной логики и ее применения (а, следовательно, и булевой алгебры логики) в электротехнике, на языке которой могут быть представлены (смоделированы) неэлектрические объекты любой физической природы. В указанном смысле он является первооткрывателем применения логики в самых различных областях техники» (там же, с.100).

Здесь [Субье-Ками, 1964] – Субье-Ками А. Двоичная техника и обработка информации. – М.: «Мир», 1964. – 500 с.

**1014. Формулировка принципов работы универсального вычислительного устройства.** Принципы работы универсального вычислительного устройства, то есть аналитической вычислительной машины, открыли независимо друг от друга английский математик Чарльз Бэббидж (1791-1871) и немецкий инженер Конрад Цузе (1910-1995). Ч. Бэббидж разработал проект этой машины (прообраза современной ЭВМ) в 1833 г., но его проект оказался забыт. В 1940-1941 гг. К. Цузе, не зная об исследованиях британца, заново разработал аналогичный проект.

В.Э. Фигурнов в книге «IBM PC для пользователя. Краткий курс» (1998) пишет: «Еще в первой половине XIX в. английский математик Чарльз Бэббидж попытался построить универсальное вычислительное устройство, то есть компьютер (Бэббидж называл его аналитической машиной). Именно Бэббидж впервые додумался до того, что компьютер должен содержать память и управляться с помощью программы. Бэббидж хотел построить свой компьютер как механическое устройство, а программы собирался задавать посредством перфокарт – карт из плотной бумаги с информацией, наносимой с помощью отверстий (они в то время уже широко употреблялись в ткацких станках). Однако довести до конца эту работу Бэббидж не смог – она оказалась слишком сложной для техники того времени. В 40-х годах XX в. сразу несколько групп исследователей повторили попытку Бэббиджа на основе техники XX в. – электромеханических реле. Некоторые из этих исследователей ничего не знали о работах Бэббиджа и **переоткрыли его идеи** заново. Первым из них был немецкий инженер Конрад Цузе, который в 1941 г. построил небольшой компьютер на основе нескольких электромеханических реле» (Фигурнов, 1998, с.22-23).

Об этом же сообщает И.А. Казакова в монографии «История вычислительной техники» (2011): «...К. Цузе не имел никакого представления не только об аналогичных исследованиях коллег в США и Англии, но даже о механическом вычислителе Ч. Бэббиджа, созданном в XIX в. Однако много лет спустя он писал, что в этом состояло его преимущество – в силу своей неосведомленности он был свободен в поисках системы, наиболее подходящей для автоматических вычислений. Поэкспериментировав сначала с десятичной системой счисления, К. Цузе предпочел всё же двоичную. И здесь он проявил

незаурядные способности. Не зная о работах Дж. Буля и о машине Ч. Бэббиджа, он, тем не менее, использовал в созданной им вычислительной машине принципы булевой алгебры» (Казакова, 2011, с.64).

Аналогичные сведения можно найти в книге В.Г. Беспалова «Основы оптоинформатики. Часть 1. Информационные технологии – от электронного к оптическому компьютеру» (2006), где автор сообщает: «Через 63 года после смерти Ч. Бэббиджа немецкий студент Конрад Цузе (1910-1995) взял на себя задачу создать машину, подобную по принципу действия той, которой отдал жизнь Ч. Бэббидж. Работу по созданию машины он начал в 1934 г., за год до получения инженерного диплома. Конрад **ничего не знал** ни о машине Бэббиджа, ни о работах Лейбница, ни об алгебре Буля, которая словно создана для того, чтобы проектировать схемы с использованием элементов, имеющих лишь два устойчивых состояния. Тем не менее, он оказался достойным наследником В. Лейбница и Дж. Буля, поскольку вернул к жизни уже забытую двоичную систему счисления, а при расчете схем использовал нечто подобное булевой алгебре» (Беспалов, 2006, с.10-11).

**1015. Разработка принципов построения ЭВМ.** Базовые принципы построения электронно-вычислительных машин открыли и описали независимо друг от друга американский математик и физик Джон фон Нейман (1903-1957) и советский ученый Сергей Алексеевич Лебедев (1902-1974). Прогрессу в этой области исследований в значительной мере способствовали работы над ядерным и термоядерным оружием, которые диктовали необходимость проведения большого объема вычислений.

Я.И. Фет в статье «Первые советские ЭВМ» (сборник «Хрестоматия по истории информатики», 2014) указывает: «Общие принципы построения ЭВМ, изобретенные и сформулированные Лебедевым, полностью перекрывают так называемые принципы фон Неймана, которые к тому времени (1950-е годы – Н.Н.Б.) **не были известны** в Советском Союзе. Справедливо заметить, что они изобретались **независимо друг от друга** и другими творцами первых советских ЭВМ. Здесь в первую очередь следует назвать И.С. Брука, Б.И. Рамеева, Ю.А. Базилевского. Но именно Сергею Алексеевичу принадлежит здесь приоритет – он первым реализовал эти принципы. И совершенно справедливо С.А. Лебедев именуется патриархом отечественной вычислительной техники» (Фет, 2014, с.203-204).

В другой публикации, а именно в статье «Сергей Алексеевич Лебедев» (тот же сборник «Хрестоматия по истории информатики», 2014) Я.И. Фет вновь отмечает независимость работ С.А. Лебедева и Джона фон Неймана. Автор говорит о первой ЭВМ, созданной С.А. Лебедевым и его коллегами: «В 1952 году на первой советской электронной вычислительной машине МЭСМ решались важнейшие научно-технические задачи из области термоядерных процессов, космических полетов и ракетной техники, механики, статистического контроля качества и т.д. Эта машина была разработана и изготовлена **одновременно и независимо** от аналогичных работ, которые велись в США и Европе. Такова была обстановка секретности, в которой появились в разных странах первые ЭВМ» (Фет, 2014, с.208).

Этот же вопрос рассматривают И.И. Кочегаров, А.В. Полтавский и Н.К. Юрков в книге «Эволюция вычислительных систем» (2015): «Академиком СССР С.А. Лебедевым впервые были выдвинуты, научно обоснованы и реализованы (**независимо от фон Неймана**) принципы построения ЭВМ и ВС с хранимой в памяти программой. В своих первых вычислительных машинах типа МЭСМ и БЭСМ-1 академик С.А. Лебедев впервые реализовал свои принципы построения вычислительной техники:

- наличие арифметических устройств (АУ), памяти, устройства ввода/вывода (УВВ) и устройства управления (УУ);
- кодирование и хранение программы в памяти, подобно числам;
- двоичная система счисления для кодирования чисел и команд;
- автоматическое выполнение вычислений на основе программы;
- наличие как арифметических, так и логических операций;

- иерархический и модульный принцип построения памяти;  
- использование численных методов для реализации вычислений» (Кочегаров и др., 2015, с.111).

Прочитируем еще одну работу. Б.А. Гладких в книге «Информатика от абака до интернета. Введение в специальность» (2005) констатирует: «В машине Лебедев **независимо от фон Неймана** реализовал основные принципы классической архитектуры: хранение программ в оперативной памяти, двоичную систему счисления. Несмотря на то, что МЭСМ, по существу, была лишь макетом действующей машины, она использовалась для решения реальных задач, требовавших большого объема вычислений» (Гладких, 2005, с.90).

**1016. Разработка принципов построения ЭВМ в исследованиях И.С. Брука.** Советский ученый Исаак Семенович Брук (1902-1974) – еще один человек, самостоятельно открывший принципы построения ЭВМ. Парадоксально, но факт: С.А. Лебедев, создавая свою ЭВМ, не знал о работах не только Джона фон Неймана (США), но и работах своего соотечественника И.С. Брука.

Александр Нитусов в статье «Транзисторная история» (журнал «PC Week/RE», № 41 (599), ноябрь 2007 г.) пишет: «В конце же 1940-х одинаковые открытия часто делались **независимо друг от друга**, а их авторы не имели информации о достижениях своих коллег. Причиной такой «научной параллельности» была секретность исследований в области электроники, имевшей оборонное значение. Подобная картина наблюдалась и при создании первых электронных компьютеров - будущих потребителей транзисторов. Например, С.А. Лебедев, начиная работу над своей первой ЭВМ в Киеве, **не подозревал**, что в это же время в Москве академик И.С. Брук со своими помощниками также трудились над проектом электронной цифровой вычислительной машины» (А. Нитусов, 2007).

**1017. Изобретение интегральных схем.** Как известно, интегральная схема – микроэлектронное изделие, отличающееся высокой плотностью электрически соединенных элементов (транзисторов и т.д.). Основная функция интегральной схемы (микросхемы) – хранение и обработка информации. Интегральные схемы, ставшие важным компонентом компьютеров, изобрели независимо друг от друга два американских исследователя - Джек Килби (1923-2005) и Роберт Нойс (1927-1990). В 2000 г. Джек Килби удостоен Нобелевской премии по физике. Р. Нойс, к сожалению, этой награды не получил.

И.И. Кочегаров, А.В. Полтавский и Н.К. Юрков в книге «Эволюция вычислительных систем» (2015) отмечают: «Первые микросхемы появились в 1958 г. Два инженера **почти одновременно** изобрели их, не зная друг о друге. Это Джек Килби и Роберт Нойс. Первая в СССР полупроводниковая интегральная микросхема была создана на основе планарной технологии, разработанной в начале 1960 г.» (Кочегаров и др., 2015, с.78).

Об этом же сообщает В.Г. Беспалов в книге «Основы оптоинформатики. Часть 1. Информационные технологии – от электронного к оптическому компьютеру» (2006): «Приоритет в изобретении интегральных схем, ставших элементной базой ЭВМ третьего поколения, принадлежит американским ученым Д. Килби и Р. Нойсу, сделавшим это открытие **независимо друг от друга**» (Беспалов, 2006, с.14).

Аналогичная информация представлена в книге Роберта Кана «Становление материаловедения» (2011): «В первых компьютерах применялись вакуумные трубки, которые могли перегореть, и металлические реле, которые иногда ломались. <...> Потом вместо них стали использовать транзисторы, и «корнем зла» стали ошибки их соединений. В 1958-1959 годах два американских изобретателя – Джек Килби (Kilby) и Роберт Нойс (Noyse) – **независимо друг от друга** нашли возможность обойти эту проблему. Килби был сотрудником новой фирмы Texas Instruments, Нойс работал в другой молодой компании Fairchild Electronics» (Кан, 2011, с.272-273).

В.Э. Фигурнов в книге «IBM PC для пользователя. Краткий курс» (1998) пишет о заслугах Р. Нойса: «После появления транзисторов наиболее трудоемкой операцией при производстве компьютеров было соединение и спайка транзисторов для создания электронных схем. Но в 1959 г. Роберт Нойс (будущий основатель фирмы Intel) изобрел способ, позволяющий создавать на одной пластине кремния транзисторы и все необходимые соединения между ними. Полученные электронные схемы стали называться интегральными схемами, или чипами. В 1968 г. фирма Burroughs выпустила первый компьютер на интегральных схемах, а в 1970 г. фирма Intel начала продавать интегральные схемы памяти» (Фигурнов, 1998, с.23).

Дополнительная литература по теме:

- Килби Дж. Возможное становится реальным: изобретение интегральных схем (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 2002. - Том 172. - № 9. - С.1102-1109.

**1018. Формулировка идеи пакетной коммутации.** Идею пакетной коммутации – доминирующей основы для передачи данных в компьютерных сетях по всему миру – сформулировали независимо друг от друга, по меньшей мере, три исследователя: американский инженер Пол Бэран (1926-2011), его соотечественник Леонард Клейнрок (род. 1934 г.) и британский ученый Дональд Дэвис (1924-2000).

Леонид Черняк в статье «Незаметная пакетная революция» (журнал «Computerworld Россия», 2006, № 28) пишет: «Идея пакетной передачи данных была **независимо предложена** в середине 60-х тремя людьми – сотрудником корпорации RAND Полом Бараном, английским профессором Дональдом Дэвисом и американским ученым Леонардом Клейнроком. Баран и Дэвис были более глубоки в теоретическом обосновании пакетной передачи, а Клейнрок, наряду с Винтом Серфом, Ларри Робертсом и Робертом Каном признанный в качестве одного из отцов Internet, был в числе тех, кто реализовал эту идею на практике. Так случилось, что автором признали именно его, а затем своими претензиями на исключительность Клейнрок создал скандальную ситуацию, поставив самого себя в неудобное положение» (Л. Черняк, 2006).

Автор продолжает: «Строго говоря, хронологически первым был именно Клейнрок. В защищенной им в 1961 году диссертации «Информационные потоки в больших коммуникационных сетях» есть фрагменты, которые можно представить как предпосылки к пакетной передаче. Однако эта типично аспирантская работа по своей глубине существенно уступает исследованию Пола Барана «О распределенных коммуникационных сетях», выполненному в RAND и опубликованному в 1964 году. Статья стала первой открытой публикацией, но ей предшествовал многотомный секретный отчет RAND Paper P-2626, датируемый 1962 годом. В нем Баран сформулировал основные принципы коммутации пакетов: наличие распределенной децентрализованной сети, предполагающей возможность альтернативных связей между двумя точками; разделение сообщения на блоки; дисциплину передачи блоков между промежуточными узлами» (Л. Черняк, 2006).

Об этом же сообщают Джеймс Куроуз и Кит Росс в книге «Компьютерные сети: нисходящий подход» (2016): «Три группы исследователей **независимо друг от друга** [316] начали разработку технологии коммутации пакетов как эффективной и надежной альтернативы технологии коммутации каналов. Первой опубликованной работой по методу коммутации пакетов была работа Клейнрока [286, 287], который в то время заканчивал Массачусетский технологический институт. Используя теорию очередей, Клейнрок в своей работе продемонстрировал эффективность метода коммутации пакетов для источников пульсирующего (неравномерного) трафика. В 1964 году Пол Бэран [39] в институте корпорации RAND начал исследование на предмет использования коммутации пакетов для безопасной передачи голоса в сетях Министерства обороны США. В это же время в национальной физической лаборатории в Англии также разрабатывали свои идеи пакетной коммутации Дональд Дэвис (Donald Davies) и Роджер Скэнтлбери (Roger Scantlebury). Проекты ученых в Массачусетском технологическом институте, а также корпорации RAND

и национальной физической лаборатории заложили основы сегодняшнего Интернета» (Куроуз, Росс, 2016, с.98).

Прочитываем еще одну работу. Б.А. Гладких в книге «Информатика от абака до интернета. Введение в специальность» (2005) констатирует: «Принцип коммутации сообщений и пакетов в сетях передачи данных предложили в 1961-1964 годах **независимо друг от друга** три автора: Леонард Клейнрок (MIT и UKLA), Пол Бэрэн (RAND Corporation) и Дональд Дэвис (Национальная физическая лаборатория, Великобритания). По сравнению с коммутацией каналов коммутация сообщений имеет преимущества в надежности и экономичности, однако требует для своей реализации наличия в узлах коммутации полноценных компьютеров» (Гладких, 2005, с.444-445).

Дополнительная литература по теме:

- Айзексон У. Инноваторы. Как несколько гениев, хакеров и гиков совершили цифровую революцию. – М.: «АСТ», 2015. – 651 с.

**1019. Изобретение метода шифрования с открытым ключом (алгоритма обмена ключа).** Метод шифрования с открытым ключом, иначе называемый «алгоритмом обмена ключа», изобрели независимо друг от друга три американских криптографа - Уитфилд Диффи (род. 1944 г.), Мартин Хеллман (род. 1945 г.) и Ральф Меркл (род. 1952 г.).

Джеймс Куроуз и Кит Росс в книге «Компьютерные сети: нисходящий подход» (2016) сообщают: «В течение более 2000 лет (со времен Цезаря до 70-х годов XX) для шифрованной связи требовалось, чтобы две общающиеся стороны хранили общий секрет – для шифрования и дешифрования использовался один и тот же ключ. С этим методом была связана определенная сложность: обе стороны должны были как-то договориться об общем ключе, но для этого им опять же требовалась (предположительно безопасная) связь! Поэтому обеим сторонам необходимо было сначала лично встретиться и договориться о ключе (например, два центуриона могли побеседовать в римских банях), и лишь после этого они получали возможность общаться при помощи шифрованных посланий. Однако в сетевом мире два общающихся собеседника могут никогда не встретиться. Поэтому возникает вопрос: могут ли две стороны обмениваться по сети шифрованными сообщениями, не имея изначально общего секретного ключа? В 1976 году Диффи и Хеллман [132] продемонстрировали алгоритм (называемый теперь алгоритмом обмена ключа Диффи и Хеллмана), обеспечивающий именно такую возможность – принципиально иной и изумительно красивый метод безопасной связи, приведший к разработке современных криптографических систем с открытым ключом. <...> Интересно, что идеи, сходные с описываемыми в работах Диффи [132] и Ривеста [574], **независимо от них** высказывались в начале 70-х годов в ряде секретных отчетов британских исследователей из компании CESG (Communications-Electronics Security Group – группа безопасности связи и электроники) [150]. Как это часто бывает, замечательные идеи возникают **независимо** в разных местах» (Куроуз, Росс, 2016, с.749-750).

Изложенное подтверждает Роман Душкин, который в книге «Криптографические приключения: таинственные шифры и математические задачи» (2017) указывает: «Тот способ обмена секретным ключом, про который я рассказывал позавчера, называется «протокол Диффи - Хеллмана» по имени двух его создателей – Уитфилда Диффи и Мартина Хеллмана. Был и третий ученый, который **независимо от этой пары** предложил похожую схему, - Ральф Меркл. Про него обычно не упоминают, хотя это и не заслуженно» (Р. Душкин, 2017).

Приведем еще один источник. Л.К. Бабенко и Е.А. Ищукова в книге «Криптографическая защита информации: симметричное шифрование» (2017) пишут: «Традиционно считается, что концепция асимметричной криптографии впервые была предложена в 1976 г. Уитфилдом Диффи (Whitfield Diffie) и Мартином Хеллманом (Martin Hellman) и опубликована в том же году в основополагающей работе «Новые направления в криптографии». К числу отцов-основателей асимметричной криптографии относят также и

Ральфа Меркля (Ralph Merkle), который **независимо от Диффи и Хеллмана** пришел к тем же конструкциям, однако опубликовал свои результаты только в 1978 г.» (Бабенко, Ищукова, 2017, с.9-10).

**1020. Изобретение сети «Интернет».** Всемирную систему объединенных компьютерных сетей для хранения и передачи информации, называемую «Интернетом», разработали в 1989 г. независимо друг от друга два человека – британский ученый Тимоти Бернерс-Ли (род. 1955 г.) и бельгийский инженер-информатик Роберт Кайо (род. 1947 г.).

В.П. Одинец в книге «Зарисовки по истории компьютерных наук» (2013) повествует: «...Т. Бернерс-Ли, работая в CERN, предложил глобальный гипертекстовый проект, известный ныне как «всемирная паутина», и этот проект был утвержден для реализации (см. [77]), предназначаясь первоначально для ученых из CERN. Заметим, что **независимо от Тима Бернерс-Ли** систему гипертекста для доступа к документации CERN в том же 1989 г. предложил работавший в CERN с 1974 г. магистр в области компьютерных наук бельгиец Роберт Кайо» (Одинец, 2013, с.266).

**1021. Изобретение квантовой криптографии.** Первый протокол квантового распределения ключа, то есть метод квантовой криптографии, изобрели независимо друг от друга американский физик Чарльз Беннетт (род. 1943 г.) совместно с канадским специалистом Жилем Brassаром (род. 1955 г.), с одной стороны, и польский физик Артур Экерт (род. 1961 г.) – с другой. Беннетт и Brassар сделали свое изобретение в 1984 г., а Экерт – в 1991.

Николя Жизан в книге «Квантовая случайность. Нелокальность, телепортация и другие квантовые чудеса» (2016) пишет: «Когда Беннетт и Brassар изобрели квантовую криптографию в ее упрощенной версии, ни один физический журнал не взялся опубликовать их работу. Слишком непривычно! Слишком оригинально! Или просто непонятно тем физикам, которых попросили прорецензировать представленную работу? В итоге Беннетт и Brassар опубликовали результаты своих исследований в сборнике трудов компьютерной конференции в Индии. Естественно, эта публикация 1984 года оставалась незамеченной до 1991 года, когда Артур Экерт **независимо переоткрыл** квантовую криптографию – на этот раз уже основанную на нелокальности – и опубликовал работу в престижном физическом журнале» (Жизан, 2016, с.128).

**1022. Открытие метода обратного распространения ошибки.** Речь идет о методе, который лег в основу создания искусственных нейронных сетей (многослойных перцептронов). Авторство данного алгоритма принадлежит большому числу исследователей, которые открывали указанный метод независимо друг от друга. Среди них Дэвид Румельхарт, Джеффри Хинтон, Рональд Вильямс (совместная публикация), Ян Лекун, Пол Вербос, Артур Брайсон, Хэ Юци и др.

Саймон Хайкин в книге «Нейронные сети» (2006) повествует: «В 1986 году был разработан алгоритм обратного распространения ошибки (back-propagation algorithm) [914]. В том же году издан двухтомник [912]. Эта книга оказала большое влияние на использование алгоритма обучения обратного распространения. Этот алгоритм стал самым популярным для обучения многослойных перцептронов. Примерно в это же время, **независимо друг от друга**, алгоритм обратного распространения был получен и другими исследователями [619], [817]. После открытия алгоритма обратного распространения в середине 1980-х годов оказалось, что он был уже описан ранее в кандидатской диссертации Вербоса (Werbos) в 1974 году в Гарвардском университете. Эта диссертация стала самым первым документированным описанием градиентного метода оптимизации, применяемого к общим моделям сетей, и как частный случай – к моделям нейронных сетей. Основная идея обратного распространения была изложена в [163]. <...> Однако все лавры достались

Руммельхарту, Хинтону и Вильямсу [914], [915] за предложение использовать этот алгоритм для машинного обучения и демонстрацию его работы» (Хайкин, 2006, с.81).

Здесь [817] – Parker D.B. Learning-logic: Casting the cortex of the human brain in silicon // Technical Report TR-47. Center for Computational Research of Economics and Management Science. – Cambridge: MIT Press, 1985.

[914] – Rumelhart D.E., Hinton G.E., Williams R.J. Learning representations of back-propagation errors // Nature. – 1986. – Vol.323. – P.533-0536.

О том, что алгоритм обратного распространения ошибки был изобретен многими специалистами независимо друг от друга, пишет также Педро Домингос в книге «Верховный алгоритм: как машинное обучение изменит наш мир» (2016). При этом автор отмечает, что использование данного алгоритма позволило опровергнуть утверждение о бесперспективности искусственных нейронных сетей, высказанное Марвином Минским и Сеймуром Пейпертом в книге «Перцептроны» (1969): «У метода обратного распространения ошибки несметное количество применений. По мере того, как росла его слава, становилось все больше известно о его истории. Оказалось, что, как это часто бывает в науке, метод **изобретали несколько раз**: французский информатик Ян Лекун и другие ученые наткнулись на него примерно в то же время, что и Румельхарт. Еще в 1980-е годы сообщение о методе обратного распространения отклонили на ведущей конференции по проблемам искусственного интеллекта, потому что, по мнению рецензентов, Минский и Пейперт доказали, что перцептроны не работают. Вообще говоря, Румельхарт считается изобретателем метода скорее по «тесту Колумба»: Колумб не был первым человеком, который открыл Америку, но он был последним. Оказалось, что Пол Вербос, аспирант Гарвардского университета, предложил **схожий алгоритм** в своей диссертации в 1974 году, а самая большая ирония в том, что Артур Брайсон и Хэ Юци, специалисты по теории управления, добились этого в 1969 году – именно когда Минский и Пейперт публиковали свою книгу «Perceptrons»!» (Домингос, 2016, с.136-137).

**1023. Открытие метода обратного распространения ошибки в трудах А.И. Галушкина, С.И. Барцева и В.А. Охонина.** Российские ученые Александр Иванович Галушкин (1940-2016), а также С.И. Барцев и В.А. Охонин – специалисты, независимо открывшие алгоритм обратного распространения ошибки.

Ф.М. Гафаров и А.Ф. Галимянов в книге «Искусственные нейронные сети и их приложения» (2018) пишут о событиях 1974 года: «1974 – Пол Дж. Вербос и А.И. Галушкин **одновременно изобретают** алгоритм обратного распространения ошибки для обучения многослойных перцептронов» (Гафаров, Галимянов, 2018, с.11). Далее авторы излагают события 1986 года: «1986 – Дэвидом И. Румельхартом, Дж. Е. Хинтоном и Рональдом Дж. Вильямсом и одновременно С.И. Барцевым и В.А. Охониным (Красноярская группа) **переоткрыт** и существенно развит метод обратного распространения ошибки. Начался взрыв интереса к обучаемым нейронным сетям» (там же, с.12).

Заслуги А.И. Галушкина освещает Л.Н. Ясницкий в статье «О приоритете советской науки в области нейроинформатики» (журнал «Нейрокомпьютеры: разработка, применение», 2019, том 21, № 1): «...На западе долгое время не было известно, что идеи и алгоритмы обучения многослойных структур персептронного типа были опубликованы в еще более ранних трудах советских ученых: А.И. Галушкина, В.А. Ванюшина, Б.П. Тюхова [5-7], относящихся к 1972-1974 гг. Кульминацией серии работ по алгоритмам обучения многослойных структур того времени стала монография А.И. Галушкина «Синтез многослойных систем распознавания образов», вышедшая в 1974 г. [7]. Как показано Э.Д. Аведьяном [10], алгоритмы американской [3, 4] и советской [5, 9] научных школ отличаются, главным образом, лишь способом вычисления градиента минимизируемого функционала, причем оба алгоритма приводят к одинаковым положительным результатам» (Ясницкий, 2019, с.7-8).



Здесь [5] – Ванюшин В.А., Галушкин А.И., Тюхов Б.П. Построение и исследование оптимальных многослойных систем распознавания образов в режиме обучения // сборник «Некоторые вопросы биологической кибернетики». Под ред. А.Л. Берга. – М.: «Наука», 1972. – С.315-323.

[6] – Галушкин А.И. Об алгоритмах адаптации в многослойных системах распознавания образов // Доклады АН УССР. – 1973. – Том 91. - № 1. – С.15-21.

[7] – Галушкин А.И. Синтез многослойных систем распознавания образов. – М.: «Энергия», 1974.

Результаты исследований С.И. Барцева и В.А. Охонина обсуждаются в следующем источнике. А.Н. Атаманов в автореферате диссертации «Динамическая итеративная оценка рисков информационной безопасности в автоматизированных системах» (2012) пишет о методе обратного распространения ошибки: «Данный метод обучения многослойного перцептрона впервые был описан в 1974 г. А.И. Галушкиным, а также **независимо и одновременно** П. Дж. Вербосом. Далее существенно развит в 1986 г. Д.И. Румельхартом, Дж. Е. Хинтоном и Р. Дж. Вильямсом и, **независимо и одновременно**, С.И. Барцевым и В.А. Охониным (Красноярская группа). Это итеративный градиентный алгоритм, который используется с целью минимизации ошибки работы многослойного перцептрона и получения желаемого выхода» (Атаманов, 2012, с.15-16).

Об этом же сообщает М.А. Сивак в автореферате диссертации «Робастное обучение нейронных сетей с простой архитектурой для решения задач классификации» (2022). Говоря об изобретении метода обратного распространения ошибки, она отмечает: «Здесь следует отметить также работы Галушкина А.И., Барцева С.И., Охонина В.А. – советских ученых, которые развивали идеи обучения нейронных сетей одновременно с западными специалистами и **независимо от них**» (Сивак, 2022, с.3).

**1024. Изобретение метода перекрестной проверки.** Метод перекрестной проверки изобрели независимо друг от друга М. Стоун (M. Stone) и С. Гессер (S. Geisser). Первый опубликовал данный метод в 1974 г., а его коллега – в 1975.

Саймон Хайкин в книге «Нейронные сети» (2006) пишет: «Сущность обучения методом обратного распространения заключается в кодировании отображения входа на выход (представленного множеством маркированных примеров) в синаптических весах и пороговых значениях многослойного перцептрона. Предполагается, что на примерах из прошлого сеть будет обучена настолько хорошо, что сможет обобщить их на будущее. С такой точки зрения процесс обучения обеспечивает настройку параметров сети для заданного множества данных. Более того, проблему настройки сети можно рассматривать как задачу выбора наилучшей модели из множества структур – «кандидатов» с учетом определенного критерия. Основой для решения такой задачи может стать стандартный статистический подход, получивший название перекрестной проверки (cross-validation) [1019], [1020]. В рамках этого подхода имеющиеся в наличии данные сначала случайным образом разбиваются на обучающее множество (training set) и тестовое множество (test set). Обучающее множество, в свою очередь, разбивается на два следующих несвязанных подмножества: подмножество для оценивания (estimation subset), используемое для выбора модели; проверочное подмножество (validation subset), используемое для тестирования модели» (Хайкин, 2006, с.288).

Далее в примечаниях автор констатирует: «История развития методологии «перекрестной проверки» описана в [1020]. Сама идея перекрестных проверок витала в воздухе еще в 1930-е годы, однако в виде технологии она оформилась лишь в 1960-1970-х годах. Важный вклад в развитие этого подхода внесли Стоун [1020] и Гессер [341], которые одновременно и **независимо друг от друга** представили эту методологию. Стоун назвал ее «методом перекрестной проверки», а Гессер – «прогнозируемым методом повторного использования обучающей выборки» (predictive sample reuse method)» (там же, с.288).

Здесь [341] – Geisser S. The predictive sample reuse method with applications // Journal of American Statistical Association. – 1975. – Vol.70. – № 350. - P.320-328.

[1020] – Stone M. Cross-validators choice and assessment of statistical predictions // Journal of the Royal Statistical Society. – 1974. – Vol.36. – № 2. - P.111-147.

**1025. Изобретение метода моделирования отжига в теории комбинаторной оптимизации.** Метод моделирования отжига появился в теории комбинаторной оптимизации в 1983 г. благодаря исследованиям С. Киркпатрика, К.Д. Гелатта и М.П. Векки. Независимо от них аналогичный метод открыл V. Cerny (1985).

Саймон Хайкин в книге «Нейронные сети» (2006) говорит о методе моделирования отжига (методе стохастической релаксации), который нашел применение в теории искусственных нейронных сетей: «Свое название этот метод получил по аналогии с процессами в физике или химии, где процесс начинается при более высокой температуре, которая затем понижается до достижения точки температурного равновесия. Основной целью моделирования отжига является поиск глобального минимума функции стоимости, которая характеризует большую и сложную систему. Этот метод является мощным инструментом решения невыпуклых задач оптимизации. Он объясняется одной достаточно простой идеей. При оптимизации очень больших и сложных систем (т.е. систем с множеством степеней свободы) вместо постоянно движения вниз по склону старайтесь двигаться по склону вниз большую часть времени. Моделирование отжига отличается от обычных итеративных алгоритмов оптимизации двумя важными аспектами. Этот алгоритм не «стопорится», так как выход из точки локального минимума всегда возможен при работе системы в условиях ненулевой температуры. Моделирование отжига является адаптивным» (Хайкин, 2006, с.708-709). В примечаниях автор сообщает: «Идея введения температуры и моделирования отжига в задачах комбинаторной оптимизации **появилась независимо** в [179] и [560]» (там же, с.708).

Здесь [179] – Cerny V. Thermodynamic approach to the travelling salesman problem // Journal of Optimization Theory and Applications. – 1985. – Vol.45. – P.41-51.

[560] – Kirkpatrick S., Gelatt C.D., Vecchi M.P. Optimization by simulated annealing // Science. – 1983. – Vol.220. – P.671-680.

Следует отметить, что С. Киркпатрик пришел к мысли об использовании метода отжига в теории оптимизации по аналогии с использованием данного метода в статистической физике, при описании процесса образования в веществе кристаллической структуры. Другими словами, С. Киркпатрик перенес метод отжига из статистической физики в область задач оптимизации. А.С. Лопатин в статье «Метод отжига» (сборник «Стохастическая оптимизация в информатике», 2005, выпуск 1) пишет: «Метод отжига (синонимы: метод обжига, метод симуляции отжига, метод модельной закалки, simulated annealing) – это техника оптимизации, использующая упорядоченный случайный поиск **на основе аналогии** с процессом образования в веществе кристаллической структуры с минимальной энергией при охлаждении. История метода отжига начинается с 1953 года. В этом году Н. Метрополисом был разработан алгоритм симуляции установления равновесия в системе с множеством степеней свободы при заданной температуре [1]. В начале 80-х у С. Киркпатрика [2] впервые появилась идея использовать этот алгоритм не только для моделирования физических систем, но и для решения некоторых задач оптимизации» (Лопатин, 2005, с.133).

Об этом же сообщают С.А. Крутман и В.Г. Поспехов в статье «Методы глобальной оптимизации оптических систем» («Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана», серия «Приборостроение», 2012, № 1): «В 1983 г. С. Киркпатрик [22] указал на **схожесть** процесса оптимизации и процесса получения низкотемпературного состояния вещества при отжиге, предложив реализовывать первое как имитацию второго, уподобив различные перестройки оптимизируемой системы перестройкам системы частиц охлаждаемого вещества, а оптимизируемую функцию – энергии системы частиц этого вещества» (Крутман, Поспехов,

2012, с.88-89). «...С. Киркпатрик использовал так называемый алгоритм Метрополиса [23], предложенный М. Розенблютом, Н. Метрополисом и другими, для моделирования равновесных состояний систем атомов при заданных температурах» (там же, с.89).

### Заключение

Итак, мы рассмотрели более тысячи научных открытий, которые были сделаны разными учеными независимо друг от друга. Многие из них относятся к категории одновременных научных находок, то есть исследователи, не зная друг о друге, практически одновременно получали одни и те же результаты. Чтобы понять несовместимость одновременных (повторных) открытий с концепцией наследственного таланта, достаточно сопоставить их с этой концепцией. Ф. Гальтон утверждал, что талант – наследственный дар, что гений – редкое явление, так как природа наделяет высоким (экстраординарным) интеллектом лишь немногих из нас. В соответствии с таким взглядом одновременные научные открытия – это достижения, к которым приходят люди, наделенные одним и тем же талантом, идентичной наследственностью. Другими словами, чтобы два разных исследователя сделали одно и то же открытие, они должны обладать одинаковыми (редкими, уникальными) генами, обуславливающими их способность проникать в тайны окружающего мира.

Выше мы описали экспериментальное открытие электромагнитных волн, предсказанных Максвеллом. Мы отметили, что эти волны открыли независимо друг от друга немецкий физик Генрих Герц и его английский коллега Дэвид Эдвард Хьюз (1830-1900). Если рассуждать в стиле Ф. Гальтона, то Герц и Хьюз смогли сделать это открытие, поскольку обладали одинаковой наследственностью. Эта наследственность (с точки зрения теории врожденного таланта) неотвратимо «вела» их к упомянутому исследовательскому успеху. Другие ученые не смогли зафиксировать электромагнитные волны Максвелла, так как не обладали от природы «нужными генами» - генами, «знающими», как подтвердить электромагнитную теорию Максвелла. На самом деле причина одновременного открытия Герца и Хьюза заключается в совершенно других обстоятельствах. Эта причина в том, что они ставили похожие эксперименты. Наука достигла такого уровня развития, в исследовательских лабораториях появились такие приборы, что стало возможно детектировать электромагнитные волны. Если же ученый раз за разом фиксирует в своих экспериментах новое физическое явление, то появляются основания для индуктивного обобщения хорошо воспроизводимых новых результатов. Эксперимент и индукция (обобщение увиденного) – вот что позволило Герцу и Хьюзу сделать одинаковое открытие.

Рассматривая научные достижения Марии Склодовской-Кюри, мы указывали, что ей удалось открыть радиоактивность тория – химического элемента, впервые выделенного из минерала Якобом Берцелиусом в 1828 году. Независимо от нее радиоактивность тория обнаружил немецкий исследователь Эрхард Карл Шмидт (1865-1949). Каким образом Мария Кюри, увенчанная двумя Нобелевскими премиями, и Э.К. Шмидт (не получивший ни одной аналогичной награды) сделали это одновременное открытие? Благодаря тому, что они обладали одинаковыми генами? Нет, причина в другом. После того, как Анри Беккерель открыл радиоактивность солей урана, разумно было попытаться найти другие соли (химические соединения), демонстрирующие радиоактивность. Иначе говоря, разумно было провести серию экспериментов, направленных на поиск иных (не урановых) солей, характеризующихся свойством радиоактивности. Подобные опыты требовали исследования (перебора) большого числа солей, то есть нужно было вести поиск методом проб и ошибок. Этим поиском занялись М. Кюри и Э.К. Шмидт, не зная друг от друга. Экспериментальный поиск, проводимый в режиме метода проб и ошибок, а также индуктивное обобщение полученных результатов, - вот что позволило указанным специалистам открыть радиоактивность тория.

Анализируя открытие дифракции электронов, мы сообщали, что этот физический эффект обнаружили независимо друг от друга три исследователя – американец Клинтон Дэвиссон, англичанин Джордж Паджет Томсон и советский физик Петр Саввич Тартаковский (1895-1940). К. Дэвиссон и Д.П. Томсон получили за это открытие Нобелевскую премию по физике, тогда как П.С. Тартаковский не вошел в списки номинантов на эту премию. С точки зрения наследственной концепции Ф. Гальтона, перечисленные ученые сделали одновременное открытие ввиду того, что судьба «подарила» им одинаковые гены (определившие одинаковый уровень творческих способностей). В действительности причина лежит, как и в случае с предыдущими открытиями, в совершенно другой плоскости. Исследователи проводили похожие эксперименты (приборная база 1920-х годов позволяла ставить подобные опыты). К. Дэвиссон изучал отражение медленных электронов от кристаллов никеля, Д.П. Томсон исследовал прохождение быстрых электронов через металлическую фольгу. П.С. Тартаковский (как и К. Дэвиссон) наблюдал отражение медленных электронов от кристаллов никеля и алюминия. Картины рассеяния были очень похожи на изображения, получаемые при дифракции рентгеновских волн. Отсюда все трое и пришли к выводу о существовании дифракции электронов (вновь решающую роль сыграли эксперимент и индуктивное обобщение его результатов).

Описывая открытие комбинационного рассеяния света, мы отмечали, что данное физическое явление открыли независимо друг от друга советские физики Л.И. Мандельштам и Г.С. Ландсберг, с одной стороны, и индийские ученые Венката Раман и К.С. Кришнан – с другой. В 1930 г. Нобелевский комитет оценил это важное научное достижение, вручив В. Раману престижную премию. Советские исследователи остались без награды, так как (в силу неблагоприятного стечения обстоятельств) они задержали публикацию своих результатов. По какой причине советские и индийские ученые смогли обнаружить один и тот же физический эффект? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно сначала выяснить, как эти ученые пришли к мысли о том, что должен существовать новый физический эффект, названный комбинационным рассеянием света. Оказывается, и советские, и индийские ученые пришли к этой мысли, руководствуясь аналогией. Л.И. Мандельштам искал аналог радиофизического эффекта модуляции и изменения длины радиоволн звуковыми колебаниями, а В. Раман искал аналог эффекта Комптона – явления увеличения длины волны рентгеновских лучей при их рассеянии на электронах. Таким образом, к открытию нового явления обоих ученых привело использование операции аналогии (важного компонента индуктивных рассуждений), а не «гены экстраординарного интеллекта».

Обсуждая теорию радиоактивного альфа-распада (теорию туннелирования частиц сквозь потенциальный барьер), мы говорили о том, что ее создали независимо друг от друга американские ученые Рональд Герни и Эдвард Кондон, с одной стороны, и советский физик-теоретик Георгий Антонович Гамов (1904-1968) – с другой. Казалось бы, разные ученые получили один и тот же результат в силу того, что обладали идентичными генетическими структурами, «подсказавшими» им путь к открытию. Однако сразу возникают вопросы: как гены могут подсказывать путь к открытию? Им известен этот путь? В генах записана информация о том, как создать теорию радиоактивного альфа-распада? Абсолютно точно известно, что гены не содержат и не могут содержать такой информации. Исследовательский успех Р. Герни, Э. Кондона и Г.А. Гамова определялся тем, что они использовали аналогию между процессом альфа-распада и явлением прохождения световых лучей сквозь узкие щели. Для видимого света, когда ширина зазора между двумя кусками стекла сравнима с длиной его волны, часть излучения все-таки проникает через воздушный зазор из первого куска стекла во второй. Рассуждая по аналогии, Г.А. Гамов и другие ученые решили, что альфа-частица может просочиться через потенциальный барьер ядерных сил и покинуть атом даже в том случае, если ее энергия недостаточна, чтобы преодолеть этот барьер. Еще раз приведем цитату из книги О.А. Старосельской-Никитиной

«История радиоактивности и возникновения ядерной физики» (1963), где описывается указанная аналогия: «Возможность для  $\alpha$ -частицы выйти за пределы потенциального барьера есть прямое следствие квантовой механики. Подобно тому, как в оптике свет, падая на границу раздела двух сред, с углом большим, чем угол полного внутреннего отражения, отчасти проникает во вторую среду, так же точно в волновой механике волны де Бройля – Шредингера могут отчасти проникать в область мнимой скорости, давая возможность частицам проникать через барьер. Эти представления Гамова оказались очень плодотворными в учении о радиоактивности...» (Старосельская-Никитина, 1963, с.263).

В 1935 г. Нобелевскую премию по физике получили французский ученый Фредерик Жолио-Кюри и его супруга Ирен Жолио-Кюри за открытие искусственной радиоактивности. Независимо от них искусственную радиоактивность обнаружил советский физик Абрам Исаакович Алиханов (1904-1970) с сотрудниками. К сожалению, А.И. Алиханов задержал публикацию своих результатов на несколько месяцев, поэтому не мог претендовать на упомянутую премию (повторилась история Л.И. Мандельштама и Г.С. Ландсберга). Можно было бы предположить, что супруги Жолио-Кюри и А.И. Алиханов оказались счастливыми людьми, которым досталась одинаковая наследственность («гены таланта», позволившие открыть искусственную радиоактивность). Но в действительности их одновременное открытие – результат проведения однотипных экспериментов. Облучая различные атомные ядра альфа-частицами, супруги Жолио-Кюри заметили, что при этом возникают радиоактивные продукты ядерных реакций, а некоторые из этих продуктов обладают позитронной активностью (в этом и состояло открытие искусственной радиоактивности). А.И. Алиханов проводил похожие опыты: он натолкнулся на искусственную радиоактивность, изучая энергетический спектр электронов и позитронов, испускаемых различными радиоактивными источниками (в том числе искусственными). Зачем апеллировать к «генам таланта», если есть эксперименты, логически натолкнувшие на мысль о существовании нового явления?

В основе функционирования атомных станций лежит цепная реакция деления атомных ядер. Она же является принципом действия ядерного оружия. Возможность цепных ядерных реакций предсказали независимо друг от друга ученые из трех разных стран – СССР, США и Франция. В СССР это предсказание сделали Я.Б. Зельдович, Ю.Б. Харитон, Г.Н. Флеров. В США к мысли о цепном механизме деления ядер пришли Энрико Ферми и Лео Сцилард. Во Франции аналогичную мысль сформулировал Фредерик Жолио-Кюри. На чем базировалось это теоретическое открытие? На одинаковых генах выше указанных ученых? Нет. Оно базировалось на достижениях, ставших достоянием науки в конце 1930-х годов, то есть к моменту публикации данного предсказания. Во-первых, к тому времени уже была создана теория цепных химических реакций (это сделал Макс Боденштейн). Во-вторых, после работ Боденштейна была разработана теория разветвленных цепных химических реакций (Н.Н. Семенов, Нобелевская премия за 1956 г.). В-третьих, легко было допустить, что расщепление урана-235 сопровождается высвобождением новых (вторичных) нейтронов, что и было впоследствии подтверждено экспериментально. Что касается теорий Боденштейна и Семенова, то принципы этих теорий легко переносились (разумеется, по аналогии) в область реакций деления атомных ядер, то есть из химии в ядерную физику.

Кого считать первооткрывателем ускорителя частиц, названного «бетатроном»? Если моментом открытия считать рождение идеи о целесообразности использовать индукционный принцип ускорения электронов, то у бетатрона окажется несколько «отцов». Это американский физик Джозеф Слепьян (1891-1969), норвежский исследователь Рольф Видероз, немецкий физик Макс Штеенбек (1904-1981) и американский ученый Дональд Керст (1911-1993). Глядя на них, Ф. Гальтон, безусловно, заявил бы, что в их наследственном (генетическом) аппарате было закодировано их выдающееся научное достижение. На самом деле единственный фактор, благодаря которому они независимо пришли к одной и той же идее – уже многократно встречавшаяся нам операция аналогии.

Упомянутые ученые независимо друг от друга, руководствуясь аналогией, перенесли эффект электромагнитной индукции (эффект, открытый М. Фарадеем) в область ускорения частиц. Иначе говоря, они нашли этому эффекту новое применение (перенесли его туда, где он еще не использовался).

Создателями теории слабых взаимодействий часто называют двух американских физиков-теоретиков – Ричарда Фейнмана (Нобелевская премия, 1965 г.) и Мюррея Гелл-Манна (Нобелевская премия, 1969 г.). Они пришли к этой теории независимо друг от друга, но во избежание приоритетного спора редактор журнала убедил их в необходимости опубликовать совместную статью. Примечательно, что были и другие ученые, самостоятельно сформулировавшие данную теорию: Роберт Маршак, Джордж Сударшан и Джон Сакураи. В чем причина такого совпадения? В том, что идея новой теории слабых ядерных взаимодействий «вита в воздухе». В науке появились факты, которые не учитывала старая теория слабых взаимодействий (теория бета-распада), построенная Энрико Ферми. Нужно было включить в старую теорию эти новые факты, то есть модифицировать прежнюю концепцию с учетом новых открытий. Это и сделали (вполне самостоятельно) Фейнман, Гелл-Манн, Сударшан и Сакураи, обобщая новые экспериментальные результаты.

Рано или поздно ученые должны были обратить внимание на аналогию слабых взаимодействий и электромагнетизма. И на основе этой аналогии начать разработку теории, объединяющей слабые и электромагнитные взаимодействия. В конце концов, такая теория (названная «электрослабой») действительно была построена. Это сделали независимо друг от друга Стивен Вайнберг, Абдус Салам и Шелдон Глэшоу. Их успех – результат того, что в физике появились инструменты (факты, идеи, принципы), позволявшие решить задачу объединения двух разных сил. Появилась теория Янга-Миллса, был сформулирован принцип спонтанного нарушения симметрии и т.д. Но главное – возникло понимание аналогии слабых и электромагнитных взаимодействий. Именно это понимание (а не «наследственный дар» объединять разные концепции) определило конечный результат исследований трех названных физиков.

Сверхтекучую модель атомного ядра разработали независимо друг от друга датчанин Оге Бор и американец Бен Моттelson, с одной стороны, и советские физики Аркадий Бенедиктович Мигдал (1911-1991) и Вадим Георгиевич Соловьев (1925-1998) – с другой. Чтобы создать эту модель, нужно было хорошо знать, по меньшей мере, две физические концепции – теорию сверхтекучести жидкого гелия (развитую Л.Д. Ландау и другими специалистами) и теорию сверхпроводимости (предложенную Д. Бардином, Л. Купером и Р. Шриффером, а также Н.Н. Боголюбовым в 1956 г.). Используя аналогию (стандартный мыслительный прием), названные ученые предположили, что нуклоны в атомном ядре объединяются в пары подобно процессу спаривания электронов в сверхпроводнике. В.Г. Соловьев разработал математический аппарат для описания сверхтекучести в атомном ядре по аналогии с математическим аппаратом, созданным Н.Н. Боголюбовым для описания сверхтекучести жидкого гелия.

После того, как В. Слайфер и Э. Хаббл открыли эффект взаимного удаления («разбегания») галактик, была сформулирована идея о том, что скорость удаления галактик пропорциональна расстоянию между ними. Эта зависимость между скоростью движения галактик и их расстоянием получила название «закона Хаббла». Независимо от Э. Хаббла к идее о наличии такой зависимости пришли шведский астроном Кнут Лундмарк, бельгийский космолог Жорж Леметр, американский физик Говард Робертсон. Можно было бы предположить, что упомянутая идея явилась продуктом невероятного интуитивного прозрения, «счастливого инсайта», обусловленного «генами высокого интеллекта», о которых писали и пишут сторонники концепции Ф. Гальтона. Однако такое предположение является заведомо ошибочным. Догадка, одновременно возникшая в голове К. Лундмарка, Ж. Леметра, Г. Робертсона и самого Э. Хаббла, представляла собой индуктивное обобщение астрономических результатов В. Слайфера и Э. Хаббла. Помимо всего прочего, прямо

пропорциональная зависимость «скорость - расстояние» подсказывалась теорией тяготения Ньютона.

Черная дыра – космический объект, который по определению не способен излучать какие-либо волны (кванты электромагнитного излучения). Однако британский физик Стивен Хокинг (1975) предсказал, что черные дыры не могут быть абсолютно черными: они должны излучать частицы в силу вполне естественных механизмов. Это излучение, источником которого являются черные дыры, получило название «эффекта Хокинга». Независимо от британского ученого этот же эффект предсказал советский физик Владимир Наумович Грибов (1930-1997). Отбрасывая представление об одинаковых генах (объяснительный принцип теории наследственного дара), укажем, что эквивалентное предсказание, сделанное разными исследователями, базировалось (в который уже раз!) на применении аналогии. Хокинг и Грибов были знакомы с «эффектом Швингера», состоящим в том, что в сильном электрическом поле физический вакуум приобретает такие свойства, что в нем постоянно рождаются электрон-позитронные пары. Рассуждая по аналогии, они пришли к заключению, что в сильном гравитационном поле черной дыры также должны рождаться пары частиц. Эти частицы и будут тем излучением, которое станет уносить часть энергии черной дыры.

Важным достижением в области арифметики (теории чисел) стало открытие квадратичного закона взаимности, который часто называется «жемчужиной арифметики» или «золотой теоремой». Эту теорему открыли независимо друг от друга Леонард Эйлер (1772), Адриен Мари Лежандр (1785) и Карл Гаусс (1795). Если разделять представления Ф. Гальтона о наследовании творческих способностей, то следует допустить, что Эйлер, Лежандр и Гаусс имели наследственные структуры (генетические факторы), благодаря которым они (разные математики) пришли к одному и тому же открытию. Однако такое объяснение противоречит тому факту, что Эйлер, Лежандр и Гаусс открыли квадратичный закон взаимности чисто индуктивно, в ходе анализа большого числового материала и индуктивного обобщения выявленных арифметических закономерностей. Причем Гаусс использовал индукцию не только в процессе первоначального открытия «золотой теоремы», но при ее строгом математическом доказательстве. Поэтому В. Бюлер в книге «Гаусс. Биографическое исследование» (1989) подчеркивал: «Мышление Гаусса было **индуктивным** в исключительной степени; отсюда его голод на факты, его любовь к деталям, будь то в математике, естественных науках или в любой другой сфере интеллектуальной жизни» (там же, с.152).

Э.Т. Белл в книге «Творцы математики» (1979) пишет: «...Уместно процитировать некоторые знаменитые высказывания Гаусса, касающиеся излюбленной области интересов Ферма и его собственных. Они содержатся в предисловии Гаусса к собранию математических трудов Эйзенштейна, опубликованному в 1847 г. «Высшая арифметика предлагает нам неиссякаемый запас интересных истин – истин, которые не стоят изолированно, а соединены глубокими внутренними связями и между которыми по мере увеличения нашего знания мы постоянно открываем всё новые и новые, иногда полностью неожиданные связи. Значительная часть ее теорий порождает дополнительное очарование необычностью тех важных предложений, отмеченных впечатляющей простотой, которые часто выводятся **путем индукции** и, тем не менее, имеют столь глубокий характер, что мы находим их доказательства только после многих тщетных попыток; но даже, когда мы добиваемся успеха, его приносит зачастую громоздкий и искусственный вывод, тогда как более простые методы могут долго оставаться скрытыми от нас» (Белл, 1979, с.66-67).

Далее автор говорит о Гауссе: «Занявшись непосредственно самими числами, он экспериментировал с ними, открывал **по индукции** глубокомысленные общие теоремы, доказательства которых даже ему стоили усилий. Именно таким способом он переоткрыл «жемчужину арифметики» - «золотую теорему» (theorema aureum), к которой Эйлер также пришел **индуктивно** и которая известна как закон взаимности квадратичных вычетов» (Белл, 1979, с.183).

Рассматривая появившееся в математике в 1825 г. доказательство великой теоремы Ферма для  $n = 5$ , мы отмечали, что это доказательство нашли независимо друг от друга А.М. Лежандр и Густав Лежен Дирихле (1805-1859). Успех Лежандра и Дирихле полностью укладывается в схему, описываемую фразой «идея носилась в воздухе». Если эта фраза отражает реальное положение вещей, а не является всего лишь «красивым выражением», то следует признать, что к 1825 г. в математической науке появились результаты (идеи, принципы, факты), подсказывавшие доказательство указанной теоремы Ферма для случая  $n = 5$ . В самом деле, в этот период времени французская женщина-математик Софи Жермен (1776-1831) открыла новый способ математических рассуждений, касающийся теоремы Ферма. Она показала, что если уравнение  $x^n + y^n = z^n$  имеет решения для таких  $n$ , что  $2n + 1$  также простое число, то либо  $x$ , либо  $y$ , либо  $z$  делится на  $n$ . Если проанализировать работы Лежандра и Дирихле, то выясняется, что именно этот способ рассуждений они использовали, доказывая упомянутую теорему. Таким образом, одновременное открытие Лежандра и Дирихле – результат того, что они смогли своевременно ознакомиться с работой Софи Жермен, где излагался новый метод рассуждений, и применить его для доказательства теоремы Ферма. Другими словами, их одновременный прорыв в решении важной математической проблемы определялся одновременным получением необходимой информации (метод Жермен). Если бы данный метод не оказался в их распоряжении, то в этом случае не помогли бы никакие «гены таланта» (если допустить гипотетическую возможность их существования).

Наследственная концепция таланта, предложенная Ф. Гальтоном, опровергается не только многочисленными фактами одновременных научных открытий. Как мы отметили в первой главе, она опровергается и многими другими эмпирическими данными. Перечислим направления исследований, в которых Ф. Гальтон и его сторонники потерпели фиаско:

- изучение успеваемости британских студентов;
- исследование родословных выдающихся людей;
- исследование интеллекта близнецов (вспомним фальсификации в работах С. Берта);
- провал проекта изучения «одаренных» детей (проекта Льюиса Термена);
- исследование IQ детей, попадающих из сиротского приюта в обычные семьи;
- провал эксперимента Роберта Грэма по выращиванию гениев из банка спермы лауреатов Нобелевской премии (а также из спермы обладателей высокого IQ);
- открытие «эффекта Флинна» (эффекта увеличения среднего коэффициента интеллекта на три пункта за каждое десятилетие);
- открытие многочисленных фактов пластичности мозга, то есть изменения структуры нервной ткани под влиянием обучения (эксперименты Мариан Даймонд, Майкла Мерцениха, Элеоноры Магуайр и др.);
- отрицательный результат попыток выявить связь между коэффициентом интеллекта и конкретными генами (в том числе генами IGF2R, D4DR, COMT и др.);
- успешные эксперименты по воспитанию творческих способностей в различных областях (например, опыт Ласло Полгар по воспитанию выдающихся шахматистов);
- анализ развития музыкальных способностей известных композиторов (в том числе Вольфганга Моцарта);
- изучение скрипачей Берлинской школы музыки (открытие Андерса Эрикссона);
- анализ универсальности человеческой логики (доказательство доступности операций индукции, аналогии и дедукции детям школьного возраста);
- анализ порочности (ничтожности) аргументов, использованных британским философом Карлом Поппером для опровержения креативной роли индуктивного мышления в науке;
- несовместимость наследственной концепции Ф. Гальтона с феноменом случайных открытий.

Изучая успеваемость британских студентов, Ф. Гальтон пришел к выводу, что инструментом измерения уровня развития интеллекта могут служить оценки, получаемые



студентами при сдаче вступительных экзаменов и при дальнейшем обучении в университете. Интерпретируя различия этих оценок (показателей успеваемости), Кузен Дарвина решил, что они отражают различия интеллектуальных способностей людей, причем именно наследственную компоненту этих различий. Если развивать этот взгляд, то легко прийти к заключению, что высокие оценки одних учащихся и низкие других показывают врожденный уровень каждого индивида. Следовательно, нет смысла пытаться улучшить успеваемость слабых студентов, устранить их отставание от сильных, поскольку их экзаменационные баллы – это их биологический потолок (выше которого им не подняться при любых прилагаемых усилиях). В первой главе мы отмечали, что Ф. Гальтон обучался в Кембриджском университете и, желая повысить свои оценки по математике, неоднократно нанимал репетиторов, обучавших его искусству решать математические задачи. Ф. Гальтон не заметил, что сам факт его работы с репетиторами, которые помогли ему улучшить уровень математической подготовки (хотя и не настолько, чтобы сдать экзамен на отлично), указывает на некорректность его идей относительно наследственной обусловленности уровня успеваемости студентов.

Имеются и другие данные, свидетельствующие о том, что экзаменационные баллы не являются биологическим потолком. Они (эти данные) показывают, что при использовании эффективных методик обучения любого слабого школьника или студента можно поднять до уровня блестящего эрудита, не просто освоившего определенные знания, но и умеющего пользоваться ими. Это продемонстрировал Хайме Эскаланте (1930-2010) – американский педагог, преподававший математику учащимся средней школы Гарфилда в Лос-Анджелесе (США). Когда он только приступил к занятиям, школа Гарфилда находилась на грани закрытия (лишения аккредитации), а ее ученики – выходцы из бедных латиноамериканских семей – имели один из самых низких уровней подготовки по различным дисциплинам. Эскаланте смог сформировать в учениках привычку к упорному труду, приверженность к достижению наивысших результатов. В результате дети освоили разделы высшей математики (в том числе дифференциальное и интегральное исчисление) и стали успешно сдавать экзамены по этому предмету.

Кэрл Дуэк в книге «Гибкое сознание» (2013) пишет: «Гарфилдская средняя школа была одним из худших учебных заведений Лос-Анджелеса. Сказать, что ее ученики в ней не интересовались учебой, а учителя не питали иллюзий, что могут что-либо изменить, – это значит ничего не сказать. Но Хайме Эскаланте [83], прославившийся после выхода в свет фильма «Выстоять и сделать» [25], недолго думая, взял да и научил ее подопечных – детей из беднейшего латиноамериканского квартала города – математике на уровне вуза. <...> Причем Эскаланте не просто преподавал школьникам высшую математику, а смог, вместе со своим коллегой Бенджаминем Хименесом, вывести своих учеников на первые места в общенациональном тесте по математике. В 1987 году Гарфилдская средняя оказалась на четвертом месте в стране по количеству учеников, сдавших тест по программе углубленного изучения математики. Впереди нее оказались только три другие муниципальные школы, причем среди них были средняя школа им. Стайвесанта и средняя школа естественных наук Бронкса – элитные нью-йоркские школы с математическим уклоном. Более того: большинство учеников школы в Гарфилде получили настолько высокие оценки за этот тест, что завоевали право на поступление в колледж. <...> Это означает, что мы, недооценивая способность учеников к развитию, теряем огромный интеллектуальный потенциал» (Дуэк, 2013, с.94).

Здесь [83] – Matthews J. Escalante: The Best Teacher in America. – New York: Henry Holt, 1998.

Об этом же сообщает Джон Максвелл в книге «21 неопровержимый закон лидерства» (2005). Автор говорит о школьниках, которые вошли во вторую группу, подготовленную Эскаланте для углубленного изучения математики (именно эти учащиеся стали героями фильма, упомянутого выше): «...Группа старшеклассников, насчитывавшая восемнадцать человек, как раз была предметом фильма «Встань и сделай». Подобно своим

предшественникам, они очень упорно трудились над освоением дифференциального и интегрального исчисления, а также других высших разделов математики, причем многие каждый день приходили в школу к семи часам утра - за целых полтора часа перед началом школьных занятий. И часто они оставались после уроков до пяти, шести или даже до семи часов пополудни. Когда в мае эти старшеклассники приступали к сдаче теста ПР, то чувствовали, что хорошо подготовились» (Дж. Максвелл, 2005). «...Интерес к продвинутой программе изучения математики, - продолжает автор, - стал расти как на дрожжах. В 1983 году число школьников, успешно сдавших ПР-экзамен по дифференциальному и интегральному исчислению, почти удвоилось - с 18 до 31. В следующем году это количество снова удвоилось, достигнув 63. И столь бурный рост продолжался. В 1987 году уже 129 выпускников сдавали данный экзамен, причем 85 из них получили право на зачисление в колледж. Гарфилдская средняя школа восточного округа Лос-Анджелеса, когда-то считавшаяся - и не без оснований - чуть ли не **выгребной ямой** всего этого района, дала 27 процентов от общего количества американских школьников мексиканского происхождения во всех Соединенных Штатах, набравших проходные баллы при сдаче ПР-экзамена по дифференциальному и интегральному исчислению» (Дж. Максвелл, 2005).

Многое здесь зависит от самих педагогов. Те из них, кто готов тратить время и силы на преодоление отставания одних учащихся от других, в конце концов, непременно достигают этой цели. Если же преподаватель не верит в равные интеллектуальные способности своих подопечных и не стремится к тому, чтобы каждый из них приблизился к максимуму этих способностей, то между студентами будут сохраняться (и даже со временем нарастать) различия в уровне успеваемости.

Кэрл Дуэк в той же книге «Гибкое сознание» (2013) отмечает: «Не забывайте, что оценки на экзаменах и показатели достижений отражают лишь **текущее положение** ученика, но они ничего не могут сказать о том, чего он может добиться в будущем. Немецкий исследователь Фалько Райнберг [89] провел опрос школьных учителей, обладающих различными установками. Некоторые из них разделяли установку на данность. Они были убеждены, что ученики, поступающие к ним в класс с разными оценками, имеют разные возможности, и эти их различия глубоки и непреодолимы. «По своему опыту я знаю, что уровень результатов учеников в течение всего года по большому счету остается неизменным». «Если я знаю уровень интеллекта ученика, я могу довольно точно предсказать, как у него в дальнейшем сложится учеба» (Дуэк, 2013, с.97-98). «Но были и преподаватели, которые разделяли и продвигали установку на рост. Они придерживались мнения, что все дети способны развивать свои умения и навыки, и в их классах происходили очень странные события. То, в какой группе начал год ученик, не имело принципиального значения. И те, и другие школьники в конце года демонстрировали очень высокие результаты. Под руководством преподавателя, направлявшего их на путь самосовершенствования, отличия между двумя группами исчезали. Эти учителя находили способ «достучаться» до своих «менее способных» учеников» (там же, с.98).

Здесь [89] – Rheinberg F. Leistungsbewertung und Lernmotivation. – Göttingen: Hogrefe, 1980.

Тот факт, что школьные и университетские оценки отражают лишь текущее положение учащегося, а результаты прохождения тестов IQ не могут предсказать наши будущие успехи, - весьма важное обстоятельство. Именно это обстоятельство является причиной провала двух крупных проектов в США: проекта лонгитюдного исследования судьбы детей, показавших высокий уровень интеллекта при серии обследований с помощью тестов Стэнфорд-Бине (проекта Льюиса Термена) и программы выращивания талантов и гениев из спермы лауреатов Нобелевской премии и обладателей высокого IQ (программы Роберта Грэма). Как известно, никто из участников проекта Л. Термена (а их было почти полторы тысячи) не достиг каких-либо значимых результатов в области науки, искусства, политики и других сферах, не вошел в категорию тех, кого называют талантом и гением. Аналогично, ни одна женщина, воспользовавшаяся ресурсами «Репозитория

зародышевого выбора», созданного Р. Грэмом (ресурсами банка спермы Нобелевских лауреатов и обладателей высокого IQ), не родила ребенка, из которого впоследствии вырос бы выдающийся деятель, способный внести существенный вклад в развитие общества. Причина в том, что условием достижения выдающихся результатов являются не «удачные гены» и не высокий коэффициент интеллекта, показанный в детстве или позже. Выдающиеся результаты – следствие выдающихся усилий (в том числе колоссальной настойчивости и терпения в поиске), а эти факторы не имеют никакого отношения к наследственности. Обладатели высокого IQ редко демонстрируют настойчивость в поиске, в решении сложнейших научных и иных проблем, не похожих на те тестовые вопросы (задачи), ответы на которые можно найти в конце параграфа или на последней странице книги. Чаще всего люди, получившие высокие баллы при IQ-обследовании (они давно создали свой собственный клуб под названием «Менса», чтобы легко распознавать «своих»), занимаются выяснением, у кого выше IQ, проводят турниры по решению головоломок, а также придумывают всё новые и новые тесты для оценки собственного интеллекта. Жаль, что Льюис Термен и Роберт Грэм не знали об этом явлении, названном «парадоксом клуба Менса»: это знание позволило бы им скорректировать цели своих проектов либо вообще отказаться от их реализации (ввиду бесперспективности).

Уильям Паундстоун в книге «Как сдвинуть гору Фудзи» (2004) пишет: «Одна из парадоксальных иллюстраций проблемы измерения интеллекта связана с клубом Менса. Этот клуб, основанный в 1946 году в Великобритании, требует, чтобы кандидаты на вступление в него доказали, что их результат по тесту Стэнфорда-Бине или какому-то другому авторитетному тесту интеллекта попадает в 2 процента наилучших результатов (подтверждающий это документ должен быть заверен нотариусом!). Тем не менее, вы часто можете услышать о «парадоксе Менса»: дело в том, что многие «головастые» члены этого клуба – это самые обычные люди, которые выполняют самую банальную работу» (У. Паундстоун, 2004). «Почти в каждом популярном журнале вы можете найти шутки о заурядности членов клуба Менса в обычной жизни: если эти люди так умны, почему же они не стали богатыми, знаменитыми, не получили Нобелевскую премию, наконец, просто не добились заметного успеха в своей профессии?» (У. Паундстоун, 2004).

Далее автор указывает: «Утверждение о том, что многие обладатели высокого IQ – просто неудачники, так же старо, как и само тестирование интеллекта. Льюис Термен попытался его опровергнуть, организовав в 1928 году знаменитое исследование жизненного пути детей с высоким IQ. Он пытался показать, что такие дети – не просто забавная диковинка, они докажут свое преимущество, добившись реальных успехов в жизни. Прошло уже восемьдесят лет, а исследование, начатое Терменом, всё еще продолжается. Преемники Термена в Стэнфордском университете поклялись продолжить исследование «вундеркиндов», найденных в свое время Терменом, пока будет еще жив последний из них» (У. Паундстоун, 2004).

Клятвы клятвами, но одно дело быть «вундеркиндом» и совсем другое – годами работать в лаборатории, проводя сотни экспериментов в надежде найти то, что еще не описано ни в одном учебнике. Можно с уверенностью сказать, что авторы тех многочисленных одновременных (повторных) открытий, которые рассмотрены в предыдущих главах, думали не о своем коэффициенте интеллекта, а о том, как найти и сформулировать идею, которая будет правильно отражать окружающую реальность (устройство нашего мира).

Изучая биографии выдающихся ученых, Ф. Гальтон не уделил должного внимания не только одновременным научным открытиям, но и открытиям, которые специалисты обычно называют случайными или «почти случайными». А между тем такие открытия никак не согласуются с наследственной трактовкой таланта (возможно, именно поэтому Ф. Гальтон решил проигнорировать их).

Механизм случайных находок в науке объясняется достаточно просто. Выше мы отметили, что многие научные идеи рождаются на свет благодаря индуктивному

мышлению, то есть вследствие использования логических операций индукции и аналогии. Каков источник той исходной информации, которая служит материалом для реализации форм индуктивных рассуждений? Разумеется, эта информация берется из результатов наблюдения (экспериментов), но как ведется экспериментальный поиск этой информации на переднем крае науки, где человек видит множество «неизведанных территорий»? Этот поиск ведется методом проб и ошибок, здесь исследователь часто сталкивается с непреднамеренными (незапланированными) находками. Они и составляют суть случайных открытий (новых фактов, обнаруженных по схеме «искал одно, нашел другое»). Работая на этих «неизведанных территориях», вы не можете знать заранее, какие аспекты природы вам предстоит открыть, поэтому эти находки нельзя планировать (хотя после того, как вы совершили случайное открытие, вы уже можете делать определенные выводы и кое-что планировать).

Проиллюстрируем сказанное. Если посмотреть на таблицу химических элементов Д.И. Менделеева, сопоставив ее с историей открытия данных элементов, то легко заметить, что ученый, которому удавалось открыть и описать хотя бы один новый химический элемент, навсегда попадал в историю химии и мог претендовать на звание выдающегося ученого. Одним из таких выдающихся исследователей является французский химик Бернар Куртуа (1777-1838), открывший элемент йод. Каким же образом произошло (осуществилось) данное открытие? Ф. Сабадвари и А. Робинсон в книге «История аналитической химии» (1984) пишут: «Йод был открыт Бернаром Куртуа (1777-1838) или, если уж быть совершенно точными, его кошкой. Говорят, дело было так. Кошка столкнула со стола склянку с морскими водорослями. Склянка разбилась, водоросли смешались с чем-то ранее разлитым на полу и стали выделять фиолетовые пары. Свойства йода, образуемые им соединения и его реакции описаны Гей-Люссаком в его знаменитой статье, которую часто приводят в качестве прекрасного примера научного отчета» (Сабадвари, Робинсон, 1984, с.112).

Аналогичный эпизод имел место в жизни французского бактериолога Луи Пастера (1822-1895). Наиболее крупное его достижение – открытие метода вакцинации (способа предохранительных прививок). Как же Л. Пастер открыл данный метод? Д. Уилсон в книге «Тело и антитело» (1974) повествует: «Добиться успеха Пастеру помог один из классических в науке **«счастливых случаев»**, правда, не столь хорошо известный, как весьма сходная с ним история Флеминга и открытие пенициллина. Пастер работал с бациллами куриной холеры; у него была культура бацилл, которые, будучи введены даже в минимальном количестве, неизменно вызывали смерть цыплят. Но однажды, во время летнего отпуска, о некоторых культурах бацилл забыли на несколько недель – а происходило это в те времена, когда холодильников в лаборатории не существовало. Пастер ввел цыплятам старые культуры и убедился, что его подопытные остались живы. <...> Пастер развил свою **случайную** техническую ошибку, приготовив свежую культуру бацилл куриной холеры. Но когда в решающем эксперименте он ввел цыплятам, до того получившим «негодную» культуру, свежие бациллы, цыплята не подошли – они были иммунизированы. Так было открыто явление «ослабления» (Уилсон, 1974, с.106).

Теперь сформулируем два вопроса. Какой непредвиденный фактор неожиданно вторгся (вмешался) в исследования Б. Куртуа и Л. Пастера? В случае Б. Куртуа этим фактором оказалась кошка, разбившая склянку с морскими водорослями, а также то, что рядом находилась серная кислота, с которой смешались эти водоросли, начав выделять фиолетовые пары. В случае Л. Пастера непредвиденным фактором оказалась его забывчивость, в силу которой он забыл на несколько недель о микробах (бациллах), оставленных в термостате. Пролежав в термостате, эти микробы ослабли, практически утратив вирулентность. Введение этих ослабленных микробов в организм кур защищало их от сильных бацилл, обеспечивало кур иммунитетом. Нужен ли был какой-либо природный талант, чтобы первому ученому (Б. Куртуа) обратить внимание на появившиеся фиолетовые пары, а второму (Л. Пастеру) – заметить, что куры приобрели иммунитет после

заражения слабыми микробами? Нет, не нужен. Были ли в молекуле ДНК Б. Куртуа и Л. Пастера записаны сведения о непредвиденных обстоятельствах, позволивших им сделать важное открытие? Нет. Тогда что дает нам право утверждать (как это делал Ф. Гальтон), что выдающиеся ученые имеют наследственный талант делать научные открытия?

Примечательно, что французский мыслитель Клод-Адриан Гельвеций (1715-1771) был первым ученым, обратившим внимание на то, что случайные научные открытия ставят под сомнение наследственную теорию гениальности. В трактате «Об уме» (К.А. Гельвеций, «Сочинения в 2-х томах», том 1, 1973) он отмечает: «...Я утверждаю, что никто не получает одинакового воспитания, ибо наставниками каждого являются, если смею так выразиться, и форма правления, при которой он живет, и его друзья, и его любовницы, и окружающие его люди, и прочитанные им книги, и, наконец, случай, т.е. бесконечное множество событий, причину и сцепление которых мы не можем указать вследствие незнания их. А случай гораздо больше участвует в нашем воспитании, чем обыкновенно думают. Именно случай ставит перед нашими глазами известные предметы, следовательно, вызывает у нас особенно удачные идеи и приводит нас иногда к великим открытиям. <...> Случай привел Галилея во Флорентийские сады в то время, когда садовники накачивали воду; случай подсказал садовникам мысль обратиться к Галилею с вопросом, почему они не могут поднять воду выше, чем на 32 фута, а этот вопрос задел ум и тщеславие философа...» (Гельвеций, 1973, с.327). «Следовательно, великие гении часто бывали обязаны случаю своими наиболее удачными идеями» (там же, с.328).

Известный философ Дени Дидро (1713-1784) не мог согласиться с аргументами Гельвеция, полагая, что в его трактате «Об уме» содержится неустранимое противоречие – противоречие между тезисом о ненаследственной (социальной) природе гениальности и тезисом о важной роли случая в научном открытии. Дидро никак не мог примирить утверждение Гельвеция о том, что гениальность – это награда за самоотверженный труд, терпение и настойчивость, с его же мыслью об участии непредвиденных обстоятельств (элемента случайности) в процессе поиска истины. В действительности никакого противоречия здесь нет: упомянутые тезисы Гельвеция кажутся несовместимыми лишь на первый взгляд. Вспомним, что всякий раз, когда мы проникаем за грань известного, мы используем метод проб и ошибок (метод последовательного перебора). Во многих случаях пространство перебора (количество вариантов, подлежащих рассмотрению) может быть очень большим. Поэтому будут большими и наши усилия, предпринимаемые в ходе научного поиска. А случайные открытия, которые мы делаем при этом, являются наградой за время и ресурсы, потраченные на исследование конкретной проблемы. Другими словами, непреднамеренные (неожиданные) находки, не предусмотренные изначальными целями, являются результатом нашей усердной работы в рамках конкретной программы исследований. Нет поиска, определяемого (мотивируемого) этой программой, - нет случайных открытий.

Когда немецкий математик, изобретатель дифференциального исчисления, Готфрид Лейбниц (1646-1716) принялся разрабатывать свой универсальный алгоритм научного познания («универсальную характеристику»), он хотел избавить ученых от метода проб и ошибок, от использования индуктивного метода, который в ряде случаев может давать неверное знание, от случайных открытий, которые мы не можем предсказать. Иначе говоря, он верил в то, что научный поиск можно превратить в механическое манипулирование формулами какого-то алгоритма, не требующее серьезных усилий. Многочисленные исследования (в том числе исследования, завершившиеся формулировкой теоремы Геделя о неполноте) показали неосуществимость проекта Лейбница, следовательно, научный поиск всегда будет связан с определенными затратами времени и ресурсов.

А поскольку метод проб и ошибок (метод последовательного перебора) и индуктивные стратегии обработки информации не содержат в себе процессуальных компонентов, которые были бы доступны одним индивидам и недоступны другим, многие научные открытия делаются одновременно и независимо разными учеными. Насколько

часто встречаются подобные открытия, читатель убедился, пробежав по страницам этой книги. Одновременные (повторные) открытия опровергают наследственную концепцию таланта, предложенную Ф. Гальтоном, в такой же степени, как и случайные находки, обсужденные выше.

### **Перечень одновременных (повторных) открытий**

#### **Одновременные (повторные) открытия в области физики**

Открытие закона сухого трения  
Введение в науку переменной величины  
Открытие закона ускорения свободного падения тел  
Открытие закона равновесия тел на наклонной плоскости  
Разработка идеи эксперимента для определения скорости света  
Изобретение термоскопа  
Открытие закона преломления света  
Открытие интерференции света  
Открытие дифракции света  
Формулировка идеи о конечности скорости света  
Открытие закона деформации Гука  
Обнаружение связи между цветом светового луча и углом преломления  
Открытие закона всемирного тяготения  
Открытие закона центростремительного ускорения  
Изобретение часов со спиральной пружиной  
Математическая формулировка принципа наименьшего действия  
Открытие закона сохранения массы вещества  
Открытие закона сохранения момента количества движения  
Получение дифференциальной формы гидродинамического уравнения неразрывности  
Открытие закона постоянства углов в кристаллах  
Изобретение отражающего (зеркального) квадранта  
Изобретение лейденской банки (конденсатора)  
Формулировка идеи о тождестве (эквивалентности) электрической искры и молнии  
Изобретение молниеотвода  
Формулировка идеи о том, что притяжение электрических зарядов подчиняется закону обратных квадратов  
Разработка эксперимента для установления закона притяжения зарядов (закона Кулона)  
Экспериментальное открытие закона притяжения электрических зарядов  
Создание метода вариации произвольных постоянных  
Вклад в разработку гамильтонова формализма при решении задач классической механики и оптики  
Повторное открытие результатов Гамильтона в трудах Генриха Брунса  
Обнаружение скрытой теплоты плавления льда  
Открытие ультрафиолетовых лучей  
Открытие поляризации тепловых, то есть инфракрасных лучей  
Формулировка идеи о поперечном характере колебаний световых волн  
Создание теории двойного лучепреломления кристаллов  
Открытие эффекта Доплера  
Открытие темных линий солнечного спектра  
Открытие характера распределения заряда на поверхности проводника  
Открытие гальванической поляризации электродов  
Открытие электрической дуги

Выяснение условий, при которых электрический ток вызывает отклонение магнитной стрелки  
 Открытие эффекта намагничивания металлов электрическим током  
 Открытие электромагнитной индукции  
 Открытие явления самоиндукции  
 Открытие магнитной анизотропии кристаллов  
 Открытие хроматической поляризации света  
 Открытие закона Ома  
 Открытие частного случая закона Ома  
 Вывод уравнения, описывающего показатель преломления вещества для колебаний любой частоты  
 Предсказание электромагнитных волн  
 Получение математических уравнений, которые описывают электромагнитные волны  
 Разработка динамической теории газов, то есть молекулярно-кинетической теории  
 Открытие закона сохранения энергии  
 Открытие формулы связи между теплотой и работой  
 Открытие второго начала термодинамики (закона роста энтропии)  
 Обнаружение связи между электромагнитной индукцией и законом сохранения энергии  
 Открытие метода изображений, иначе называемого «методом зеркальных отображений»  
 Открытие предела разрешения объектива микроскопа  
 Открытие эффекта охлаждения газа при его быстром расширении  
 Вычисление диаметра молекулы  
 Создание теории поляризации диэлектриков  
 Открытие уравнений Навье-Стокса  
 Разработка теории ударных волн  
 Открытие волнового фронта в виде конусной поверхности – «конуса Маха»  
 Математическое описание уединенной волны (солитона Рассела)  
 Открытие электромагнитных волн, предсказанных Джеймсом Максвеллом  
 Открытие критерия устойчивости динамической системы  
 Открытие закона теплового действия электрического тока  
 Получение уравнений движения энергии Умова – Пойнтинга  
 Открытие общей теоремы о передаче энергии в электромагнитном поле  
 Формулировка идеи о том, что заряд, движущийся со сверхсветовой скоростью, должен излучать электромагнитные волны  
 Предсказание и открытие явления термодиффузии  
 Предсказание ионизированного слоя атмосферы, отражающего электромагнитные волны  
 Вывод барометрической формулы, описывающей экспоненциальный закон убывания плотности атмосферы с высотой  
 Опровержение эргодической гипотезы Больцмана  
 Открытие законов Гиббса – Коновалова  
 Открытие условия образования равновесной формы кристалла  
 Открытие закона Кирхгофа  
 Изобретение спектрального анализа  
 Создание математического аппарата векторного анализа  
 Изобретение интерферометра Цендера – Маха  
 Изобретение лучепреломляющей призмы (призмы Номарского - Федина)  
 Разработка общего метода определения функции распределения по скоростям в неоднородном газе  
 Открытие электрона (одной из первых элементарных частиц)  
 Получение первого рентгеновского снимка  
 Описание метода вращающегося кристалла в рентгенокопии  
 Открытие основной формулы рентгеноструктурного анализа

Открытие закона Рэля-Джинса  
 Разработка планетарной модели атома  
 Открытие закона подъемной силы крыла  
 Получение формул для главного вектора и главного момента сил давлений, действующих на профиль, обтекаемый потоком идеальной несжимаемой жидкости  
 Создание теории пограничного слоя  
 Открытие свойства ультрафиолетового света выбивать электроны из металла  
 Формулировка идеи о том, что любое волновое движение оказывает давление на тела  
 Открытие вариационного метода решения краевых задач математической физики (метода Рэля - Ритца)  
 Открытие того факта, что излучения радия отклоняется под действием магнитного поля  
 Открытие радиоактивности тория  
 Формулировка гипотезы о том, что радиоактивность, открытая Беккерелем, - результат самопроизвольного распада атомов  
 Открытие эффекта, позволившего изобрести спинтарископ – прибор для подсчета альфа-частиц  
 Открытие эффекта Штарка  
 Открытие броуновского движения  
 Формулировка гипотезы о том, что броуновское движение – результат хаотического движения молекул жидкости  
 Создание теории броуновского движения  
 Введение канонического ансамбля в статистическую физику  
 Открытие принципа относительности  
 Открытие принципа независимости скорости света от скорости его источника (одного из основных постулатов СТО)  
 Открытие принципа эквивалентности массы и энергии и знаменитой формулы  $E = mc^2$   
 Открытие релятивистских преобразований координат и времени  
 Открытие релятивистских преобразований координат и времени в трудах Вольдемара Фогта  
 Рождение гипотезы сокращения Лоренца – Фитцджеральда  
 Разработка геометрической четырехмерной модели теории относительности  
 Разработка кватернионного аналога специальной теории относительности  
 Формулировка идеи о том, что силы тяготения распространяются со скоростью света  
 Предсказание эффекта искривления световых лучей вблизи массивного небесного тела  
 Разработка пятимерной модели теории, объединяющей тяготение и электромагнетизм  
 Формулировка идеи о том, что свойства элементов являются функцией их порядкового номера в таблице Менделеева  
 Открытие закона радиоактивного смещения, то есть закона смещения Содди – Фаянса  
 Разработка квантовой теории атома  
 Открытие формулы, связывающей энергию атомного электрона с частотой его обращения  
 Открытие теоремы Бора – ван Левен  
 Построение теории теплоемкости кристаллов  
 Открытие общего условия квантования энергии электрона в атоме  
 Разработка метода квантования собственных колебаний поля излучения  
 Формулировка идеи о том, что электроны в атоме движутся по эллиптическим орбитам (разработка эллиптической модели атома)  
 Квантование торов для интегрируемых систем  
 Использование формализма подвижного репера в теории тяготения  
 Вывод уравнений движения масс в общей теории относительности (ОТО)  
 Создание квантовой теории многократно периодических систем  
 Открытие уравнения Клейна-Гордона  
 Построение теории эффекта Штарка для атома водорода



Открытие формулы Клейна-Нишины, которая описывает сечение комптоновского рассеяния света на электроны

Описание конфигурации электронов инертных газов

Описание спектров сложных атомов на основе модели атома Бора

Открытие радиоактивного химического элемента протактиния (изотопа урана  $X_2$ )

Изобретение эффективного ртутного диффузионного насоса

Теоретическое предсказание дифракции электронов

Экспериментальное открытие дифракции электронов

Открытие эффекта Рамзауэра – Таунсенда (явления аномально слабого рассеяния медленных электронов атомами нейтральных газов)

Открытие эквивалентности матричной механики Гейзенберга и волновой механики Шредингера

Формулировка идеи о существовании спина электрона

Открытие дисперсионных соотношений в классической электродинамике

Изобретение метода Бриллюэна – Вентцеля – Крамерса (метода ВКБ)

Формулировка идеи о том, что классическая механика и электродинамика не позволяют описать атомные процессы для элементов (начиная с гелия)

Открытие закона Ленгмюра – Богуславского

Разработка теории, в которой волновая функция уравнения Шредингера приобретает статистическое толкование

Предсказание новой элементарной частицы – антипротона

Открытие безызлучательного перехода электрона в атоме

Открытие эффекта комбинационного рассеяния света

Построение теории рэлеевского рассеяния (рассеяния света на звуке)

Экспериментальное открытие дифракции света на ультразвуковых волнах

Формулировка идеи о возможности определения электронных уровней внутри кристаллической решетки путем исследования спектров поглощения твердых тел

Открытие сверхвысокочастотных колебаний при исследовании работы электронных ламп

Введение понятия дислокации в теорию твердого тела

Открытие механизма размножения дислокаций

Открытие магнитного метода получения низких температур (охлаждение тел путем адиабатического размагничивания)

Открытие областей спонтанной намагниченности, то есть доменов в ферромагнетике

Открытие доменной структуры в жидких кристаллах

Построение квантово-механической теории ферромагнетизма

Формулировка концепции дырочной проводимости полупроводников

Разработка теории выпрямления тока

Создание модели Ванье – Мотта

Построение многоэлектронной теории металлов

Предсказание кинетического обмена электронов за счет виртуального перескока на соседние узлы

Открытие p-n-перехода в полупроводниках

Изобретение транзистора, то есть открытие транзисторного эффекта

Изобретение гиротронов, то есть мазеров на циклотронном резонансе

Построение теории туннельных явлений в полупроводниках

Открытие элементарной частицы нейтрона

Создание теории радиоактивного альфа-распада (теории туннелирования частиц сквозь потенциальный барьер)

Открытие статистики Ферми-Дирака

Повторное открытие статистики Ферми-Дирака в трудах П. Йордана

Открытие метода Томаса – Ферми

Открытие релятивистского волнового уравнения электрона

Изобретение метода вторичного квантования  
Создание квантовой теории преобразований  
Разработка метода самосогласованного поля (метода Хартри-Фока)  
Разработка теории комптоновского рассеяния  
Открытие элементарной частицы позитрона  
Открытие явления аннигиляции электрона и позитрона при столкновении  
Разработка теории радиоактивного  $\beta$ -распада  
Теоретическая разработка эксперимента Штерна-Герлаха, позволившего определить магнитный момент атома  
Формулировка идеи о том, что нейтрон обладает магнитным моментом  
Формулировка идеи о том, что магнитный момент нейтрона – результат превращения данной частицы в протон и электрон  
Разработка теории, описывающей аномальный магнитный момент протона (теории, обобщающей обычное уравнение Дирака)  
Открытие явления внешней парной конверсии, то есть вылета электрон-позитронной пары из атомного ядра при определенных условиях  
Предсказание явления внутренней парной конверсии  
Открытие искусственной радиоактивности  
Теоретическая и практическая разработка эксперимента по регистрации нейтрино путем изучения атомного ядра бериллия, распадающегося в результате захвата электрона  
Построение теории деления атомных ядер  
Формулировка капельной модели ядра в исследованиях Г.А. Гамова  
Выдвижение гипотезы о фазовых переходах ядерной материи  
Построение теории детонации Зельдовича – Гриба - Неймана – Деринга  
Открытие ядерного магнитного резонанса  
Обнаружение ядерного магнитного резонанса в экспериментах Е.К. Завойского  
Открытие ферромагнитного резонанса  
Предсказание циклотронного резонанса  
Открытие и разработка оптических методов исследования резонансов Герца в атомах  
Разработка метода порошкового дифракционного анализа кристаллов  
Открытие метода ядерного адиабатического размагничивания  
Открытие явления сверхпластичности  
Открытие взаимодействия Дзялошинского – Мория  
Открытие явления инверсии магнитного поля в экситонном спектре полупроводника без центра инверсии  
Применение преобразования Фурье в ЯМР-спектроскопии  
Изобретение магнитно-резонансной томографии (технологии МРТ-сканирования)  
Предсказание эффекта Франца – Келдыша  
Изобретение понятия матрицы плотности в квантовой механике  
Открытие уравнения Дирака  
Открытие «уровней Ландау» (проквантованных уровней энергии электрона в магнитном поле)  
Создание теории антиферромагнетизма  
Создание каскадной теории электронно-фотонных ливней в космических лучах  
Открытие явления сверхтекучести жидкого гелия  
Построение двухкомпонентной (двухжидкостной) модели сверхтекучего гелия  
Экспериментальное открытие вихревых структур в жидком гелии  
Теоретическое обоснование существования вихрей в сверхтекучем гелии  
Открытие формулы, описывающей зависимость между частотами осцилляций магнитного момента металла (при изменении внешнего поля) и формой поверхности Ферми  
Изобретение ускорителя частиц, основанного на использовании электрического тока высокого напряжения

Формулировка идеи о создании ускорителя частиц, названного циклотроном  
Изобретение бетатрона (индукционного ускорителя частиц)  
Формулировка проекта линейного резонансного ускорителя частиц  
Открытие принципа автофазировки и изобретение синхротрона (ускорителя частиц)  
Открытие принципа сильной фокусировки для ускорения частиц  
Открытие метода встречных пучков (формулировка идеи о применении встречных пучков частиц в ускорителях)  
Открытие одного из методов получения встречных пучков частиц для их дальнейшего ускорения  
Использование метода Винера-Хопфа для решения задач теории дифракции  
Изобретение матрицы рассеяния для описания взаимодействий квантово-механических систем  
Открытие метода Тамма – Данкова (приближенного метода решения некоторых задач квантовой теории поля)  
Разработка метода перенормировки в квантовой электродинамике (КЭД)  
Открытие метода перенормировки в трудах Ханса Бете  
Вычисление лэмбовского сдвига, иначе называемого смещением Лэмба  
Формулировка представлений, аналогичных теории лэмбовского сдвига, в трудах Д.И. Блохинцева  
Интерпретация античастицы как частицы, движущейся назад во времени  
Изобретение знаменитых диаграмм Фейнмана  
Введение функций Грина в квантовую электродинамику  
Обоснование и реализация идеи атомного реактора, работающего на быстрых нейтронах  
Формулировка идеи о возможности получения энергии с помощью электроядерного бридинга  
Экспериментальное доказательство образования атомов аргона-40 из атомов калия-40  
Открытие тройного деления атомного ядра  
Открытие распада свободного нейтрона (радиоактивности нейтрона)  
Формулировка идеи о том, что «неуловимую частицу» нейтрино можно обнаружить при исследовании потока нейтрино от ядерного реактора  
Разработка оболочечной модели атомного ядра  
Открытие оболочечной модели ядра в трудах Д.Д. Иваненко и Е.Н. Гапона  
Разработка оболочечной модели ядра в трудах Тадаиоси Хикосаки  
Предсказание дифракции нейтронов  
Формулировка идеи о возможности получения «холодных» нейтронов  
Открытие асимптотической формулы, описывающей спектр синхротронного излучения во всей существенной области спектра  
Построение квантовой теории затухания  
Открытие цепочки уравнений Боголюбова (иерархии Боголюбова – Борна – Грина – Кирквуда - Ивона)  
Открытие уравнения Янга-Бакстера  
Формулировка и доказательство теоремы отсчетов в теории связи  
Создание теории потенциальной помехоустойчивости (теории оптимального приема сигналов)  
Создание математической теории информации  
Открытие эффекта Мейсснера-Оксенфельда  
Предсказание притяжения между электронами за счет обмена виртуальными фононами  
Экспериментальное открытие изотопического эффекта, теоретически предсказанного Г. Фрелихом  
Разработка микроскопической теории сверхпроводимости  
Открытие эффекта квантования магнитного потока  
Открытие материалов, из которых можно изготовить сверхпроводящий соленоид

Формулировка идеи комбинированного соленоида  
Решение задачи о маятнике с вибрирующей точкой подвеса  
Открытие метода оптической накачки  
Разработка методов для наблюдения индуцированной эмиссии (вынужденного излучения), предсказанной А. Эйнштейном  
Изобретение мазеров – квантовых генераторов когерентного микроволнового излучения  
Формулировка идеи об использовании открытого резонатора для лазерного излучения  
Теоретическое предсказание явления параметрической генерации света  
Экспериментальное открытие явления спонтанного параметрического рассеяния света, теоретически предсказанного Д.Н. Клышко  
Изобретение лазера на красителе в газовой фазе  
Открытие полупроводниковых свойств у соединений III-V групп таблицы химических элементов  
Разработка полупроводниковых гетероструктур, то есть полупроводниковых лазеров на основе двойной гетероструктуры  
Создание методов, позволивших увеличить разрешающую способность спектроскопии на 6-7 порядков  
Формулировка идеи о возможности пленения отдельных атомов с помощью давления лазерного света  
Экспериментальное открытие конденсата Бозе-Эйнштейна  
Предсказание неупругого дифракционного рассеяния адронов  
Построение теории дифракционных ядерных процессов  
Формулировка идеи о том, что дифракционный конус в упругом рассеянии адронов должен асимптотически сужаться с ростом энергии  
Формулировка идеи о нарушении четности в слабых взаимодействиях  
Выдвижение гипотезы о несохранении четности Мартином Блоком  
Формулировка идеи о сохранении комбинированной четности  
Открытие СРТ-теоремы  
Формулировка гипотезы о том, что нейтрино являются левовинтовыми частицами, а антинейтрино – правовинтовыми  
Формулировка теоремы о невозможности распада частицы со спином 1 на два свободных фотона  
Выдвижение гипотезы об универсальном характере слабого взаимодействия  
Построение концепции смешивания нейтрино  
Формулировка гипотезы о существовании двух типов нейтрино – электронного и мюонного  
Формулировка идеи о зарядовой независимости ядерных сил  
Формулировка закона сохранения лептонного числа (лептонного заряда)  
Формулировка идеи о сохранении слабого векторного заряженного тока  
Предсказание нейтральных мезонов  
Формулировка идеи о существовании двух видов мезонов с разными массами  
Открытие нового квантового числа – странности  
Открытие закона ассоциативного рождения странных частиц (K-мезонов и гиперонов)  
Разработка схемы для описания ассоциативного рождения странных частиц  
Формулировка принципа изотопической инвариантности для странных частиц  
Открытие правила Накано – Нишиджимы – Гелл-Манна  
Формулировка идеи о существовании пион-нуклонного резонансного состояния  
Построение теории слабых взаимодействий  
Изобретение пузырьковой камеры – эффективного детектора элементарных частиц  
Открытие «московского нуля», выражающего тот факт, что заряд электрона в квантовой электродинамике (КЭД) обращается в ноль  
Получение формул, выражающих зависимость эффективного заряда электрона от импульса, переданного электрону

Открытие евклидовой формулировки квантовой теории поля  
Получение тождеств Уорда – Фрадкина – Такахаши  
Классификация сильно взаимодействующих элементарных частиц, в которой они объединяются в группы  
Открытие общей формулы для масс адронов в любом их мультиплете  
Выдвижение гипотезы кварков  
Разработка концепции масштабной инвариантности (скейлинга) в лептон-адронных взаимодействиях при высоких энергиях  
Формулировка гипотезы цвета кварков  
Выдвижение гипотезы о механизме удержания кварков в составе адронов  
Предсказание четвертого кварка (кварка очарования)  
Открытие  $J/\psi$ -мезона, состоящего из очарованного кварка и антикварка  
Изобретение голографии  
Изобретение компьютерного рентгеновского томографа  
Повторное открытие теоремы Радона  
Предсказание квантового парадокса Зенона  
Предсказание акустического магнитного резонанса  
Открытие двойного электрон-электронного резонанса  
Предсказание фононного мазер-эффекта на уровнях электронных и ядерных спинов  
Предсказание когерентных гравитационных волн  
Создание неабелевой калибровочной теории поля, то есть теории обобщенных калибровочных полей Янга – Миллса  
Разработка метода квантования полей Янга-Миллса  
Открытие «механизма Хиггса» (механизма генерации масс элементарных частиц бозонов)  
Построение теории, объединившей слабые и электромагнитные взаимодействия  
Предсказание нейтральных токов  
Предсказание мюонного катализа (катализа ядерных реакций мю-мезонами)  
Разработка теории мюонного катализа  
Предсказание магнитных монополей  
Построение квантовой хромодинамики, то есть модели сильных взаимодействий, основанной на теории Янга-Миллса  
Открытие асимптотической свободы  
Открытие асимптотической свободы в трудах А.А. Ансельма  
Приближение к открытию асимптотической свободы в трудах И.Б. Хрипловича  
Разработка решеточного подхода (метода) в квантовой теории калибровочных полей  
Предсказание эффекта превращения вещества в кварк-глюонную плазму  
Перенос в квантовую хромодинамику эволюционных уравнений Грибова – Липатова  
Использование бета-функции Эйлера для описания сильного взаимодействия элементарных частиц  
Выдвижение гипотезы о том, что адроны должны состоять из крошечных одномерных струн  
Открытие нового класса алгебр Ли, а именно алгебр Каца – Мууди  
Открытие суперсимметрии и создание первой суперсимметричной четырехмерной теории поля (суперсимметричной электродинамики)  
Создание сверхтекучей модели атомного ядра  
Разработка математического аппарата для описания спаривания нуклонов, обуславливающих сверхтекучесть в атомном ядре  
Предсказание пинч-эффекта, то есть явления сжатия плазмы собственным магнитным полем  
Создание теории быстрых линейных пинчей  
Открытие эффекта бесстолкновительного затухания волн в плазме («затухания Ландау»)  
Формулировка идеи магнитного удержания, то есть магнитной термоизоляции плазмы

Изобретение стелларатора – разновидности реактора для осуществления управляемого термоядерного синтеза  
Изобретение способа инерциального удержания плазмы для термоядерного синтеза  
Предсказание пучковой неустойчивости плазмы  
Предсказание желобковой неустойчивости плазмы  
Открытие нерезонансной неустойчивости бесстолкновительной плазмы с током  
Открытие эффекта аномально высокого сопротивления плазмы при больших плотностях тока  
Формулировка идеи о возможности нагрева плазмы с помощью релятивистских электронных пучков  
Разработка метода коллективных переменных для описания плазмы  
Разработка теории резонансной перезарядки частиц плазмы  
Открытие критерия винтовой устойчивости (неустойчивости) плазмы в токамаке  
Открытие уравнения Грэда – Шафранова  
Создание квазилинейной теории турбулентности плазмы  
Разработка квазилинейной теории плазмы в трудах Ю.А. Романова и Г.Ф. Филиппова  
Изобретение «бетатронного» нагрева плазмы  
Формулировка концепции открытой магнитной ловушки для удержания высокотемпературной плазмы  
Изобретение многопробочной ловушки  
Изобретение амбиполярной ловушки, то есть амбиполярного удержания плазмы  
Предсказание поверхностных акустических волн в пьезоэлектрических материалах  
Открытие метода атомно-слоевого осаждения (АСО)  
Открытие фактов, стимулировавших возникновение синергетики  
Рождение гипотезы термодинамического подобия  
Качественное объяснение эффекта Кондо  
Нахождение точного аналитического решения задачи Кондо  
Разработка теории перколяции  
Открытие явления возврата Ферми – Паста – Улама, стимулировавшее развитие концепции солитонов  
Открытие хаоса в диссипативных системах  
Разработка теории топологических фазовых переходов, то есть фазовых переходов в двумерной модели Изинга  
Открытие эффекта декогеренции  
Открытие эффекта испускания запаздывающих протонов нейтрон-дефицитными ядрами после их бета-распада  
Открытие кластерной радиоактивности  
Открытие эффекта гигантского магнетосопротивления  
Открытие графена и изучение его электронных свойств

### **Одновременные (повторные) открытия в области астрономии, астрофизики и космологии**

Открытие солнечных пятен  
Создание теории движения Луны  
Формулировка небулярной гипотезы (идеи о происхождении Солнечной системы из газопылевой туманности)  
Формулировка идеи о новой конструкции телескопа-рефлектора  
Открытие атмосферы Венеры  
Открытие Крабовидной туманности  
Формулировка гипотезы о существовании «черных дыр» - массивных звезд, поверхность которых не может покинуть даже свет

Измерение годичного параллакса звезд  
Предсказание планеты Нептун  
Вычисление количества тепла, выделяемого Солнцем в единицу времени  
Открытие спутника Сатурна, названного Гиперионом  
Открытие фотометрического парадокса  
Открытие гравитационного парадокса  
Изобретение метода серебрения зеркал для телескопов-рефлекторов  
Построение теории самогравитирующих газовых шаров  
Разработка спектрального метода изучения хромосферы Солнца  
Открытие химического элемента гелия на Солнце  
Рождение концепции солнечного ветра  
Открытие интегрального уравнения переноса излучения  
Открытие интегрального уравнения переноса излучения в трудах Карла Шварцшильда  
Открытие диаграммы спектр – светимость  
Разработка теории образования линий поглощения звездных атмосфер  
Открытие уравнений гравитационного поля  
Предсказание эффекта гравитационного линзирования  
Открытие сингулярных решений уравнений ОТО (решений, соответствующих гравитационному коллапсу звезды)  
Открытие того факта, что туманность Андромеды находится вне нашей Галактики  
Открытие радиоизлучения центральной части Млечного пути  
Доказательство существования проникающего излучения, идущего из космического пространства  
Открытие эффекта расщепления атомных ядер под воздействием космических лучей  
Предсказание возможности нестационарной (расширяющейся) Вселенной  
Открытие метрики однородной и изотропной Вселенной  
Выдвижение гипотезы о том, что скорость взаимного удаления галактик пропорциональна расстоянию между ними  
Теоретическое открытие закона Хаббла в трудах Говарда Робертсона  
Открытие решения уравнений ОТО Эйнштейна, которое описывает червоточину  
Квантование слабого гравитационного поля  
Открытие верхнего предела масс белых карликов  
Открытие верхнего предела масс белых карликов в трудах Льва Ландау  
Построение теории белых карликов  
Определение сроков распада звездных скоплений  
Построение теории поляризации излучения космических источников  
Открытие углеродного цикла образования гелия из водорода в недрах звезд  
Открытие водородного (протон-протонного) цикла термоядерных реакций в недрах звезд  
Открытие радиолинии нейтрального водорода, то есть излучения космического водорода на волне 21 см  
Формулировка гипотезы о существовании «облака Оорта», то есть области движения малых тел, из которых формируются кометы  
Изобретение менисковых телескопов  
Формулировка идеи о поиске внеземных цивилизаций с помощью радиоволн  
Открытие космологического антропного принципа  
Рождение концепции о существовании темной материи, то есть невидимого вещества во Вселенной  
Разработка концепции темной материи в трудах Джеймса Пиблса, Джереми Острайкера и Яна Эйнасто  
Разработка концепции темной материи в трудах Веры Рубин  
Формулировка идеи о том, что источником радиоволн, испускаемых солнцем, является хромосфера и солнечная корона (а не фотосфера)

Объяснение парадокса высокой температуры солнечной короны  
Открытие широких атмосферных ливней, часто обозначаемых «ШАЛ»  
Открытие широких атмосферных ливней в экспериментах Вернера Кольхерстера  
Открытие широтного эффекта космических лучей в стратосфере  
Создание теории «нейтронного альbedo»  
Открытие кратковременных вспышек интенсивности космических лучей в верхних слоях земной атмосферы  
Рождение идеи об измерениях нейтронной компоненты вторичных космических лучей на различных широтах  
Открытие радиационных поясов Земли  
Открытие плазмопаузы (плазмосферы)  
Открытие поляризационного джета  
Формулировка идеи о газовой-жидком состоянии планет-гигантов Юпитера и Сатурна  
Открытие диффузных космических объектов Хербига – Аро  
Формулировка идеи о сверхтекучести вещества нейтронной звезды  
Открытие космического микроволнового реликтового излучения, теоретически предсказанного Георгием Гамовым  
Предсказание флуктуаций температуры реликтового излучения  
Теоретическое определение общего спектра космического реликтового излучения  
Открытие хаотических осцилляций в окрестности гравитационной сингулярности  
Открытие скейлинга при изучении космических лучей  
Предсказание эффекта реликтового обрезания энергетического спектра ядер космических лучей предельно высоких энергий  
Разработка модели схлопывания массивных звезд  
Предсказание аккреции вещества на черные дыры  
Выдвижение гипотезы о существовании черных дыр минимального размера на ранней стадии расширения Вселенной  
Предсказание эффекта Хокинга (квантового излучения черной дыры)  
Открытие метода определения массы звезды на основе квадратичного эффекта Доплера  
Математическое решение задачи схлопывания, то есть гравитационного сжатия вращающихся звезд  
Открытие диаграммы Крускала, дополнившей решение Карла Шварцшильда  
Расчет формы силовых линий электрического поля, создаваемого заряженной частицей вблизи горизонта черной дыры  
Разработка взрывной модели формирования галактик  
Открытие неустойчивости вытянутых орбит звезд, вращающихся вокруг центра галактики  
Открытие вспышки Новой звезды в созвездии Лебедя в 1975 году  
Разработка новых классов стационарных моделей гравитирующих систем, а именно модели сферических систем с эллипсоидальным распределением скоростей  
Формулировка гипотезы о том, что частицы колец Сатурна образуют фрактальное множество (канторову пыль)  
Объяснение природы космических гамма-всплесков  
Обнаружение связи между космологической инфляцией и такими свойствами Вселенной, как однородность и изотропность в больших масштабах  
Формулировка идеи о том, что квантовые флуктуации ранней Вселенной явились причиной возникновения галактик  
Рождение гипотезы о том, что квантовые флуктуации вакуума – причина возникновения Вселенной в целом  
Разработка инфляционной модели эволюции Вселенной  
Использование скалярного поля в инфляционной модели эволюции Вселенной  
Разработка инфляционной модели эволюции Вселенной в трудах Демосфена Казанаса и Кацухико Сато



Открытие анизотропии космического микроволнового реликтового излучения  
Открытие ускоренного расширения Вселенной  
Открытие экзопланет (планет, подобных нашей)  
Доказательство существования черной дыры в центре нашей галактики

### **Одновременные (повторные) открытия в области химии**

Открытие закона Бойля-Мариотта  
Изобретение технологии получения разновидности твердого фарфора  
Открытие кислорода  
Создание кислородной теории горения  
Открытие химического элемента азота  
Открытие химического элемента теллура  
Открытие химического элемента титана (а также его оксида)  
Открытие закона теплового расширения газов  
Доказательство элементарной природы йода  
Открытие химического элемента бора  
Разработка водородной теории кислот  
Изобретение рудничной лампы  
Открытие химического элемента стронция  
Открытие химического элемента церия  
Открытие химического элемента кадмия  
Получение металлического бериллия  
Открытие закона Авогадро  
Изобретение способа получения искусственного ультрамарина (искусственной лазури)  
Открытие светочувствительности солей серебра  
Открытие основного закона фотохимии  
Изобретение фотографии  
Открытие хлороформа – эффективного средства наркоза  
Открытие явления изомерии  
Открытие метода катодного распыления  
Открытие гомологических рядов органических соединений, обладающих сходными свойствами  
Открытие гомологических рядов органических соединений в трудах Я.Г. Шилля  
Разработка концепции о четырехвалентности углерода в органических соединениях  
Открытие периодической системы химических элементов  
Открытие реакции взаимодействия брома с ацетатом серебра  
Открытие альдольной конденсации  
Получение жидкого кислорода  
Открытие способа получения чистого алюминия  
Открытие пентакарбонила железа  
Осуществление магнийорганического синтеза (открытие реакции Гриньяра)  
Разработка стереохимической концепции, объяснившей оптическую активность органических соединений  
Открытие реакции каталитического алкилирования низших олефинов галогенпроизводными, то есть реакции синтеза углеводородов  
Формулировка идеи о самопроизвольной диссоциации молекул в растворах на ионы  
Открытие аномальной электропроводности в неводных растворах  
Формулировка идеи об образовании комплексов в неводных растворах  
Открытие трех основных принципов термохимии  
Введение понятия скорости химической реакции (разработка химической кинетики)

Открытие и исследование явления детонации в газах  
Создание классической теории детонации  
Создание промышленного метода получения хлора и щелочи с использованием электролиза  
Открытие бесклеточного брожения  
Выяснение природы связи между аминокислотами в составе белка  
Выяснение природы связи между аминокислотами (в составе белка) в трудах А.Я. Данилевского  
Формулировка идеи о том, что фермент образует с превращаемым веществом относительно стойкий фермент-субстратный комплекс  
Открытие химического элемента гелия на Земле  
Изобретение первого синтетического полимера – бакелита  
Открытие полос диффузии в стареющих сплавах – «зон Гинье - Престона»  
Разработка теории окисления органических соединений как их дегидрирования  
Создание теории двойного электрического слоя  
Изобретение масс-спектрометра  
Создание теории кислот и оснований Бренстеда – Лаури  
Открытие химического элемента лютеция  
Открытие химического элемента рения  
Определение радиусов ионов  
Открытие интегральной теоремы Гельмана – Фейнмана  
Открытие высокой реакционной способности синглетного кислорода  
Открытие реакции дегидрогенизации парафиновых углеводородов, приводящей к синтезу ароматических соединений  
Открытие трех изомеров каротина – вещества, из которого синтезируется витамин А  
Открытие цепных химических реакций  
Создание теории цепных разветвленных химических реакций  
Объяснение термического распада бромистых алкилов  
Создание теории устойчивости коллоидных систем (теории ДЛФО)  
Создание термодинамической теории полимерных растворов  
Расшифровка последовательности аминокислот в гормоне окситоцине  
Открытие трансуранового элемента, названного «нептуний»  
Открытие трансуранового элемента, названного «нобелий»  
Открытие трансуранового элемента, названного «лоуренсий»  
Открытие трансуранового элемента, названного «резерфордий»  
Открытие трансуранового элемента, названного «дубний»  
Лабораторный синтез алмазов  
Открытие ферроцена – представителя класса сэндвичевых соединений (металлоценов)  
Разработка теории строения ферроцена и других подобных соединений  
Лабораторный синтез хлорофилла  
Открытие химической системы, способной фиксировать азот подобно бактериям  
Изобретение масс-спектрометрии, основанной на бомбардировке быстрыми атомами  
Формулировка идеи о том, что каталитические системы способны конкурировать друг с другом и подвергаться отбору в процессе эволюции  
Разработка теории самоорганизации открытых систем  
Получение атомного разрешения пространственной структуры фенилаланиновой транспортной РНК  
Открытие криптандов, то есть краун-эфиров  
Разработка метода асимметрического органического катализа

## **Одновременные (повторные) открытия в области биологии и медицины**

Обнаружение связи между варикозными венами и трофическими язвами  
Открытие малого круга кровообращения  
Вклад в исследование предназначения млечных сосудов кишечника (сосудов Азелли)  
Доказательство того, что сердце является мышцей  
Рождение микроскопической анатомии растений  
Открытие роли солнечного света в процессе фотосинтеза  
Открытие полового размножения растений  
Формулировка идеи биологического метаморфоза  
Доказательство наличия капиллярной сети во всех органах тела  
Открытие желез двенадцатиперстной кишки  
Изобретение вакцины против оспы  
Изобретение электротерапии  
Исследование характера действия опийной настойки на сердце и другие органы  
Формулировка гипотезы о том, что электричество является фактором, обеспечивающим работу нервных волокон  
Открытие броуновского движения  
Открытие функционального различия между передними и задними корешками спинного мозга  
Разработка концепции о рефлекторной деятельности спинного и продолговатого мозга  
Открытие связи между ревматизмом и поражением сердца  
Открытие связи между кожей и внутренними органами  
Изобретение наркоза, то есть открытие метода анестезии  
Создание клеточной теории строения живых тканей  
Открытие клеточного строения тканей в исследованиях И.П. Мюллера  
Формулировка идеи о клеточном строении тканей в трудах П.Ф. Горянинова  
Открытие того факта, что сосуды растений образуются из клеток  
Открытие того факта, что каждая клетка имеет оболочку, отделяющую ее от внешней среды  
Открытие клеточного ядра  
Открытие клеточного деления  
Формулировка принципа о том, что всякая клетка происходит от предшествующей клетки  
Открытие митоза (кариокинеза – непрямого деления клетки)  
Формулировка идеи о том, что клеточное ядро – носитель наследственных свойств  
Открытие аппарата Гольджи  
Открытие принципа естественного отбора  
Открытие принципа естественного отбора в трудах Патрика Мэттью  
Открытие принципа борьбы за существование в мире животных и растений  
Открытие правила Декандоля-Уоллеса, описывающего географическую обусловленность изменения разнообразия  
Открытие закона единообразия гибридов первого поколения (первого закона Менделя)  
Приближение к открытию закона единообразия гибридов первого поколения в исследованиях Й. Кельрейтера  
Открытие закона расщепления признаков (второго закона Менделя)  
Открытие неделимости признаков при различных скрещиваниях  
Открытие того факта, что дрожжи являются живыми организмами, способными сбразивать сахар  
Изобретение антисептики  
Создание вакцины против сибирской язвы  
Открытие бактерии, вызывающей чуму

Открытие микроорганизмов, способных связывать молекулярный азот и получивших название «азотфиксаторы»  
Открытие того факта, что живые организмы могут жить в симбиозе с бактериями  
Открытие действия коферментов  
Открытие речевой функции левого полушария (открытие речевой зоны мозга – зоны Брока)  
Открытие электрической активности мозга  
Открытие кожно-гальванической реакции (КГР)  
Открытие синдрома Корсакова (повреждения гиппокампа как центра памяти при хроническом алкоголизме)  
Формулировка идеи об ответственности лобных долей мозга за реализацию высших психических функций  
Разработка концепции, описывающей причины эмоциональных переживаний  
Открытие условных рефлексов  
Открытие условных рефлексов в экспериментах Э.Б. Твитмайера  
Открытие закона эффекта, то есть принципа подкрепления  
Открытие ретикулярной формации, то есть структуры мозга, тянущейся вдоль всей оси ствола головного мозга  
Разработка нейронной доктрины  
Открытие реципрокной иннервации (реципрокной возбудимости антагонистических нервных центров)  
Открытие эффекта накопления вредных веществ в организме животных, лишенных сна  
Открытие парадоксального сна, то есть фазы сна с быстрыми движениями глаз (фазы REM)  
Приближение к открытию парадоксального сна в экспериментах М.П. Денисовой и Н.Л. Фигурина  
Приближение к открытию парадоксального сна в экспериментах Р. Клауэ и Л. Цкипуридзе  
Открытие супрахиазмального ядра, играющего важную роль в циркадианных ритмах животных и человека  
Открытие феномена аутизма  
Лечение сахарного диабета (СД) с помощью экстрактов поджелудочной железы  
Открытие двойного оплодотворения у покрытосеменных (цветковых) растений  
Создание мутационной теории эволюции  
Разработка мутационной теории эволюции в трудах Уильяма Бэтсона  
Повторное открытие законов наследственности  
Формулировка идеи о наследственной функции хромосом  
Открытие гигантских хромосом слюнных желез насекомых  
Открытие групп крови  
Открытие закона Харди – Вайнберга  
Рождение концепции параллельных рядов эволюции генетических и гистологических признаков  
Открытие генетических мутаций, вызванных рентгеновским и радиоактивным излучением  
Открытие кроссинговера хромосом  
Открытие теломеров – структур, защищающих хромосомы от деградации  
Рождение концепции «один ген – один фермент»  
Открытие бактериофагов (вирусов, инфицирующих бактерии)  
Открытие физиологического действия экстрактов надпочечников (эффекта адреналина)  
Выделение кристаллического адреналина в исследованиях Т.Б. Олдрича и Т. Такаминэ  
Открытие химической передачи нервных импульсов  
Открытие процесса превращения эргостерола в витамин D под действием света  
Открытие гормона эстрогена  
Создание гормональной теории фототропизма  
Обнаружение того, что этилен является гормоном растений  
Открытие абсцизовой кислоты – нового гормона растений

Открытие антибактериальных свойств плесени  
Разработка концепции происхождения жизни на Земле  
Формулировка концепции неадаптивной эволюции  
Выдвижение гипотезы о том, что гетерозис (увеличение жизнеспособности гибридов) отражает общую тенденцию эволюции вида  
Формулировка вывода о том, что процесс видообразования характерен для небольших изолированных популяций  
Рождение концепции «мутационного груза»  
Разработка концепции нейтральной молекулярной эволюции  
Разработка теории экосистем, иначе называемых биогеоценозами  
Создание теории континуальности растительного покрова  
Формулировка идеи о существовании консортивных групп (консорций) в биоценозах  
Обнаружение связи между максимумами солнечной активности и различными явлениями общественной жизни  
Открытие связи между солнечной активностью и общественной жизнью в трудах Д.О. Святского  
Создание общей теории систем  
Открытие принципа обратной связи как универсального правила функционирования сложных систем  
Открытие принципа обратной связи в трудах А.А. Ухтомского  
Открытие экспериментального андрогенеза как метода управления полом тутового шелкопряда  
Изобретение метода фиксации потенциала нервной клетки  
Открытие гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) – важнейшего тормозного нейромедиатора центральной нервной системы  
Открытие глутатиона – важного антиоксиданта  
Открытие простагландинов  
Изобретение метода искусственного синтеза простагландинов  
Открытие ангиотензина  
Синтез аскорбиновой кислоты, то есть витамина С  
Открытие механизмов синтеза холестерина в организме  
Выделение гормонов коры надпочечников  
Открытие и определение структуры тиреотропин-рилизинг-гормона, кратко называемого TRГ  
Открытие рилизинг-факторов (гормонов, выделяемых гипоталамусом)  
Открытие эндорфинов - веществ, синтезирующихся в нейронах головного мозга и способных уменьшать боль  
Изобретение хирургического метода лечения митрального стеноза (МС), то есть стеноза митрального клапана сердца  
Изобретение шариковых клапанов сердца  
Разработка концепции влажного заживления ран  
Опровержение концепции А. Карреля о потенциальном бессмертии соматических клеток  
Создание концепции о том, что старение - результат цепных реакций окисления свободно-радикального характера  
Формулировка гипотезы о существовании явления иммунологической толерантности  
Экспериментальное открытие явления иммунологической толерантности  
Разработка клонально-селекционной теории  
Открытие иммуноглобулинов IgM  
Открытие иммуноглобулинов E (IgE) - нового класса антител, имеющих только у млекопитающих  
Открытие рестрикции, зависящей от IR-локуса, то есть MHC-рестрикции

Открытие взаимодействия (кооперации) В-лимфоцитов с Т-лимфоцитами в борьбе с антигенами

Открытие того факта, что активированные макрофаги продуцируют оксид азота, используя его в качестве средства борьбы с микробами

Создание модели скользящих нитей (модели сокращения мышц)

Открытие явления фотореактивации («залечивания» соматических мутаций на свету)

Открытие явления фотореактивации в трудах И.Ф. Ковалева

Открытие генетической рекомбинации

Открытие химического мутагена

Открытие мутаций, индуцируемых химическими веществами, в экспериментах В.В. Сахарова и М.Е. Лобашева

Открытие веществ, помогающих клеткам восстановиться после облучения, вызывающего мутации

Открытие феномена восстановления клеток после радиационного повреждения в экспериментах В.И. Корогодина

Формулировка идеи о связи между РНК и синтезом белков в клетках

Выдвижение гипотезы о связи между РНК и синтезом белков в трудах Б.В. Кедровского

Формулировка идеи о том, что молекула ДНК состоит из двух цепей

Формулировка идеи о том, что генетический код должен быть, по крайней мере, трехбуквенным (триплетным)

Открытие рибосом

Открытие того факта, что РНК является носителем наследственных свойств вирусов

Открытие фермента, синтезирующего молекулу РНК (РНК-полимеразы).

Открытие транспортной РНК

Открытие информационной (матричной) РНК

Теоретическое предсказание существования информационной РНК

Открытие того факта, что нуклеотидный состав ДНК – надежный видовой признак

Экспериментальное доказательство коллинеарности гена и белка

Формулировка идеи о возможности явления обратной транскрипции, то есть обратного переноса генетической информации от РНК к ДНК

Экспериментальное открытие фермента, названного «обратной транскриптазой»

Открытие мобильных генетических элементов

Открытие мобильных генов в экспериментах Мелвина Грина

Открытие экзонов и интронов – кодирующих и некодирующих отрезков ДНК

Изобретение метода нокаута генов

Объяснение механизма отключения X-хромосомы посредством ее метилирования

Изобретение метода выращивания эмбриональных стволовых клеток

Формулировка идеи о бактериальном происхождении митохондрий

Открытие апоптоза - запрограммированной гибели клеток

Открытие апоптоза в исследованиях Р. Локшина и К. Уильямса

Расшифровка аминокислотной последовательности бактериородопсина – мембранного белка, ответственного за преобразование световой энергии в сетчатке

Открытие биологической функции молекулы оксида азота

Открытие биологической функции оксида азота в экспериментах А.Ф. Ванина и С. Монкады

Открытие метода полимеразной цепной реакции, то есть принципа ПЦР

Открытие и исследование генов обонятельных рецепторов

Выделение вируса, вызывающего СПИД

Открытие каталитических свойств РНК

Открытие древней иммунной системы бактерий CRISPR

Изобретение метода редактирования генома CRISPR/Cas9

Формулировка идеи о транслокации субъединиц рибосомы при синтезе пептидов

Вклад в исследование структуры и функций рибосом  
Открытие зеленого флуоресцирующего белка и разработка методов исследования клеток на его основе  
Изобретение методов оптогенетики  
Открытие транскрипционного фактора HIF-1 $\alpha$ , активирующегося при недостатке кислорода в клетке  
Открытие рецепторов температуры и осязания  
Открытие того факта, что с помощью метода функциональной магнитно-резонансной томографии (метода ФМРТ) можно исследовать активность человеческого мозга  
Открытие того факта, что люди, страдающие посттравматическим стрессовым расстройством (ПТСР), имеют уменьшенный гиппокамп

### **Одновременные (повторные) открытия в области математики**

Формулировка теоремы косинусов  
Открытие метода решения уравнений третьей степени  
Изобретение логарифмов  
Создание комбинаторики – теории перестановок и сочетаний  
Разработка аналитической геометрии  
Доказательство теоремы о площади циклоиды (теоремы Галилея)  
Изобретение метода нахождения максимумов и минимумов дифференцируемых функций  
Открытие способа алгебраической ректификации полукубической параболы  
Вычисление интегралов от степенных функций  
Открытие теоремы Хэрриота – Жирара  
Открытие теоремы Паскаля  
Разработка «метода неделимых»  
Изобретение дифференциального и интегрального исчисления  
Открытие формулы бинома («бинома Ньютона»)  
Разработка теории интерполяции и степенных рядов  
Открытие интерполяционной формулы Ньютона  
Представление числа  $\pi$  в виде суммы бесконечного ряда  
Открытие правила нахождения дифференциала общей показательной функции  
Открытие определителей (детерминантов) при разработке метода решения систем линейных уравнений  
Решение задачи о брахистохроне  
Открытие общей формулы разложения функций в степенной ряд  
Решение задачи об интерполировании последовательности факториалов  
Решение частного уравнения Риккати в квадратурах  
Введение понятия первообразного корня  
Введение понятия развертывающейся поверхности  
Доказательство теоремы о том, что результат дифференцирования по нескольким переменным не зависит от порядка дифференцирования  
Открытие квадратичного закона взаимности  
Открытие формулы суммирования Эйлера-Маклорена  
Разработка элементарной теории цепных дробей  
Вывод уравнения колебания струны  
Открытие формулы для выпуклого многогранника  
Открытие формул для определения коэффициентов, позволяющих разложить функцию в тригонометрический ряд  
Изобретение «кругов Эйлера» - графической интерпретации силлогистики Аристотеля  
Формулировка гипотезы Гольдбаха

Открытие локальной предельной теоремы Муавра – Лапласа (теоремы теории вероятностей)  
 Получение результатов, предвосхитивших теорию групп Галуа  
 Геометрическая интерпретация комплексных чисел  
 Открытие формул Серре – Френе  
 Создание проективной геометрии  
 Обоснование проективной геометрии  
 Проективная интерпретация метрических понятий  
 Доказательство неразрешимости в радикалах уравнений 5-й степени  
 Открытие метода наименьших квадратов  
 Открытие закона распределения случайных ошибок – «нормального распределения Гаусса»  
 Введение понятия арифметико-геометрического среднего  
 Открытие математических формул, дающих потенциал  
 Доказательство великой теоремы Ферма для  $n = 5$   
 Создание теории эллиптических функций  
 Открытие преобразования Ландена  
 Доказательство основной теоремы комплексного анализа (интегральной формулы Коши)  
 Построение теории потенциала применительно к электромагнетизму  
 Вклад в теорию матриц  
 Открытие некоторых принципов неевклидовой геометрии в трудах И. Ламберта и Ф.К. Швейкарта  
 Открытие некоторых принципов неевклидовой геометрии в трудах Ф.А. Тауринуса и А.М. Лежандра  
 Открытие неевклидовой геометрии  
 Открытие псевдосферы  
 Открытие способа приближенного вычисления корней алгебраических уравнений  
 Формулировка правила замены переменных в кратных интегралах  
 Открытие критерия сходимости последовательности Коши  
 Обобщение теоремы Коши о разложениях функции в степенной ряд  
 Формулировка идеи аналитического продолжения степенных рядов  
 Опровержение гипотезы Ж.Л. Лагранжа о неустойчивости положения равновесия системы при кратных корнях векового уравнения  
 Формулировка теоремы Сохоцкого – Казорати – Вейерштрасса  
 Формулировка теоремы Слудского – Вейерштрасса  
 Открытие теоремы Больцано - Вейерштрасса о предельной точке  
 Открытие непрерывной функции, не имеющей конечной производной во всех точках  
 Открытие правила умножения кватернионов, то есть решение проблемы сложения двух вращений с растяжением  
 Изобретение векторов (и их использование в трехмерном пространстве)  
 Открытие алгебры Кэли, то есть 8-мерной алгебры над полем вещественных чисел  
 Разработка основ многомерной геометрии  
 Разработка идей математической логики  
 Использование в логике переменных величин и кванторов  
 Открытие ленты Мебиуса  
 Введение однородных координат в проективную геометрию  
 Использование доказательства Коши в теории графов  
 Формулировка и доказательство теоремы Лиувилля о конформных отображениях  
 Открытие новых методов интегрирования систем дифференциальных уравнений с частными производными  
 Открытие теоремы об определении поверхности двумя квадратичными формами  
 Открытие уравнений Петерсона – Майнарди – Кодацци  
 Открытие спиральных поверхностей и их изгибаний



Открытие тензора кривизны и символов Кристоффеля  
 Открытие алгебры Клиффорда  
 Формулировка теоремы Коши – Ковалевской  
 Открытие метода обобщенного суммирования рядов  
 Создание арифметики полей алгебраических чисел  
 Создание теории групп Ли и теории алгебр Ли  
 Формулировка теоремы о том, что любая конечная группа линейных преобразований от  $n$  переменных имеет эрмитов инвариант  
 Открытие 230-ти пространственных групп симметрии кристаллов  
 Доказательство теоремы о распределении простых чисел  
 Решение задачи о движении пузырька в жидкости  
 Обоснование условий  $R$ -интегрируемости, то есть интегрируемости функции по схеме Римана  
 Разработка теории множеств  
 Доказательство теоремы о том, что мощность всякого совершенного множества равна мощности континуума  
 Разработка теории действительных чисел  
 Открытие парадокса Кантора – Бурали-Форти  
 Открытие теоретико-множественного парадокса Рассела – Цермело  
 Открытие парадокса Рашара  
 Открытие приводимых множеств конечных порядков  
 Решение проблемы континуума в теории множеств  
 Открытие фрактального множества, названного «канторова пыль»  
 Разработка метода малого параметра для решения дифференциальных уравнений  
 Открытие метода параметрикса, выявляющего связь между дифференциальными и интегральными уравнениями  
 Строгое обоснование принципа Дирихле  
 Создание теории автоморфных функций  
 Создание теории асимптотических рядов  
 Решение проблемы униформизации алгебраических кривых  
 Доказательство теоремы Пуанкаре-Вольтерры  
 Открытие интеграла Лебега  
 Открытие меры Лебега  
 Построение теории функций множеств  
 Введение мажорантных и минорантных функций  
 Обобщение теоремы Томаса Стилтеса  
 Открытие проективных множеств  
 Открытие аппроксимаций Паде – Фробениуса  
 Открытие аппроксимаций Паде – Фробениуса в трудах Карла Якоби  
 Создание теории представлений конечных групп над полем комплексных чисел  
 Разработка теории уравнений третьего порядка с неподвижными критическими точками  
 Решение седьмой проблемы Гильберта  
 Открытие метрики Фубини – Штуди  
 Доказательство центральной предельной теоремы теории вероятностей  
 Доказательство сильного закона больших чисел  
 Формулировка теоремы Рашевского – Чжоу  
 Открытие уравнений движения для системы  $N$  точечных вихрей на сфере в гамильтоновой форме  
 Открытие тождеств Бьянки  
 Формулировка идеи абсолютного параллелизма  
 Введение понятия локально-выпуклого пространства - важного понятия функционального анализа

Создание теории неограниченных эрмитовых операторов  
 Классификация унитарных представлений специальной трехмерной группы Ли (группы Гейзенберга)  
 Создание математической теории игр  
 Формулировка топологической теории размерности  
 Обобщение интеграла Данжуа  
 Доказательство гипотезы континуума для всего класса борелевских множеств  
 Доказательство теоремы о том, что всякий  $n$ -мерный компакт содержит  $n$ -мерное канторово многообразие  
 Доказательство теоремы о вложимости  $n$ -мерного компакта в  $(2n+1)$ -мерное евклидово пространство  
 Доказательство теоремы Хана – Банаха  
 Открытие нормированных пространств (пространств Банаха)  
 Формулировка и доказательство теоремы Рисса – Фишера  
 Открытие дробного преобразования Фурье  
 Открытие «теоремы о фундаментальном базисе»  
 Открытие теории когомологий групп  
 Введение понятия обобщенных производных  
 Создание теории обобщенных функций (теории распределений)  
 Создание теории унитарных представлений простых групп Ли  
 Введение преобразования Фурье для функций на группе  
 Открытие принципа Бирмана – Швингера в спектральной теории дифференциальных уравнений  
 Изобретение итерационных алгоритмов неполной факторизации для решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ)  
 Доказательство теоремы о распределении простых чисел (элементарное доказательство, не использующее комплексный анализ)  
 Решение пятой проблемы Гильберта  
 Обобщение теории определителей Фредгольма на операторы в абстрактных банаховых пространствах  
 Перенос на банаховы пространства теории линейных непрерывных операторов со следом в гильбертовых пространствах  
 Обобщение понятия алгебраического многообразия (формулировка теории схем)  
 Введение операторов преобразования в спектральную теорию дифференциальных операторов  
 Разработка теории критических точек гладких функций  
 Доказательство теоремы Бейкера – Кэмпбелла – Хаусдорфа  
 Построение теории когомологий  
 Определение характеристического функционала вероятностного распределения в сепарабельном банаховом пространстве  
 Создание математической теории турбулентности  
 Открытие «закона пяти третей»  
 Разработка математической теории фильтрации  
 Изобретение фильтра Калмана – Стратоновича (открытие уравнений оптимальной линейной фильтрации для марковских процессов)  
 Создание энтропийной теории динамических систем  
 Построение алгоритмической теории информации (теории алгоритмической сложности)  
 Формулировка важной теоремы алгоритмической теории информации (теории сложности)  
 Открытие методов линейного программирования  
 Создание теории дифференциальных игр  
 Доказательство теоремы Сколема – Нетер  
 Формулировка и доказательство теоремы о неполноте

Доказательство теоремы о неразрешимости проблемы останковки машины Тьюринга  
Формулировка тезиса Черча – Тьюринга  
Построение иерархии множеств и предикатов  
Доказательство неразрешимости проблемы тождества для ассоциативных систем  
Формулировка теоремы о рекурсивной неотделимости перечислимых множеств  
Решение проблемы Тарского о разрешимости теории поля  $p$ -адических чисел  
Открытие NP-полноты, то есть существования NP-полных задач  
Изобретение контекстно-свободных грамматик  
Разработка теории четырехмерных многообразий  
Открытие связи между характеристическими классами Понтрягина и сигнатурой замкнутого четырехмерного многообразия  
Вычисление групп кобордизмов многообразий  
Классификация односвязных многообразий для  $n \geq 5$   
Формулировка леммы Рохлина – одной из главных лемм энтропийной теории инвариантных разбиений  
Построение теории главных однородных пространств  
Разработка теории алгебраических поверхностей  
Решение 19-й проблемы Гильберта  
Открытие алгоритма быстрого преобразования Фурье  
Доказательство гипотезы Пуанкаре для случая  $n \geq 5$   
Открытие тождеств Макдональда  
Открытие множества Мандельброта (фрактального множества)  
Открытие множества Мандельброта в исследованиях Джона Хаббарда  
Открытие инвариантов узлов конечного типа  
Открытие связей между математической теорией узлов и различными областями физики  
Доказательство гипотезы Питера Тейта  
Открытие импульсных дифференциальных уравнений  
Вклад в решение 16-й проблемы Гильберта (доказательство теоремы о конечном числе предельных циклов)  
Рождение математической теории всплесков (вейвлет-анализа)

### **Одновременные (повторные) открытия в области геологии и геофизики**

Открытие принципа актуализма в геологии  
Формулировка идеи о том, что изучение горных пород позволяет разбить историю земной коры на ряд формаций (этапов формирования)  
Открытие метода биостратиграфии  
Открытие метода биостратиграфии в трудах Жана Сулави  
Формулировка концепции изостазии  
Создание концепции дрейфа континентов  
Построение модели генерации магнитного поля Земли  
Формулировка идеи спрединга  
Формулировка идеи спрединга в трудах Осмонда Фишера  
Обнаружение связи между магнитными аномалиями и спредингом океанического дна  
Создание обобщающей теории тектоники плит  
Создание теории маятника на подвижной платформе

### **Одновременные (повторные) открытия в области техники и технологии**

Изобретение паровой машины

Изобретение корабля, оснащенного паровым двигателем (первого парохода)  
Разработка теории машин на основе уравнения живых сил  
Изобретение электромагнита  
Изобретение электромагнитного телеграфа  
Использование электромагнитного реле в телеграфных линиях  
Изобретение дуплексной передачи сообщений между двумя телеграфами  
Изобретение кольцевого якоря с коллектором  
Изобретение метода квадруплексного телеграфирования  
Изобретение угольного микрофона  
Изобретение телефона  
Открытие вращающегося магнитного поля  
Изобретение гироскопического компаса  
Изобретение радио, то есть «беспроволочного телеграфа»  
Изобретение регенеративного каскада  
Изобретение «супергетеродинного» приема  
Изобретение триггера, то есть «катодного реле»  
Открытие свечения в кристалле карборунда при подаче на него внешнего электрического поля  
Изобретение магнетрона  
Изобретение метода наведенных ЭДС  
Изобретение автомобиля с бензиновым двигателем  
Формулировка принципа последовательной передачи элементов изображения (важного принципа системы телевидения)  
Формулировка идеи использования электронно-лучевой трубки Брауна для передачи изображения  
Формулировка идеи использования трубки Брауна для передачи изображения в работах А.А. Кемпбелл-Свинтона  
Разработка метода передачи изображения движущихся фигур  
Формулировка идеи о целесообразности использования эффекта накопления зарядов в механическом телевидении  
Изобретение передающей телевизионной трубки  
Изобретение передающей трубки с накоплением зарядов мишени  
Изобретение биморфного пьезоэлектрического элемента  
Изобретение электронного микроскопа  
Разработка электростатической линзы для электронного микроскопа  
Изобретение электронного телескопа  
Изобретение отражательного клистрона  
Разработка концепции фильтров для детектирования сигнала в присутствии белого шума  
Изобретение лавинно-пролетного диода с отрицательным динамическим сопротивлением  
Формулировка идеи об использовании волоконных световодов для передачи информации  
Изобретение электронно-лучевой сварки  
Изобретение атомных (цезиевых) часов  
Открытие новой формы углерода – «углеродных нанотрубок»  
Формулировка способов освоения космического пространства  
Получение основного уравнения движения ракеты  
Открытие основного уравнения движения ракеты в трудах Р. Эсно-Пельтри  
Открытие основного уравнения движения ракеты в трудах Г. Оберта и У. Мура  
Формулировка идеи об использовании жидкого топлива (жидкого водорода и кислорода) в качестве рабочего тела ракеты  
Теоретическое описание спуска межпланетного корабля без расходования энергии за счет торможения об атмосферу  
Описание проекта поворотной выходной части сопла для космической ракеты

Описание проекта регенеративной схемы охлаждения жидкостного ракетного двигателя (ЖРД)

Описание проекта управления рулями хвостовой части ракеты посредством электрических сигналов, снимаемых с гироскопа

Формулировка идеи об использовании давления света в качестве движущей силы ракеты

Описание проекта создания электроракетных двигателей

Описание проекта создания многоступенчатой ракеты

Формулировка идеи о возможности использовать поле тяготения небесных тел для маневров ракеты

Описание проекта использования элементов металлических конструкций ракеты в качестве топлива

Формулировка идеи о целесообразности осуществлять запуск ракет со стартовой базы, расположенной на большой высоте

Формулировка идеи об использовании ядерной энергии для обеспечения высокой скорости движения ракеты

Описание проекта оснащения ракет крыльями для облегчения движения в атмосфере

Расчет оптимальных траекторий межпланетных перелетов

Предсказание цепной ядерной реакции деления атомных ядер

Построение возрастной теории замедления нейтронов

Формулировка идеи о том, что между атомным ядром и нейтронами, падающими на него, может возникать энергетический резонанс, определяющий процесс поглощения (захвата) этих нейтронов

Открытие различий в характеристиках цепного деления тория и урана

Формулировка идеи о послойном расположении урана и графита в устройстве, в котором запускается цепная ядерная реакция

Оценка величины критической массы изотопа урана-235, необходимой для осуществления ядерного взрыва

Формулировка концепции плутония как ядерного топлива

Выдвижение гипотезы о возможности использования кадмия в качестве «замедлителя» - вещества, позволяющего управлять ядерной реакцией

Формулировка идеи о возможности «отравления» атомного реактора продуктами деления

Разработка модели запыленного газа

Открытие модели запыленного газа в трудах Ю.М. Кагана

Открытие кумулятивного эффекта, то есть увеличения пробивной способности снаряда

Изобретение гетерогенной структуры термоядерной бомбы

Формулировка идеи об использовании дейтерида лития в термоядерной бомбе

Формулировка идеи радиационной имплозии – обжатия термоядерного заряда с помощью рентгеновского излучения

Формулировка идеи имплозии в трудах В.А. Давиденко и А.П. Завенягина

Разработка теории сильного точечного взрыва

Математическое решение задачи о сходящейся сферической ударной волне (аналитическое описание принципа имплозии)

Создание теории возмущений для уравнения переноса излучения

Изобретение метода прогонки для решения системы алгебраических уравнений (метод использовался при разработке ядерного оружия)

Формулировка идеи о получении сверхсильных импульсных магнитных полей с использованием энергии взрыва

Изобретение счетной машины

Обнаружение связи (аналогии) между булевой алгеброй и принципами работы электрических схем

Формулировка принципов работы универсального вычислительного устройства

Разработка принципов построения ЭВМ

Разработка принципов построения ЭВМ в исследованиях И.С. Брука  
Изобретение интегральных схем  
Формулировка идеи пакетной коммутации  
Изобретение метода шифрования с открытым ключом (алгоритма обмена ключа)  
Изобретение сети «Интернет»  
Изобретение квантовой криптографии  
Открытие метода обратного распространения ошибки  
Открытие метода обратного распространения ошибки в трудах А.И. Галушкина, С.И. Барцева и В.А. Охонина  
Изобретение метода перекрестной проверки  
Изобретение метода моделирования отжига в теории комбинаторной оптимизации

## Литература

### Список литературы к главе 1

- Азимов А. Миры внутри миров. – М.: «Центрполиграф», 2004. – 171 с.
- Беляев С.Т. Вспоминая АБ // сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале». – М.: «Физматлит», 2003. – С.14-18.
- Бернал Дж. Наука в истории общества. – М.: изд-во иностранной литературы, 1956. – 735 с.
- Бете Г. Физика высоких энергий // Успехи физических наук. – 1965. - Том 86. - № 4. – С.598-600.
- Бехтерева Н.П. Магия мозга и лабиринты жизни. – СПб.: «Сова», 2007. – 383 с.
- Быков Г.В. История органической химии. – М.: «Химия», 1976. – 359 с.
- Бэгготт Дж. Бозон Хиггса. От научной идеи до открытия «частицы Бога». – М.: «Центрполиграф», 2014. – 256 с.
- Вавилов С.И. Исаак Ньютон. – М.: «Наука», 1989. – 271 с.
- Ву Т. Главный рубильник. Расцвет и гибель информационных империй от радио до интернета. – М.: «Манн, Иванов и Фербер», «Эксмо», 2012. – 384 с.
- Гельвеций К.А. Об уме // Гельвеций К.А. Сочинения в 2-х томах. Том 1. – М.: «Мысль», 1973. – С.144-603.
- Гельвеций К.А. О человеке // Гельвеций К.А. Сочинения в 2-х томах. Том 2. – М.: «Мысль», 1974. – С.6-567.
- Гельфер Я.М. История и методология термодинамики и статистической физики. – М.: «Высшая школа», 1981. – 536 с.
- Гинзбург В.Л., Фабелинский И.Л. К истории открытия комбинационного рассеяния света // Вестник РАН. – 2003. - Том 73. - № 3. – С.215-227.
- Глязер Г. Исследователи человеческого тела от Гиппократов до Павлова. - М.: «Медгиз», 1956. – 243 с.
- Годфруа Ж. Что такое психология. Том 1. – М.: «Мир», 1992. – 496 с.
- Голубовский М.Д. Дарвин и Уоллес: парадоксы соавторства и несогласия // Природа. – 2009. - № 3. – С.13-19.
- Григорьян А.Т., Вяльцев А.Н. Генрих Герц. – М.: «Наука», 1968. – 310 с.
- Гудолл Дж. Шимпанзе в природе: поведение. – М.: «Мир», 1992. – 670 с.
- Джуа М. История химии. – М.: «Мир», 1966. – 452 с.
- Добротин Р.Б., Соловьев Ю.И. Вант-Гофф. – М.: «Наука», 1977. – 272 с.
- Дойдж Н. Пластичность мозга. – М.: «Эксмо», 2017. – 544 с.
- Дунская И.М. Возникновение квантовой электроники. – М.: «Наука», 1974. – 160 с.
- Ельяшевич М.А. От возникновения квантовых представлений до становления квантовой механики // Успехи физических наук. – 1977. - Том 122. - № 4. – С.673-717.
- Ельяшевич М.А. Развитие Нильсом Бором квантовой теории атома и принципа соответствия // Успехи физических наук. – 1985. - Том 147. - № 2. – С.253-301.

- Зими́на Т., Батраков В. Комбинаторная химия: новые задачи органического синтеза // Химия и жизнь. – 1999. - № 9. – С.20-22.
- Ильенков Э.В. Психика и мозг // Вопросы философии. – 1968. - № 11. – С.145-155.
- Казютинский В.В. Теория и факт в космологии // сборник «Современная космология: философские горизонты». – М.: «Канон плюс», 2011. – С.55-103.
- Канаев И.И. Фрэнсис Гальтон. – Ленинград: «Наука», 1972. – 135 г.
- Кандель Э. В поисках памяти. – М.: «Астрель», 2012. – 736 с.
- Карцев В.П. Приключения великих уравнений. – М.: «Знание», 1986. – 286 с.
- Каховский Л. Нарушенные симметрии // Химия и жизнь. – 2008. - № 12. – С.14-16.
- Киржниц Д.А. Сверхпроводимость и элементарные частицы // Успехи физических наук. – 1978. – Том 125. - № 1. – С.169-194.
- Кирнарская Д.К. Музыкальные способности. – М.: изд-во «Таланты – XXI век», 2004. – 493 с.
- Колвин Дж. Выдающиеся результаты. Талант ни при чем! – М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2009. – 267 с.
- Комаров В.Н. По следам бесконечности. – М.: «Знание», 1974. – 192 с.
- Костанди М. Нейропластичность. – М.: «Альпина Паблицер», 2017. – 176 с.
- Краусс Л. Почему мы существуем? – М.: «Альпина нон-фикшн», 2019. – 417 с.
- Кудрявцев П.С. История физики. Том 3. От открытия кванта до создания квантовой механики. – М.: «Просвещение», 1971. – 424 с.
- Кудрявцев П.С. Курс истории физики. – М.: «Просвещение», 1982. – 448 с.
- Левонтин Р. Человеческая индивидуальность: наследственность и среда. - М.: «Прогресс», 1993. – 208 с.
- Майданов А.С. Методология научного творчества. – М.: изд-во «ЛКИ», 2008. – 512 с.
- Мах Э. Познание и заблуждение. – М.: «Бином. Лаборатория знаний», 2003. – 456 с.
- Момджян Х.Н. Клод Адриан Гельвеций // Гельвеций К.А. Сочинения в 2-х томах. Том 1. – М.: «Мысль», 1973. – С.5-72.
- Намбу Е. Кварки. На переднем крае физики элементарных частиц. – М.: «Мир», 1984. – 225 с.
- Насельский Н.Д., Новиков Д.И., Новиков И.Д. Реликтовое излучение Вселенной. – М.: «Наука», 2003. – 390 с.
- Нееман Ю. Счастливым случаем, наука и общество: эволюционный подход // Путь. – 1993. - № 4. – С.70-90.
- Нисбетт Р. Что такое интеллект и как его развивать: роль образования и традиций. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2013. – 344 с.
- Нишиджима К. Фундаментальные частицы. – М.: «Мир», 1965. – 462 с.
- Новиков И.Д. Черные дыры и Вселенная. – М.: «Молодая гвардия», 1985. – 190 с.
- Орр А. Естественный отбор: проверка фактами // В мире науки. – 2009. - № 4. – С.18-25.
- Осико В.В. Ученый - энциклопедист // сборник «Александр Михайлович Прохоров: воспоминания, статьи, интервью, документы». – М.: «Физматлит», 2006. – С.20-24.
- Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. – М.: «Наука», 1989. – 566 с.
- Перкинс Д. Как стать гением, или Искусство взрывного мышления. – М.: «АСТ», 2003. – 315 с.
- Пинкер С. Чистый лист. Природа человека. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2018. – 608 с.
- Поппер К. Объективное знание. Эволюционный подход. – М.: Эдиториал УРСС, 2002. – 384 с.
- Прохорова Г.А. Луч надежды // сборник «Александр Михайлович Прохоров: воспоминания, статьи, интервью, документы». – М.: «Физматлит», 2006. – С.25-101.
- Раман В. Молекулярное рассеяние света (нобелевская лекция) // сборник «Лауреаты Нобелевской премии по физике. Биографии, лекции, выступления». – СПб.: «Наука», 2005. – С.491-497.
- Резник С. Раскрывшаяся тайна бытия. – М.: «Знание», 1976. – 160 с.

- Росс Ф. Как воспитать гения? // В мире науки. – 2006. - № 11. – С.54-61.
- Рытов С.М. Л.И. Мандельштам и учение о модуляции // сборник «Академик Л.И. Мандельштам. К 100-летию со дня рождения». – М.: «Наука», 1979. – С.158-171.
- Саймонтон Д.К. Чек-лист гения. Девять парадоксов одаренности. – М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2020. – 256 с.
- Сарданашвили Г.А. Дмитрий Иваненко – суперзвезда советской физики. – М.: УРСС, 2010. – 313 с.
- Свердлов Е.Д. Гениальность: гены? Культура? Стохастика? // Вестник РАН. – 2009. - Том 79. - № 2. – С.131-140.
- Семенов Н.Н. Избранные труды. Том 1. Книга 2. «Цепные реакции». – М.: «Наука», 2004. – 603 с.
- Скулачев Д. Они были первыми // Наука и жизнь. - 2009. - № 6. – С.6-15.
- Смут Д.Ф. Анизотропия реликтового излучения: открытие и научное значение // Успехи физических наук. – 2007. – Том 177. - № 12. – С.1294-1317.
- Соловьев Ю.И. Эволюция основных теоретических проблем химии. – М.: «Наука», 1971. – 379 с.
- Степанов С.С. Век психологи: имена и судьбы. – М.: «Эксмо», 2002. – 592 с.
- Степин В.С. Научное познание в социальном контексте. Избранные труды. – Минск: БГУ, 2012. – 416 с.
- Тегмарк М. Наша математическая Вселенная. – М.: «АСТ», CORPUS, 2016. – 592 с.
- Трефил Дж. 200 законов мироздания. – М.: «Гелеос», 2007. – 528 с.
- Уемов А.И. Аналогия в практике научного исследования. – М.: «Наука», 1970. – 264 с.
- Фабелинский И.Л. Предсказание и обнаружение тонкой структуры линии Рэля // Успехи физических наук. – 2000. - Том 170. - № 1. – С.93-108.
- Фейнман Р. Характер физических законов. – М.: «Наука», 1987. – 160 с.
- Фигуровский Н.А. Дмитрий Иванович Менделеев. – М.: «Наука», 1983. – 287 с.
- Франкфурт У.И. Закон сохранения и превращения энергии. – М.: «Наука», 1978. – 191 с.
- Хиггс П. Как удалось обойти теорему Голдстоуна // Успехи физических наук. – 2015. – Том 185. - № 10. – С.1059-1060.
- Хок Р. 40 исследований, которые потрясли психологию. – СПб.: «Прайм-ЕВРОЗНАК», 2006. – 509 с.
- Хэйне С. ДНК – не приговор. Удивительная связь между вами и вашими генами. – М.: изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2019. – 288 с.
- Циммер К. В поисках интеллекта // В мире науки. – 2009. - № 1. – С.56-63.
- Циммер К. Она смеется, как мать. Могущество и причуды наследственности. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2020. – 596 с.
- Чернин А.Д. Гамов в Америке: 1934-1968 // Успехи физических наук. – 1994. – Том 164. - № 8. – С.867-878.
- Чертанов М. Дарвин. – М.: «Молодая гвардия», 2013. – 407 с.
- Ширков Д.В. Воспоминания о Николае Николаевиче // сборник «Воспоминания об академике Н.Н. Боголюбове. К 100-летию со дня рождения». – М.: МИАН, 2009. – С.143-175.
- Эрикссон А., Пул Р. Максимум. Как достичь личного совершенства с помощью современных научных открытий. – М.: «Колибри», 2016. – 336 с.
- Ярошевский М.Г. История психологии. – М.: «Мысль», 1976. – 463 с.
- Ярошевский М.Г., Чеснокова С.А. Уолтер Кеннон. – М.: «Наука», 1976. – 376 с.
- Ярошевский М.Г. А.А. Смирнов и история отечественной психологии (памяти ученого) // Вопросы психологии. – 1981. - № 3. – С.100-108.
- Chabris C.F., Hebert V.M., Benjamin D.J. [...] Christakis N., Laibson D. Most reported genetic associations with general intelligence are probably false positives // Psychological Science. – 2012. - Vol.23 (11). - P.1314-1323.



- Duyme M., Dumaret A.C., Tomkiewicz S. How can we boost IQs of “dull children”? A late adoption study // PNAS. – 1999. - Vol.96. - № 15. – P.8790-8794.
- Kluger A.N., Siegfried Z., Ebstein R.P. A meta-analysis of the association between DRD4 polymorphism and novelty seeking // Molecular Psychiatry. – 2002. – Vol.7. – P.712-717.
- Maguire E.A. et. al. Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers // PNAS. – 2000. – Vol.97 (8). – P.4398-4403.

## **Список литературы к главе 2 (открытия в области физики)**

- Абов Ю.Г. От рентгеновских лучей к элементарным частицам. К 100-летию Абрама Исааковича Алиханова // Природа. – 2004. - № 12. - С.62-70.
- Абов Ю.Г. От рентгеновской трубки до ускорителя. К 100-летию со дня рождения академика А.И. Алиханова // Вестник РАН. – 2004. - Том 74. - № 3. - С.239-245.
- Абов Ю.Г. От физики лучей Рентгена до физики элементарных частиц (к 100-летию со дня рождения академика А.И. Алиханова) // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 2005. - Том 36. - № 1. - С.5-22.
- Абов Ю.Г., Цукерман И.С. Алиханов Абрам Исаакович – основатель ИТЭФ // сборник «Выдающиеся ученые ИТЭФ». – М.: НИЦ «Курчатовский институт», 2015. - С.5-12.
- Абрагам А. Время вспять, или Физик, физик, где ты был? – М.: «Наука», 1991. – 391 с.
- Абросимов А.Т. К истории исследований космических лучей в Московском университете. – М.: изд-во «Спорт и культура - 2000», 2017. – 536 с.
- Аганов А.В. Введение в магнитно-резонансную томографию. – Казань: Казанский федеральный университет, 2014. – 64 с.
- Адамецкая Т.Н. История дизайна, науки и техники. – Нижневартовск: изд-во Нижневартовского государственного университета, 2014. – 179 с.
- Адамский В.Б. Локальная инвариантность и теория компенсирующего поля // Успехи физических наук. – 1961. - Том 74. - № 4. – С.609-626.
- Азерников В. Неслучайные случайности. – М.: «Детская литература», 1972. – 272 с.
- Азимов А. Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций. – М.: «Центрполиграф», 2006. – 788 с.
- Азимов Я.И., Ефремов А.В., Иоффе Б.Л. и др. Владимир Наумович Грибов (к шестидесятилетию со дня рождения) // Успехи физических наук. – 1990. - Том 160. - № 10. – С.193-196.
- Аксфорд У.И. Эти славные дни прошлого // Природа. – 1994. - № 9. - С.100-118.
- Александров А.П., Апалин А.Ф., Беляев С.Т. и др. Петр Ефимович Спивак (к восьмидесятилетию со дня рождения) // Успехи физических наук. – 1991. - Том 161. - № 7. - С.213-216.
- Александров Д.В. Лазерная интерферометрия на основе частотно-фазовой модуляции для исследования сейсмических и геоакустических колебаний // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Фрязино: Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН, 2020. – 116 с.
- Александрова Н.В. Математические термины. – М.: «Высшая школа», 1978. – 190 с.
- Алов Н. Мария Кюри. Подвиг длиною в жизнь. – М.: «Бослен», 2013. – 336 с.
- Алферов Ж.И., Боровик-Романов А.С., Каган Ю.М. и др. Борис Петрович Захарченя (к шестидесятилетию со дня рождения) // Успехи физических наук. – 1987. - Том 155. - № 1. - С.166-168.
- Алферов Ж.И. Двойные гетероструктуры: концепция и применения в физике, электронике и технологии (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 2002. - Том 172. - № 9. - С.1068-1086.
- Алферов Ж.И. Нет ничего лучше, чем быть академиком и завлабом // Наука и жизнь. – 2019. - № 4. – С.8-14.

- Алхазов Г.Д., Воробьев А.А. Исследование пространственного распределения нуклонов в ядрах методом упругого и неупругого рассеяния протонов с энергией 1 ГэВ // сборник «Дифракционное взаимодействие адронов с ядрами». – Киев: «Наукова думка», 1987. – С.5-19.
- Альтшулер С.А., Кочелаев Б.И., Леушин А.М. Парамагнитное поглощение звука // Успехи физических наук. – 1961. – Том 75. – № 3. – С.459-499.
- Альтшулер С.А. К истории открытия магнитного момента нейтрона // сборник «Нейтрон. К пятидесятилетию открытия». Составитель В.Я. Френкель. – М.: «Наука», 1983. – С.236-240.
- Амблер Е., Хадсон Р.П. Магнитное охлаждение // Успехи физических наук. – 1959. – Том 67. – № 3. – С.445-504.
- Андрианов И.В. Кто же открыл фрактал Мандельброта? // Знание – сила. – 1997. – № 11. – С.70-73.
- Андрианов И.В., Баранцев Р.Г., Маневич Л.И. Асимптотическая математика и синергетика: путь к целостной простоте. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 304 с.
- Андроникашвили Э.Л., Мамаладзе Ю.Г., Матинян С.Г., Цакадзе Д.С. О свойствах квантованных вихрей, возникающих при вращении гелия II // Успехи физических наук. – 1961. – Том 73. – № 1. – С.3-40.
- Андроникашвили Э.Л. Сверхтекучий гелий и макроскопический квант // Техника – молодежи. – 1972. – № 4. – С.38-41.
- Андроникашвили Э.Л. Квантовая когерентность и проблема сверхтекучести // Природа. – 1973. – № 1. – С.9-19.
- Аникеев А.В., Багрянский П.А., Донин А.С. и др. Эксперименты по амбиполярному удержанию плазмы в установке ГДЛ // Вопросы атомной науки и техники. Серия «Термоядерный синтез». – 2012. – № 4. – С.3-13.
- Аникин В.М., Измайлов И.В., Пойзнер Б.Н. Диссертанту о воспринимаемости, числовой оценке и защите научных результатов // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. – 2014. – Том 22. – № 6. – С.25-34.
- Ансельм А.А., Гинзбург В.Л., Докшицер Ю.Л. и др. Памяти Владимира Наумовича Грибова // Успехи физических наук. – 1998. – Том 168. – № 4. – С.471-472.
- Арцимович Л.А. Что каждый физик должен знать о плазме. – М.: «Атомиздат», 1976. – 112 с.
- Арцимович Л.А. Управляемый ядерный синтез – основа энергетики далекого будущего // сборник «Академик Лев Андреевич Арцимович (воспоминания, статьи, документы). – М.: «Физматлит», 2009. – С.353-366.
- Аскарьян Г.А. Встречи и размышления // сборник воспоминаний об А.Д. Сахарове «Он между нами жил...». – М.: «Практика», 1996.
- Атомная наука и техника СССР. Под ред. А.М. Петросьянца. – М.: «Энергоатомиздат», 1987. – 312 с.
- Ахиезер А.И., Померанчук И.Я. Дифракционное рассеяние быстрых нейтронов и заряженных частиц // Успехи физических наук. – 1949. – Том 39. – № 2. – С.153-200.
- Ахиезер А.И., Рекало М.П. Биография элементарных частиц. – Киев: «Наукова думка», 1979. – 264 с.
- Ахиезер А.И. Предисловие // сборник «Дифракционное взаимодействие адронов с ядрами». – Киев: «Наукова думка», 1987. – 336 с.
- Ахиезер А.И. Учитель и друг // сборник «Воспоминания о Л.Д.Ландау». – Редактор – И.М. Халатников. – М.: «Наука», 1988. – С.45-68.
- Ахиезер А.И. Воспоминания об Исааке Яковлевиче Померанчуке // сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке». Редактор – Л.Б. Окунь. – М.: «Наука», 1988. – С.30-35.
- Ахманов С.А., Хохлов Р.В. Новое в нелинейной оптике // Успехи физических наук. – 1968. – Том 95. – № 1. – С.231-247.

- Ахмедов Е.Х. Вспоминая Ю.В. Гапонова // сборник воспоминаний о Юрии Владимировиче Гапонове «Ученый, организатор науки, товарищ и учитель». – М.: «Тривант», 2014. – С.64-72.
- Ашкинази Л. Гамов: Георгий Антонович, Джордж, «Джо» // Квант. – 2022. - № 5. – С.2-13.
- Бабыкин М.В., Бартов А.В. Методы получения предельных электрических мощностей в коротких импульсах // М.: Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, 1972. – 24 с.
- Багоцкий С.В. Николас Кристофилос, неизвестный крупный физик // Химия и жизнь. – 2016. - № 12. – С.52-53.
- Базылев Н.Б., Фомин Н.А. Количественная визуализация течений, основанная на спекл-технологиях. – Минск: «Беларуская навука», 2016. – 392 с.
- Бакунин О.Г. Квазилинейная теория турбулентности плазмы. Истоки, идеи и эволюция метода // Успехи физических наук. – 2018. - Том 188. - № 1. – С.55-87.
- Баландин Р. Поиски истины. Жизнь и творчество В.И. Вернадского. – М.: «Детская литература», 1983. – 302 с.
- Балыкин В.И., Летохов В.С., Миногин В.Г. Охлаждение атомов давлением лазерного излучения // УФН. – 1985. – Том 147. - № 1. – С.117-156.
- Баранов М.И. Оливер Хевисайд и его вклад в мировую сокровищницу науки // Электротехника и электромеханика. – 2005. - № 4. - С.5-14.
- Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике. Часть 31: портрет харьковского физика Александра Ильича Ахиезера // Электротехника и электромеханика. – 2016. - № 2. - С.3-10.
- Баранов М.И. Антология выдающихся достижений в науке и технике. Часть 42 // Электротехника и электромеханика. – 2018. - № 1. - С.3-16.
- Барсуков О.А. Основы физики атомного ядра. Атомные технологии. – М.: «Физматлит», 2011. – 560 с.
- Бартенев Г.М., Френкель С.Я. Физика полимеров. – Ленинград: «Химия», 1990. – 432 с.
- Барьяхтар В.Г., Волков Д.В., Зеленский В.Ф. и др. Александр Ильич Ахиезер (к восьмидесятилетию со дня рождения) // Успехи физических наук. – 1992. - Том 162. - № 2. - С.191-192.
- Басов Н.Г., Прохоров А.М. Молекулярные генераторы и усилители // Природа. – 1958. - № 7. - С.24-32.
- Басов Н.Г., Крохин О.Н., Попов Ю.М. Генераторы и усилители света // Природа. – 1961. - № 12. - С.16-25.
- Батанов Г.М. М.С. Рабинович и тернистые тропы физики плазмы // Физика плазмы. – 2019. - Том 45. - № 11. - С.971-979.
- Баумгарт К.К. Дмитрий Сергеевич Рождественский // Рождественский Д.С. Собрание трудов. - Москва-Ленинград: изд-во АН СССР, 1949.
- Бедняков В.А. Где у отдельно взятого электрона волновые свойства? // Письма в ЭЧАЯ. – 2021. - Том 18. - № 4 (236). - С.321-346.
- Белавин В.А. Невылетание цвета и монополи в решеточных калибровочных теориях // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – М.: ИТЭФ, 2004. – 18 с.
- Белонучкин В.Е., Заикин Д.А., Ципенюк Ю.М. Курс общей физики. Основы физики. Том 2. Квантовая и статистическая физика. Термодинамика. – М.: «Физматлит», 2007. – 608 с.
- Белопухов Л. Триумф фундаментальной науки // Квант. – 2008. - № 4. - С.4.
- Беляев С.Т., Окунь Л.Б., Саперштейн Э.Е. Аркадий Бенедиктович Мигдал // сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале». – М.: «Физматлит», 2003. - С.5-13.
- Бережной Ю.А., Молев А.С. Поляризация протонов в неупругом ядерном рассеянии в модели Глаубера – Ситенко // сборник «Дифракционное взаимодействие адронов с ядрами». – Киев: «Наукова думка», 1987. - С.67-87.
- Березин А.В., Курочкин Ю.А., Толкачев Е.А. Кватернионы в релятивистской физике. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 200 с.

- Беспрозванных В.Г., Первадчук В.П. Нелинейные эффекты в волоконной оптике. – Пермь: изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета (ПНИПУ), 2011. – 228 с.
- Беркович Е.М. Почему не состоялась защита первой диссертации Эйнштейна? // газета «Троицкий вариант». – 2022. - № 23 (367).
- Беркович Е.М., Болотовский Б.М. Заметки по истории физики. – М.: ФИАН, 2009. – 56 с.
- Бертолотти М. История лазера. – Долгопрудный: изд-во «Интеллект», 2011. – 336 с.
- Биленький С.М. Бруно Понтекорво и нейтрино // Успехи физических наук. – 2014. - Том 184. - № 5. - С.531-538.
- Блох А.М. Советский Союз в интерьере Нобелевских премий. – М.: «Физматлит», 2005. – 880 с.
- Блохин А.В. У истоков изобретения радио. – Екатеринбург: изд-во Уральского университета, 2016. – 107 с.
- Блохинцев Д.И. Памяти Хоми Джихангира Баба // Атомная энергия. – 1966. - Том 21. - № 1. - С.7-8.
- Блохинцев Д.И., Исаев П.С. Эволюция квантовой теории поля // Природа. – 1968. - № 1. - С.23-32.
- Бобров Л.В. В поисках чуда. – М.: «Молодая гвардия», 1968. – 336 с.
- Богданкевич Л.С., Рухадзе А.А. Проблемы сильноточных релятивистских электронных пучков // Природа. – 1973. - № 2. - С.46-49.
- Богданов А.А. Тектология. Всеобщая организационная наука. Книга 1. – М.: изд-во «Экономика», 1989. – 304 с.
- Боголюбов А.Н. Математики и механики: биографический справочник. – Киев: «Наукова думка», 1983. – 639 с.
- Боголюбов А.Н. Роберт Гук. – М.: «Наука», 1984. – 240 с.
- Боголюбов Н.Н., Вул Б.М., Калашников С.Г. и др. Памяти Вадима Евгеньевича Лашкарева // Успехи физических наук. – 1975. - Том 117. - № 2. - С.377-378.
- Боголюбов Н.Н., Логунов А.А., Медведев Б.В., Ширков Д.В. Памяти Эрнста Штюкельберга // Успехи физических наук. – 1986. - Том 150. - № 1. - С.170-172.
- Бокштейн Б.С. Атомы блуждают по кристаллу. – М.: «Наука», 1984. – 208 с.
- Болотовский Б.М. К 80-летию со дня рождения И.Е. Тамма // Вестник АН СССР. – 1975. - № 6. - С.89-90.
- Болотовский Б.М. Оливер Хевисайд. – М.: «Наука», 1985. – 260 с.
- Болотовский Б.М. Роскошь общения с Гургеном Аскарьяном // Природа. – 2000. - № 2. - С.69-77.
- Болотовский Б.М. Гурген Ашотович Аскарьян (1928-1997) // сборник «Памяти Г.А. Аскарьяна». – М.: «Физматлит», 2000. - С.7-48.
- Болотовский Б.М. Эйнштейн и современная картина мира // Наука и жизнь. – 2006. - № 2. – С.53-61.
- Бор Н. Избранные научные труды. Том 2. – М.: «Наука», 1971. – 675 с.
- Борисевич Н.А., Толкачев В.А. Генерация излучения сложными молекулами в газовой фазе // Успехи физических наук. – 1982. - Том 138. - № 4. - С.545-572.
- Борисов А.В. К 110-летию со дня рождения Арсения Александровича Соколова (1910-1986) // Советский физик. – 2021. - № 3 (149). - С.30-34.
- Боровик-Романов А.С. Лауреаты Нобелевской премии 1970 г. в области физики // Природа. – 1971. - № 2. - С.102-103.
- Боровик-Романов А.С., Буньков Ю.М. и др. Спиновое эхо в системах со связанной ядерно-электронной прецессией // Успехи физических наук. – 1984. - Том 142. - № 4. - С.537-570.
- Брагинский В.Б., Руденко В.Н. Релятивистские гравитационные эксперименты // Успехи физических наук. – 1970. - Том 100. - № 3. - С.395-424.
- Брейсуэлл Р. Преобразование Фурье // В мире науки. – 1989. - № 8. - С.48-56.

- Бродянский В.М. Вечный двигатель – прежде и теперь. – М.: «Энергоатомиздат», 1989. – 256 с.
- Бронштейн М.П. Атомы и электроны. – М.: «Наука», 1980. – 152 с.
- Бронштэн В.А. Гипотезы о звездах и Вселенной. – М.: «Наука», 1974. – 384 с.
- Булюбаш Б. Мистер «нейтрино»: страницы биографии академика Понтекорво. – М.: «Новый хронограф», 2019. – 320 с.
- Бурбаев А.М., Зюзин В.В., Лукин М.Г. и др. Применение дисперсионного элемента при настройке интерферометров типа Цендера – Маха // Известия вузов. Приборостроение. – 2011. - Том 54. - № 11. - С.37-43.
- Бурдаков А.В., Поступаев В.В. Многопробочная ловушка: путь от пробкотрона Будкера к линейному термоядерному реактору // Успехи физических наук. – 2018. - Том 188. - № 6. - С.651-671.
- Бьеркен Дж., Дрелл С.Д. Релятивистская квантовая теория. Том 1. М.: «Наука», 1978. – 210 с.
- Быховский М.А. Академику Ю.В. Гуляеву – 70 лет // Электросвязь. – 2005. - № 9. - С.2.
- Быховский М.А. Давид Миддлтон – один из основоположников статистической теории связи // Электросвязь: история и современность. – 2005. - № 3. - С.27-29.
- Быховский М.А. Гиперфазовая модуляция – оптимальный метод передачи сообщений в гауссовских каналах связи. – М.: «Техносфера», 2018. – 310 с.
- Бэгготт Дж. Бозон Хиггса: от научной идеи до открытия «частицы Бога». - М.: «Центрполиграф», 2015. – 256 с.
- Вавилов Н.А. Простые алгебры Ли, простые алгебраические группы и простые конечные группы // сборник «Математика XX века. Взгляд из Петербурга. - Редактор – А.М. Вершик. – М.: МЦНМО, 2010. - С.8-46.
- Вайнберг С. Идейные основы единой теории слабых и электромагнитных взаимодействий (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 1980. - Том 132. - № 2. - С.201-217.
- Вайнберг С. Открытие субатомных частиц. – М.: «Мир», 1986. – 285 с.
- Вайнберг С. Мечты об окончательной теории. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 256 с.
- Вайсбурд Д.И. Томская научная школа радиационной физики диэлектриков. Часть 1 // Известия Томского политехнического университета. – 2005. - Том 308. - № 2. - С.210-222.
- Вайскопф В. Физика в двадцатом столетии. – М.: «Атомиздат», 1977. – 272 с.
- В.А. Котельников. Судьба, охватившая век (сборник статей). Том 2. – М.: «Физматлит», 2011. – 412 с.
- Валошек П. Развитие ускорителей элементарных частиц. Жизнь и работа Рольфа Видероэ. – М.: ФИАН, 1998. – 182 с.
- Васильев А. Прокоп Дивиш и Янош Сегнер // Квант. – 2007. - № 5. - С.18.
- Васильев А.Н. Квантово-полевая ренормгруппа в теории критического поведения и стохастической динамике. – СПб.: изд-во ПИЯФ, 1998. – 774 с.
- Васильков В.Г., Гольданский В.И., Желепов В.П., Дмитриевский В.П. Электроядерный метод генерации нейтронов и производства расщепляющихся материалов // Атомная энергия. – 1970. - Том 29. - № 3. - С.151-158.
- Введение в общую химию. Под ред. Г.П. Лучинского. – М.: «Высшая школа», 1980. – 256 с.
- Вдовин А.И. Вадим Георгиевич Соловьев (1925-1998) // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 2000. - Том 31. - № 4. – С.779-785.
- Вдовин А.И., Воронов В.В., Малов Л.А. Результаты исследований получили мировое признание // газета «Дубна: наука, содружество, прогресс». – 2000. - № 41. – С.4-5.
- Ведринский Р.В. Квантовый эффект Зенона // Соросовский образовательный журнал. – 1997. - № 9. - С.71-77.
- Велихов Е.П., Филюков А.А. Новый подход к использованию лазеров для управляемого синтеза // сборник «Проблемы лазерного термоядерного синтеза». – М.: «Атомиздат», 1976. - С.3-14.

- Вербин С.Ю. Номинирование на Нобелевскую премию по физике (1900-1966): опыт первоначальной систематизации // Вопросы истории естествознания и техники. – 2018. - Том 39. - № 4. - С.681-710.
- Верховский А.Б. благородные газы Земли // Природа. – 1986. - № 3. - С.45-54.
- Веселовский И.Н. Христиан Гюйгенс. – М.: «Учпедгиз», 1959. – 112 с.
- Визгин В.П., Кессених А.В., Вдовиченко Н.В. и др. Хроника научных достижений и социальной истории отечественной физики 1949-1971 гг. // сборник «К исследованию феномена советской физики 1950-1960-х гг.» - СПб.: изд-во Русской христианской гуманитарной академии, 2014. - С.11-101.
- Визгин В.П., Кессених А.В. Советская физика в 1949-1960-е и последующие годы // сборник «К исследованию феномена советской физики...». – СПб.: изд-во РХГА, 2014. - С.102-167.
- Визгин В.П. Феномен упущенных возможностей в научных революциях в физике XX века // Метафизика. – 2021. - № 2 (40). - С.105-124.
- Визгин В.П. О двух программах синтеза фундаментальной физики в XX в.: к 100-летию геометрической полевой программы и к 60-летию открытия симметрии стандартной модели в физике элементарных частиц // Управление наукой: теория и практика. – 2021. - Том 3. - № 2. – С.185-210.
- Вильсон К. Компьютеры в теоретических исследованиях // Природа. – 1983. - № 11. - С.88-95.
- Вильсон К. Ренормализационная группа и критические явления (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 1983. - Том 141. - № 2. - С.193-220.
- Виноградова Г.Н., Захаров В.В. Основы микроскопии. - СПб., Университет ИТМО, 2020. – 410 с.
- Винтерберг Ф. Инициирование термоядерных реакций сильноточными пучками электронов // сборник «Проблемы лазерного термоядерного синтеза». Редактор – А.А. Филоков. – М.: «Атомиздат», 1976. - С.172-190.
- Владимиров В.В. Пинч-эффект в плазме твердого тела // Успехи физических наук. – 1975. - Том 117. - № 1. – С.79-118.
- Владимиров В.С. Николай Николаевич Боголюбов – математик Божьей милостью // сборник «Математические события XX века». – М.: «Фазис», 2003. - С.119-143.
- Владимирова Л.Ф. От квантовой механики к общей теории относительности. Академик В.А. Фок. Теоретическая физика в чистом виде. – М.: «Красанд», 2012. – 224 с.
- Владимиров Ю.С. Между физикой и метафизикой. Книга 1. – М.: «Либроком», 2010. – 280 с.
- Владимиров Ю.С. Между физикой и метафизикой. Книга 2. По пути Клиффорда – Эйнштейна. – М.: «Либроком», 2011. – 248 с.
- Владимиров Ю.С. Принципы метафизики и квантовая механика // Метафизика. – 2017. - № 1 (23). – С.8-32.
- Власов В.В. Элементарные процессы в плазме газового разряда. – Харьков: Харьковский национальный университет (ХНУ), 2008. – 175 с.
- Власов Н.А. Нейтроны. – М.: ГИТТЛ, 1955. – 426 с.
- Волошин М.Б. Спектр чармония и взаимодействие кварков // Природа. – 1979. - № 1. - С.54-65.
- Вонсовский С.В., Капица П.Л., Кикоин И.К. и др. Памяти Якова Григорьевича Дорфмана // Успехи физических наук. – 1975. - Том 117. - № 4. - С.705-710.
- Воронов Г.С. Штурм термоядерной крепости. – М.: «Наука», 1985. – 192 с.
- Габор Д. Голография (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 1973. - Том 109. - № 1. - С.5-30.
- Гаврилина Е.А. Социально-методологический анализ становления лазерной науки и техники // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Естественные науки». – 2012. - № 11 (11). - С.72-83.
- Гамов Дж. Моя мировая линия: неформальная автобиография. – М.: «Наука», 1994. – 304 с.

- Ганапольский Е.М., Королук А.П. Акустические резонансные явления в твердом теле // Радиофизика и электроника. – 2008. – Том 13 (специальный выпуск). – С.404-422.
- Гарднер М. Этот правый, левый мир. – М.: «Мир», 1967. – 267 с.
- Гаспарян Б.Г., Гринберг А.П., Френкель В.Я. Абрам Исаакович Алиханов (биографический очерк) // сборник «Академик А.И. Алиханов: воспоминания, письма, документы». – М.: «Физматлит», 2004. – С.5-35.
- Гадсмит С. Открытие спина электрона // Успехи физических наук. – 1967. – Том 93. – № 1. – С.151-158.
- Гвоздев А.Е., Сергеев А.Н., Чуканов А.Н. и др. Из истории состояния сверхпластичности металлических систем // Чебышевский сборник. – 2019. – Том 20. – Вып.1. – С.354-371.
- Геворкян С.Г. Первый из последователей Максвелла // Пространство и время. – 2017. – № 2-3-4. – С.81-86.
- Гейм А. Случайные блуждания: непредсказуемый путь к графену (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 2011. – Том 181. – № 12. – С.1284-1298.
- Гельфер Я.М. История и методология термодинамики и статистической физики. – М.: «Высшая школа», 1981. – 536 с.
- Георгобиани А.Н., Иванов Л.Н., Тодуа П.А. Эффект Келдыша – Франца и области его применения // Природа. – 1979. – № 7. – С.28-35.
- Герштейн С.С., Петров Ю.В., Пономарев Л.И. Мюонный катализ и ядерный бридинг // Успехи физических наук. – 1990. – Том 160. – № 8. – С.3-46.
- Герштейн С.С. Что такое цветовой заряд, или какие силы связывают кварки // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – Том 6. – № 6. – С.78-84.
- Герштейн С.С. На заре ядерной физики // Природа. – 2004. – № 8. – С.62-68.
- Герштейн С.С. Великий универсал XX века // Природа. – 2008. – № 1. – С.15-33.
- Герштейн С.С. От бета-сил к универсальному взаимодействию // Природа. – 2010. – № 1. – С.3-14.
- Герштейн С.С. Нобелевские премии, которые не получил Понтекорво // Природа. – 2013. – № 11. – С.76-85.
- Герштейн С.С. О новом развитии теории гравитации // Природа. – 2014. – № 4. – С.3-5.
- Гейфтер А. На лужайке Эйнштейна. – М.: «CORPUS», 2016. – 608 с.
- Гинзбург В.Л., Зельдович Я.Б., Келдыш Л.В. и др. Ефим Самойлович Фрадкин // Успехи физических наук. – 1984. – Том 142. – № 3. – С.533-534.
- Гинзбург В.Л., Фейнберг Е.Л. Игорь Евгеньевич Тамм (краткий биографический очерк) // сборник «Воспоминания о И.Е. Тамме». – М.: «ИЗДАТ», 1995. – С.7-20.
- Глесстон С. Атом, атомное ядро, атомная энергия. – М.: изд-во иностранной литературы, 1961. – 648 с.
- Глик Дж. Гений. Жизнь и наука Ричарда Фейнмана. – М.: изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2018. – 592 с.
- Глэшоу Ш. Очарование физики. – Ижевск: НИЦ РХД, 2002. – 336 с.
- Гнеденко Б.В., Погребынский И.Б. Михаил Васильевич Остроградский. Жизнь и работа. Научное и педагогическое наследие. – М.: изд-во АН СССР, 1963. – 272 с.
- Гнедина Т.Е. Поль Ланжевэн. – М.: «Наука», 1991. – 288 с.
- Голенищев-Кутузов В.А., Сабурова Р.В., Шамуков Н.А. Двойные магнитоакустические резонансы в кристаллах // Успехи физических наук. – 1976. – Том 119. – № 2. – С.201-222.
- Голин Г.М., Филонович С.Р. Классики физической науки. – М.: «Высшая школа», 1989. – 576 с.
- Гольданский В., Лейкин Е. Превращения атомных ядер. – М.: изд-во АН СССР, 1958. – 426 с.
- Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: «Техносфера», 2012. – 1104 с.
- Горнштейн Т.Н. Густав Роберт Кирхгоф и его исследования по тепловому излучению // сборник «Труды института истории естествознания и техники», том 34 «История физико-математических наук». – М.: изд-во АН СССР, 1960. – С.110-156.

- Горобец Б.С. Круг Ландау. - СПб., «Летний сад», 2006. – 656 с.
- Горобец Б.С. Круг Ландау и Лифшица. – М.: «Либроком», 2009. – 336 с.
- Горынцев М. Сделано в Сибири // Наука в России. – 2011. - № 3 (183). - С.10-13.
- Горяев М.О. История физики от Архимеда до Эйнштейна. – СПб.: изд-во «ЛОИРО», 2002. – 120 с.
- Готт Ю.В., Курнаев В.А. На пути к энергетике будущего. – М.: НИЯУ МИФИ, 2017. – 292 с.
- Гратцер У. Эврики и эйфории: об ученых и их открытиях. – М.: «Колибри», 2011. – 656 с.
- Гриб А.А. Возможно ли движение назад во времени? // Природа. – 1974. - № 4. - С.24-32.
- Гриббин Дж., Гриббин М. Ричард Фейнман: жизнь в науке. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002. – 288 с.
- Гриббин Дж. В поисках кота Шредингера. Квантовая физика и реальность. – М.: «РИПОЛ классик», 2016. – 352 с.
- Григорьев Н.Д. Георг Вильгельм Рихман (к 300-летию со дня рождения) // Электричество. – 2011. - № 8. – С.2-6.
- Григорьян А.Т. Макс Борн. 80 лет со дня рождения // Природа. – 1963. - № 1. - С.97-99.
- Григорьян А.Т., Вяльцев А.Н. Генрих Герц. – М.: «Наука», 1968. – 309 с.
- Григорьян А.Т. Механика от античности до наших дней. – М.: «Наука», 1974. – 480 с.
- Григорьян А.Т., Юшкевич А.П., Ковалев Б.Д. Даниил Бернулли. У истоков математического естествознания // Природа. – 1982. - № 3. - С.76-85.
- Грин Б. Элегантная Вселенная. Суперструны, скрытые размерности и поиски окончательной теории. – М.: Эдиториал УРСС, 2004. – 288 с.
- Гринберг А.П. Ускорение электронов с помощью электромагнитной индукции (бетатрон Керста) // Успехи физических наук. – 1945. - Том 27. - № 1. – С.31-71.
- Грошев Л.В. Поглощение и рассеяние  $\gamma$ -лучей // Успехи физических наук. – 1937. - Том 17. - № 2. - С.201-240.
- Гульельми А.В. Новый взгляд на происхождение геомагнитных пульсаций // Природа. – 1985. - № 4. - С.44-51.
- Гуляев Ю.В. Институту радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской Академии наук – 65 лет // РЭНСИТ. – 2018. - Том 10. - № 2. - С.133-146.
- Гумилевский Л. Чаплыгин. – М.: «Молодая гвардия», 1969. – 272 с.
- Гуревич А.Г., Мелков Г.А. Магнитные колебания и волны. – М.: «Физматлит», 1994. – 464 с.
- Гуревич А.Г. Физика твердого тела. - СПб.: «Невский диалект», «БХВ-Петербург», 2004. – 320 с.
- Гуревич И.И. Исаак Яковлевич Померанчук // сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке». Под ред. Л.Б. Окуня. – М.: «Наука», 1988. - С.42-46.
- Гуревич Л.Э. Теория плазмы // сборник «Развитие физики в СССР». Том 1. – М.: «Наука», 1967. - С.141-150.
- Гюнтер Х. Введение в курс спектроскопии ЯМР. – М.: «Мир», 1984. – 478 с.
- Давыдов Б.И. Советские исследования по электронным полупроводникам // Успехи физических наук. – 1947. - Том 33. - № 2. - С.157-164.
- Данин Д. Резерфорд. – М.: «Молодая гвардия», 1966. – 624 с.
- Данин Д. Нильс Бор. – М.: «Молодая гвардия», 1978. – 560 с.
- Дебай П. Магнитный метод получения весьма низких температур // Успехи физических наук. – 1935. - Том 15. - № 2. - С.197-206.
- Девятков Н.Д. Пути развития электроники сверхвысоких частот в Советском Союзе // Известия вузов. Радиофизика. – 1958. - Том 1. - № 3. - С.3-12.
- Денисов В.И. Гравитационное поле внутри сферического электромагнитного резонатора // Вестник Московского университета. Серия «Физика, астрономия». – 1977. - Том 18. - № 5. - С.52-57.
- Денисюк Ю.Н. Мой путь в голографии // Мир голографии. – 2013. - Том 1. - № 1. - С.7-25.



- Дерри Т., Уильямс Т. Краткая история технологий. Идеи, процессы и устройства, при помощи которых человек изменяет окружающую среду с древности до наших дней. – М.: «Центрполиграф», 2021. – 831 с.
- Джелепов В.П. Гений Бруно Понтекорво // Понтекорво Б. Избранные труды. - Том 2. – М.: «Наука», 1997. - С.210-217.
- Джеммер М. Эволюция понятий квантовой механики. – М.: «Наука», 1985. – 380 с.
- Дзарахохова А. Осаждая атомы // За науку. – 2018. - № 4. - С.62-67.
- Димов Г.И. Амбиполярная ловушка // Успехи физических наук. – 2005. - Том 175. - № 11. - С.1185-1206.
- Дирак П. Воспоминания о необычайной эпохе. – М.: «Наука», 1990. – 208 с.
- Дирак П. Происхождение квантовой теории поля // Дирак П. Воспоминания о необычайной эпохе. – М.: «Наука», 1990. - С.95-108.
- Дирак П. Теория электронов и позитронов (Нобелевская лекция) // сборник «Лауреаты Нобелевской премии по физике. Биографии, лекции, выступления». Том 1. – СПб.: «Наука», 2005. - С.523-527.
- Добровольский Е.Н. Почерк Капицы. – М.: «Советская Россия», 1968. – 177 с.
- Додд Р., Эйлбек Д.К., Гиббон Дж., Моррис Х. Солитоны и нелинейные волновые уравнения. – М.: «Мир», 1988. – 694 с.
- Дорофеева В., Дорофеев В. Академик Семенов // Юный техник. – 1969. - № 6. - С.15-17.
- Дорфман Я.Г. Вениамин Франклин – выдающийся физик XVIII века // Природа. – 1956. - № 2. - С.72-81.
- Дорфман Я.Г. Магнетизм // сборник «Развитие физики в СССР». Том 1. - М.: «Наука», 1967. - С.344-357.
- Дубовицкий Ф.И. Институт химической физики. Очерки истории. – Черногловка: ИХФ РАН, 1992. - 811 с.
- Дуков В.М. Электродинамика (история и методология макроскопической электродинамики). – М.: «Высшая школа», 1975. – 248 с.
- Дьяконов Д.И. Алексей Андреевич был прирожденным учителем // сборник «Счастье видеть красоту мироздания. Памяти физика А.А. Ансельма». – Гатчина: изд-во НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ, 2018. - С.70-77.
- Дягилев В.М. Из истории физики и жизни ее творцов. – М.: «Просвещение», 1986. – 255 с.
- Ельяшевич М.А. Периодический закон Д.И. Менделеева, спектры и строение атома // сборник «Периодический закон и строение атома». – М.: «Атомиздат», 1971. - С.41-106.
- Ельяшевич М.А. От возникновения квантовых представлений до становления квантовой механики // Успехи физических наук. – 1977. - Том 122. - № 4. - С.673-717.
- Ельяшевич М.А. Вклад Эйнштейна в развитие квантовых представлений // Успехи физических наук. – 1979. - Том 128. - № 3. - С.503-536.
- Ельяшевич М.А. Развитие Нильсом Бором квантовой теории атома и принципа соответствия // Успехи физических наук. – 1985. - Том 147. - № 2. - С.253-301.
- Ельяшевич М.А., Кембровская Н.Г., Томильчик Л.М. Ридберг и развитие атомной спектроскопии // Успехи физических наук. – 1990. - Том 160. - № 12. - С.141-165.
- Ельяшевич М.А., Кембровская Н.Г., Томильчик Л.М. Вальтер Ритц как физик-теоретик и его исследования по теории атомных спектров // Успехи физических наук. – 1995. - Том 165. - № 4. - С.457-480.
- Ерозолимский Б.Г. Первые экспериментальные работы на атомном реакторе «Ф-1» в секторе П.Е. Спивака // сборник трудов Международного симпозиума ИСАП-96 «Наука и общество: история советского атомного проекта (40-е – 50-е годы)». – М.: «ИЗДАТ», 2003. - С.71-82.
- Ерофеев В.И., Лисенкова Е.Е., Стулов А.С. Давление волн, распространяющихся в рояльных струнах, на импедансную границу («мостик») // Нелинейный мир. – 2008. - Том 6. - № 5-6. - С.359-362.
- Жданов В.М. Тайны разделения изотопов. – М.: НИЯУ МИФИ, 2011. – 224 с.

- Жилин П.А. Рациональная механика сплошных сред. – СПб.: изд-во Политехнического университета, 2012. – 584 с.
- Журавлев В.Ф. 500 лет истории закона сухого трения // Вестник МГТУ им. Н.Э.Баумана. Серия «Естественные науки». – 2014. - № 2. – С.21-31.
- Завойский Е.К. Избранные труды. Электронный парамагнитный резонанс и физика плазмы. – М.: «Наука», 1990. – 344 с.
- Завойский Е.К. Бабыкин М.В., Иванов А.А., Рудаков Л.И. Оценки возможностей применения мощного пучка релятивистских электронов для термоядерного синтеза // Завойский Е.К. Избранные труды. – 1990. - С.291-297.
- Займовский В.А., Колупаева Т.Л. Необычные свойства обычных металлов. – М.: «Наука», 1984. – 192 с.
- Закутняя О., Костикова Д. Творец кристаллов // В мире науки. – 2007. - № 6. - С.18-21.
- Замятнин Ю.С., Михеев В.Л., Третьякова С.П. и др. Кластерная радиоактивность – достижения и перспективы. Эксперимент и теория // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 1990. - Том 21. - № 2. - С.537-594.
- Захарченя Б.П. Открытие экситона – теория и эксперимент // Физика и техника полупроводников. – 1984. - Том 18. - № 11. - С.1940-1943.
- Зацепин Г.Т., Куликов Г.В., Христиансен Г.В. У истоков физики космических лучей сверхвысоких энергий // Вестник РАН. – 1992. - № 11. - С.92-96.
- Зельдович Я.Б., Новиков И.Д. Строение и эволюция Вселенной. – М.: «Наука», 1975. – 736 с.
- Зельдович Я.Б. Избранные труды. Частицы, ядра, Вселенная. – М.: «Наука», 1985. – 464 с.
- Зельцер Г.И. Изобарический спин и гипотеза зарядовой независимости ядерных сил // Успехи физических наук. – 1954. - Том 53. - № 4. - С.455-500.
- Зигмунд К. Точное мышление в безумные времена. Венский кружок и крестовый поход за основаниями науки. – М.: «АСТ», CORPUS, 2021. – 528 с.
- Зотов Н.П., Царев В.А. Дифракционная диссоциация: тридцать пять лет спустя // Успехи физических наук. – 1988. - Том 154. - № 2. - С.207-242.
- Иванов А.С. Руководство по лазеротерапии стоматологических заболеваний. – СПб.: изд-во «Спецлит», 2014. – 102 с.
- Иванов В.Е., Файнберг Я.Б., Ситенко А.Г. и др. Александр Ильич Ахиезер (к шестидесятилетию со дня рождения) // Успехи физических наук. – 1971. - Том 105. - № 2. - С.371-372.
- Иванов И. Новые эксперименты с квантовым эффектом Зенона подтверждают теоретические предсказания // сайт «Элементы», 05.01.2007 г.
- Игонин В.В. Атом в СССР. Развитие советской ядерной физики. – Саратов: изд-во Саратовского университета, 1975. – 667 с.
- И.Е. Тамм в дневниках и письмах к Наталии Васильевне // Природа. – 1995. - № 7. – С.134-160.
- Из истории изобретения и начального периода развития радиосвязи. Под ред. В.Н. Ушакова. – СПб.: изд-во «ЛЭТИ», 2008. – 288 с.
- Измайлов И.В., Пойзнер Б.Н. О науке, событиях в истории изучения света, колебаний, волн, об их исследователях. – Томск: изд-во Томского государственного университета, 2015. – 410 с.
- Изотопы: свойства, получение, применение. Том 2. Под ред. В.Ю. Баранова. – М.: «Физматлит», 2005. – 728 с.
- Изюмов Ю.А. Щедрость ума и души // газета «Наука Урала», № 19-20 (1024), сентябрь 2010 г.
- Ильгисонис В. Ловушка для Солнца // В мире науки. – 2013. - № 4. – С.62-65.
- Инденбом В.Л., Орлов А.Н. Физическая теория пластичности и прочности. – Успехи физических наук. – 1962. - Том 76. - № 3. - С.557-591.

- Ионас Дж. Термоядерная энергия и пучки заряженных частиц // Успехи физических наук. – 1981. - Том 133. - № 1. - С.159-180.
- Иоффе Б.Л. Без ретуши. Портреты физиков на фоне эпохи. – М.: «Фазис», 2004. – 160 с.
- Иоффе Б.Л. Первые годы общения с И.Я. Померанчуком // сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке». Редактор – Л.Б. Окунь. – М.: «Наука», 1988. - С.88-94.
- Ирхин В.Ю. Семен Петрович Шубин: оборванный восход // сборник «Физика металлов на Урале». – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. - С.33-37.
- Каганов М. Непростая история // журнал «Семь искусств». – 2019. - № 10.
- Кадменский С.Г. Радиоактивность атомных ядер: история, результаты, новейшие достижения // Соросовский образовательный журнал. – 1999. - № 11. - С.76-81.
- Кадомцев Б.Б. Затухание Ландау и эхо в плазме // Успехи физических наук. – 1968. - Том 95. - № 1. - С.111-129.
- Каку М. Введение в теорию суперструн. – М.: «Мир», 1999. – 624 с.
- Каку М. Параллельные миры. – М.: «София», 2008. – 416 с.
- Каку М. Гиперпространство: научная одиссея через параллельные миры, дыры во времени и десятое измерение. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2016. – 502 с.
- Каку М. Космос Эйнштейна. Как открытия Альберта Эйнштейна изменили наши представления о пространстве и времени. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2016, с.272.
- Калиникос Б.А. Спиновые волны в ферромагнитных пленках // Соросовский образовательный журнал. – 1996. - № 5. - С.93-100.
- Кан Р. Становление материаловедения. - Нижний Новгород: изд-во НГУ, 2011. – 619 с.
- Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц. – М.: «Физматлит», 2010. – 512 с.
- Капустинская К.А. Анри Беккерель. – М.: «Атомиздат», 1965. – 84 с.
- Капцов Н.А. Воспоминания о С.А. Богуславском // сборник «История и методология естественных наук». Выпуск 3 (физика). – М.: МГУ, 1965. - С.255-256.
- Карвер Т. Оптическая накачка // Успехи физических наук. – 1964. - Том 84. - № 2. - С.325-342.
- Карман Т. Аэродинамика. Избранные темы в их историческом развитии. – Ижевск: НИЦ РХД, 2001. – 208 с.
- Карнаухов В.А. Запозывающие протоны как средство получения ядерной информации // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 1973. - Том 4. - № 4. - С.1018-1076.
- Карпишков А.В. Парные корреляции в жестких процессах при высоких энергиях в подходе реджезации партонов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Самара: Самарский национальный исследовательский университет, 2019. – 93 с.
- Карцев В. Максвелл. – М.: «Молодая гвардия», 1974. – 336 с.
- Качмарек Ф. Введение в физику лазеров. – М.: «Мир», 1981. – 540 с.
- Кацнельсон М. Проблема Кондо // газета «Троицкий вариант». – 2010. - № 51.
- Кашурников В.А., Красавин А.В. Современные проблемы физики твердого тела. Часть 2. Высокотемпературная сверхпроводимость. – М.: МИФИ, 2002. – 180 с.
- Кедров Ф.Б. Цепная реакция идей. - М.: «Знание», 1975. – 190 с.
- Кендалл Г.У. Глубоко-неупругое рассеяние: эксперименты на протоне и наблюдение скейлинга (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 1991. - Том 161. - № 12. - С.75-106.
- Кессель А.Р. Влияние молекулярного движения на акустический резонанс // Акустический журнал. – 1970. - Том 16. - № 4. - С.497-510.
- Кессельман В.С. На кого упало яблоко. – М.: «Ломоносов», 2014. – 208 с.
- Кессених А.В., Птушенко В.В. Магнитный резонанс в интерьере века: биографии и публикации. – М.: «Физматлит», 2019. – 232 с.
- Кикоин И.К., Смирнов Ю.Н. Пути развития физики твердого тела // Природа. – 1968. - № 2. - С.2-12.
- Кикоин И.К. Рассказы о физике и физиках. – М.: «Наука», 1986. – 160 с.

- Киржниц Д.А. Вехи научного творчества // Природа. – 1995. - № 7. - С.24-27.
- Климишин И.А. Открытие Вселенной. – М.: «Наука», 1987. – 320 с.
- Климов Ю.И. Физика ядерных реакторов // Природа. – 1960. - № 10. - С.42-45.
- Климонтович Ю.Л. Введение в физику открытых систем // Соросовский образовательный журнал. – 1996. - № 8. - С.109-116.
- Климонтович Ю.Л. Штрихи к портретам ученых. – М.: «Янус-К», 2005. – 204 с.
- Клышко Д.Н. Физические основы квантовой электроники. – М.: «Наука», 1986. – 296 с.
- Коган В.И. Физик по рождению // сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале». – М.: «Физматлит», 2003. - С.19-27.
- Коке Б., Киссинджер А. Изображение квантовых процессов. – М.: «ДМК Пресс», 2019. – 880 с.
- Коллинз Дж. Повреждение материалов в конструкциях. Анализ, предсказание, предотвращение. – М.: «Мир», 1984. – 624 с.
- Комаров С.М. Ускорение в Новосибирске // Химия и жизнь. – 2018. - № 9.
- Комаров С.М. Квантовый фундамент // Химия и жизнь. – 2020. - № 9. – С.17-20.
- Копвиллем А.Х., Нагибаров В.Р. Инерционное эхо и когерентные гравитационные волны // Письма в ЖЭТФ. – 1965. - Том 2. - С.529-533.
- Копвиллем У.Х., Голенищев-Кутузов В.А., Шамуков Н.А. Двойные акусто-магнитные резонансы // Успехи физических наук. – 1970. - Том 102. - № 4. - С.663-664.
- Копвиллем У.Х. Резонанс на рассвете // сборник воспоминаний о Е.К. Завойском «Чародей эксперимента». – М.: «Наука», 1993. – С.47-52.
- Коржиманов А. Как затмение Солнца сделало Эйнштейна мировой звездой // газета «Троицкий вариант». – 2017. - № 18.
- Корн А. Юбилейные размышления, или электрону – 100 лет // Знание – сила. – 1997. - № 11. - С.52-56.
- Котельников И.А. Лекции по физике плазмы. Том 2. – СПб.: изд-во «Лань», 2021. – 448 с.
- Котов В.И., Семенюшкин И.Н. Встречные пучки // Природа. – 1962. - № 6. - С.45-48.
- Коэн Р. В погоне за Солнцем. – М.: «АСТ», 2013. – 670 с.
- Кренц А.А., Молевич Н.Е. Исследование сценария перехода к хаосу в динамической системе с особой окружностью на фазовой плоскости // Известия Самарского научного центра РАН. – 2010. - Том 12. - № 4. - С.108-112.
- Кривенко И.С. Особенности электронного спектра магнитных примесей при низкой температуре // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – М.: МГУ, 2012. – 138 с.
- Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. – М.: «Советское радио», 1978. – 400 с.
- Кройц М. Физика высоких энергий // Успехи физических наук. – 1984. - Том 143. - № 2. – С.256-265.
- Кругляков Э.П. Особый стиль работы // сборник «Академик Г.И. Будкер. Очерки, воспоминания». Редактор – А.Н. Скринский. – Новосибирск: «Наука», 1988. - С.124-134.
- Кругляков Э.П. Звездные реакторы: на пути к термоядерной энергетике // Наука из первых рук. – 2005. - № 2 (5). - С.55-61.
- Крушельницкий А. ЯМР для «чайников», или Десять основных фактов о ядерном магнитном резонансе // газета «Троицкий вариант». – 2013. - № 9 (128).
- Ксанфомалити Л. Планетные системы звезд // Наука и жизнь. – 2006. - № 11. – С.2-9.
- Кудрявцев В.В. Научные школы в отечественной радиофизике: зарождение, развитие, творческое наследие // Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – М.: ИИЕТ им. С.И.Вавилова, 2018. – 657 с.
- Кудрявцев П.С. История физики. Том 3. От открытия кванта до создания квантовой механики. – М.: «Просвещение», 1971. – 424 с.
- Кудрявцев П.С. Максвелл. – М.: «Просвещение», 1976. – 128 с.
- Кудрявцев П.С. Курс истории физики. – М.: «Просвещение», 1982. – 448 с.

- Кудряшов Н.А. Нелинейные волны и солитоны // Соросовский образовательный журнал. – 1997. - № 2. - С.85-91.
- Кузнецов Б.Г. Развитие физических идей от Галилея до Эйнштейна в свете современной науки. – М.: «Либроком», 2010. – 520 с.
- Кузнецов Н.А., Сеницын И.Н. Развитие теоремы отсчетов Котельникова // Успехи физических наук. – 2009. - Том 179. - № 2. - С.216-218.
- Куприянов П.А. Развитие методов ядерного магнитного резонанса в магнитном поле Земли // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. - СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2017. – 100 с.
- Кэрролл Ш. Частица на краю Вселенной. – М.: «Лаборатория знаний», 2015. – 368 с.
- Ланге П.В. Горизонты Южного моря: история морских открытий в Океании. – М.: «Прогресс», 1987. – 286 с.
- Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Том 8. Электродинамика сплошных сред. – М.: «Физматлит», 2005. – 656 с.
- Ландсберг Г.С. Исследования Л.И. Мандельштама в области оптики и молекулярной физики // сборник «Академик Л.И. Мандельштам. К 100-летию со дня рождения». – М.: «Наука», 1979. - С.87-97.
- Ланцберг Г.С., Хазанов Е.Н. Премия Европейского физического общества – члену-корреспонденту АН СССР Ю.В. Гуляеву // Природа. – 1980. - № 4. - С.109-111.
- Лапидус Л.И. Следствия СРТ-инвариантности и эксперимент // Успехи физических наук. – 1968. - Том 95. - № 4. - С.657-668.
- Ларкин А.И. А.Б. Мигдал в моей жизни // сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале». – М.: «Физматлит», 2003. - С.40-48.
- Лапидус Л.И., Оконов Э.О. Новейшие исследования физики фундаментальных частиц // Природа. – 1957. - № 11. - С.33-42.
- Ларин А.А. История теории механических колебаний. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2019. – 280 с.
- Лауреаты Нобелевской премии. Том 1. – М.: «Прогресс», 1992. – 775 с.
- Лауреаты Нобелевской премии. Том 2. – М.: «Прогресс», 1992. – 861 с.
- Лауреаты Нобелевской премии по физике. Биографии, лекции, выступления. Том 2. Под ред. Э.А. Троппа. – СПб.: «Наука», 2009. – 1091 с.
- Лебедев А.Н. Международная конференция по ускорителям // Атомная энергия. – 1960. - Том 8. - № 1. - С.78-81.
- Лебедев А.Н., Шальнов А.В. Основы физики и техники ускорителей. Том 1. Ускорители заряженных частиц. – М.: «Энергоиздат», 1981. – 192 с.
- Лебединский А.В., Франкфурт У.И., Френк А.М. Гельмгольц. – М.: «Наука», 1966. – 320 с.
- Левичев Е.Б., Скринский А.Н., Тумайкин Г.М., Шатунов Ю.М. Работы со встречными электрон-позитронными пучками в ИЯФ им. Г.И.Будкера СО РАН // Успехи физических наук. – 2018. - Том 188. - № 5. - С.461-480.
- Леенсон И.А. От Лошмидта к Кельвину // Химия и жизнь. – 2016. - № 3. – С.68-69.
- Леонов В.П. Введение в физику и технологию элементной базы ЭВМ и компьютеров. – Томск: изд-во НТЛ, 2008. – 264 с.
- Леонович А. А так ли хорошо знаком вам закон Ома? // Квант. – 2012. - № 1. - С.32-33.
- Леонтьев А.И. Вклад отечественных ученых в теорию теплообмена // Теплофизика и аэромеханика. – 1999. - Том 6. - № 2. - С.141-155.
- Лесов В. Лео Сцилард – мессия, легкий на подъем // газета «Троицкий вариант». – 2022. - № 13.
- Летохов В.С., Чеботаев В.П. Квантовые стандарты частоты оптического диапазона // Квантовая электроника. – 1974. - № 2. - С.245-267.
- Летохов В.С., Чеботаев В.П. Резонансные явления при насыщении поглощения лазерным излучением // Успехи физических наук. – 1974. - Том 113. - № 3. - С.385-434.
- Липсон Г. Великие эксперименты в физике. – М.: «Мир», 1972. – 216 с.

- Лисовская Т.Ю. Станет ли наука экзотикой? Беседы М.Я. Азбеля и М.И. Каганова о судьбах науки // Природа. – 1996. - № 5. - С.125-136.
- Лифшиц Е.М. История открытия и объяснения сверхтекучести жидкого гелия // сборник «Воспоминания о Л.Д.Ландау». – М.: «Наука», 1988. – С.7-31.
- Лифшиц Е.М. Теория сверхтекучести гелия II // Лифшиц Е.М. Избранные труды. – М.: «Физматлит», 2004. - С.228-268.
- Лиходед А.К., Петров В.А. К 33 годовщине «ноябрьской революции» или краткая история физики тяжелых кварков // Новости и проблемы фундаментальной физики. – 2007. - Специальный выпуск. – С.17-25.
- Лишевский В.П. Математик, механик, инженер: к 450-летию со дня рождения Симона Стевина // Вестник РАН. – 1999. - Том 69. - № 1. – С.49-50.
- Логинов С.С. Цифровые радиоэлектронные устройства и системы с динамическим хаосом и вариацией шага временной сетки // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Казань: Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева, 2015. – 227 с.
- Логунов А.А., Петров В.А. Как устроен электрон? – М.: «Педагогика», 1988. – 114 с.
- Логунов А.А. Анри Пуанкаре и теория относительности. – М.: «Наука», 2004. – 256 с.
- Лоунасмаа О. Новые методы приближения к абсолютному нулю температур // Успехи физических наук. – 1971. - Том 103. - № 2. - С.367-380.
- Лукиянчук Б. Былое величие нашей физики // Семь искусств. – 2020. - № 8-9 (124).
- Льоцци М. История физики. – М.: «Мир», 1970. – 464 с.
- Ляхова К.А. Популярная история астрономии и космических исследований. – М.: «Вече», 2002. – 496 с.
- Макеенко Ю.М. Численные эксперименты в теории сильного взаимодействия // Природа. – 1984. - № 3. - С.3-16.
- Максвелл Дж. Молекулы // Максвелл Дж. Статьи и речи. – М.: «Наука», 1968. - С.71-90.
- Максименко А. История астрономии 60-х годов 20 века // Небосвод. – 2017. - Том 12. - № 5. – С.13-22.
- Максименко О. Зеркальная материя – начало пути // Наука и жизнь. – 2007. - № 12. - С.24-31.
- Малашевич Б.М. 50 лет отечественной микроэлектронике. Краткие основы и история развития. – М.: «Техносфера», 2013. – 800 с.
- Манолов К., Лазаров Д., Лилов И. У химии свои законы. – Ленинград: «Химия», 1977. – 376 с.
- Манькин Э.А. Спиновое и фотонное эхо // Соросовский образовательный журнал. – 1998. - № 8. - С.88-94.
- Мануйлов А.В., Родионов В.И. Основы химии для детей и взрослых. – М.: «Центрполиграф», 2014. – 416 с.
- Математика XIX века. Чебышевское направление в теории функций. Под ред. А.Н. Колмогорова и А.П. Юшкевича. – М.: «Наука», 1987. – 318 с.
- Мацарский В. Паскуаль Йордан: кванты, гены и «неарийская» физика // газета «Троицкий вариант». – 2022. - № 8 (352).
- Медведев Б.В., Ширков Д.В. П.А.М. Дирак и становление основных представлений квантовой теории поля // Успехи физических наук. – 1987. - Том 153. - № 1. – С.59-104.
- Мелуа А.И. Академия наук. Биографии (1724-2020). Том 6. – СПб.: изд-во «Гуманистика», 2020. – 640 с.
- Менский М.Б. Явление декогеренции и теория непрерывных квантовых измерений // Успехи физических наук. – 1998. – Том 168. - № 9. - С.1017-1035.
- Меньшиков П.В., Кутуев В.А., Жариков С.Н. Анализ результатов исследований методик расчета скорости детонационных взрывчатых веществ // Проблемы недропользования. – 2022. - № 3. - С.91-103.

- Месси Г., Бархоп Е. Электронные и ионные столкновения. – М.: изд-во иностранной литературы, 1958. – 604 с.
- Мехра Д. Золотой век теоретической физики»: научная деятельность П.А.М. Дирака с 1924 по 1933 год // Успехи физических наук. – 1987. - Том 153. - № 1. - С.135-165.
- Мешков И.Н. Перевернутый маятник (история одной легенды) // сборник «Воспоминания об академике Н.Н.Боголюбове». – М.: МИАН, 2009. – С.92-95.
- Миддлтон У. История теорий дождя и других форм осадков. – Ленинград: «Гидрометеиздат», 1969. – 195 с.
- Микеров А. Рождение точечного транзистора // Control Engineering Россия. – 2020. - № 6 (90). – С.76-79.
- Микулин Е.И. Криогенная техника. – М.: «Машиностроение», 1969. – 272 с.
- Мирнов С.В. Токамаки: триумф или поражение? // Природа. – 1999. - № 1. - С.10-22.
- Монастырский М.И. Джон фон Нейман // Успехи физических наук. – 2004. - Том 174. - № 12. - С.1371-1380.
- Монк Р. Роберт Оппенгеймер. Жизнь в центре. – М.: «Дело», 2022. – 864 с.
- Морозов А.В. Элементы детерминированного хаоса в политехническом вузе // Вестник науки и образования. – 2018. - № 12 (48). - С.7-10.
- Моттelson Б.Р. Элементарные виды возбуждения в ядрах (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 1976. - Том 120. - № 4. - С.563-580.
- Мухин К.Н., Тихонов В.Н. Старая и новая экзотика в мире элементарных частиц // Успехи физических наук. – 2001. - Том 171. - № 11. - С.1201-1250.
- Мухин Р.Р. Развитие концепции динамического хаоса в СССР. 1950-1980-е гг. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – М.: Московский институт стали и сплавов, 2010. – 29 с.
- Наккольс Дж. и др. Лазерное обжатие вещества до сверхвысоких плотностей и его использование в управляемом термоядерном синтезе // сборник «Проблемы лазерного термоядерного синтеза». – М.: «Атомиздат», 1976. - С.22-35.
- Намбу Е. Почему нет свободных кварков // Успехи физических наук. – 1978. - Том 124. - № 1. - С.147-169.
- Намбу Е. Кварки. На переднем крае физики элементарных частиц. – М.: «Мир», 1984. – 225 с.
- Недела И. Изобретатель громоотвода // Техника – молодежи. – 1955. - № 10. - С.26.
- Никеров В.А. Физика. Учебник и практикум для академического бакалавриата. – М.: «Юрайт», 2015. – 415 с.
- Никитенков Н.Н., Никитенкова Н.А. Синергетика для инженеров. – Томск: изд-во ТПУ, 2009. – 168 с.
- Никитов С.А. Лауреаты Нобелевской премии 2007 года по физике – А.Фер и П.Грюнберг // Природа. – 2008. - № 1. - С.68-74.
- Николай Николаевич Семенов. К 80-летию со дня рождения // Вестник АН СССР. – 1976. - № 7. - С.71-74.
- Нитусов А. Транзисторная история // журнал «PC Week/RE». - № 41 (599), ноябрь 2007 г.
- Нобл Б. Применение метода Винера – Хопфа для решения дифференциальных уравнений в частных производных. – М.: изд-во иностранной литературы, 1962. – 280 с.
- Новожилов Ю.В., Новожилов В.Ю. Владимир Александрович Фок (к столетию со дня рождения) // Физика элементарных частиц и атомного ядра. – 2000. - Том 31. - № 1. - С.2-46.
- Огиевецкий В.И., Мезинческу Л. Симметрии между бозонами и фермионами и суперполя // Успехи физических наук. – 1975. - Том 117. - № 4. - С.637-683.
- Одинг И.А., Геминев В.Н. Прочность и пластичность металлов // Природа. – 1958. - № 3. - С.17-25.
- Окунев В.С. Основы прикладной ядерной физики и введение в физику ядерных реакторов. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2015. – 534 с.

- Окунь Л.Б. Работы И.Я. Померанчука по физике элементарных частиц // сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке». Редактор – Л.Б. Окунь. – М.: «Наука», 1988. - С.188-211.
- Окунь Л.Б. Зеркальные частицы и зеркальная материя: 50 лет гипотез и поисков // Успехи физических наук. – 2007. - Том 177. - № 4. - С.397-406.
- Онищенко А.А., Керимова М.С. Знакомая незнакомя Лиза Мейтнер // сборник материалов Международной научно-практической конференции «Роль женщины в развитии современной науки и образования». – Минск: БГУ, 2016. - С.580-584.
- Ораевский В.Н. Плазма на Земле и в космосе. – Киев: «Наукова думка», 1980. – 204 с.
- Паевский А. Нобелевские лауреаты: Петр Капица // сайт «Индикатор», 28 ноября 2018 г.
- Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. – М.: «Наука», 1989. – 568 с.
- Пайс А. Гении науки. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 448 с.
- Парафонова В. Ядерный синтез в лазерной искре // Наука и жизнь. – 2003. - № 2. – С.2-9.
- Паркер Б. Мечта Эйнштейна. В поисках единой теории строения Вселенной - СПб.: «Амфора», 2000. – 333 с.
- Пархомчук В.В. История создания электронного охлаждения // Наука из первых рук. – 2018. - № 2 (специальный выпуск). – С.54-65.
- Паташинский А.З., Покровский В.Л. Метод ренорм-группы в теории фазовых переходов // Успехи физических наук. – 1977. - Том 121. - № 1. - С.55-96.
- Паули В. Вклад Зоммерфельда в квантовую теорию // Паули В. Физические очерки. – М.: «Наука», 1975. - С.219-230.
- Паули В. К старой и новой истории нейтрино // Паули В. Физические очерки. – М.: «Наука», 1975. - С.104-132.
- Первозванский А.А. Трение – сила знакомая, но таинственная // Соросовский образовательный журнал. – 1998. - № 2. - С.129-134.
- Перфилов Н.А., Романов Ю.Ф., Соловьева З.И. Деление тяжелых ядер с испусканием длиннопробежных  $\alpha$ -частиц // Успехи физических наук. – 1960. - Том 71. - № 3. - С.471-483.
- Петренко Ю. Нужна ли физика врачу? // Наука и жизнь. – 2003. - № 5. – С.32-35.
- Петров А.Н. Гравитация. От хрустальных сфер до кротовых нор. – Фрязино: изд-во «Век 2», 2013. – 320 с.
- Петров Н.Н., Петрова И.И. Рыцарь новой физики (к 100-летию со дня рождения П.С. Тартаковского // Вестник РАН. – 1995. - Том 65. - № 5. - С.443-447.
- Пик-Пичак Г.А. Прогулка весной // сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале». – М.: «Физматлит», 2003. - С.179-180.
- Писаревский Б.М., Харин В.Т. Беседы о математике и математиках. – М.: изд-во «Нефть и газ», 1998. – 185 с.
- Писаревский Б.М., Харин В.Т. Беседы о математике и математиках. – М.: «Физматлит», 2004. – 208 с.
- Погребынский И.Б. От Лагранжа к Эйнштейну. Классическая механика XIX века. – М.: «Наука», 1966. – 328 с.
- Полак Л.С. Вариационные принципы механики // сборник «Вариационные принципы механики». – М.: «Физматгиз», 1959. - С.780-879.
- Полака Л.С. Людвиг Больцман. – М.: «Наука», 1987. – 208 с.
- Полак Л.С. Уильям Гамильтон. – М.: «Наука», 1993. – 270 с.
- Поликарпов М.И. Фракталы, топологические дефекты и невылетание в решеточных калибровочных теориях // Успехи физических наук. – 1995. - Том 165. - № 6. – С.627-644.
- Полторак О.М. Лекции по химической термодинамике. – М.: «Высшая школа», 1971. – 256 с.
- Поляков А.М. Великий магистр // сборник «Воспоминания об академике А.Б. Мигдале». – М.: «Физматлит», 2003. - С.58-61.



- Поляков А.М. Мы дружили с ним четверть века, для меня это невосполнимая потеря // сборник «Счастье видеть красоту мироздания. Памяти физика А.А. Ансельма». – Гатчина: изд-во НИЦ «Курчатовский институт», 2018. – С.77-81.
- Пономарев Л.И. Под знаком кванта. – М.: «Физматлит», 2005. – 416 с.
- Понтекорво Б.М. Энрико Ферми // Природа. – 1971. - № 10. - С.78-89.
- Понтекорво Б.М. Детство и юность нейтринной физики: некоторые воспоминания // Природа. – 1983. - № 1. - С.43-57.
- Понтекорво Б. И.Я. Померанчук и начало физики высоких энергий // Понтекорво Б. Избранные труды. Том 2. – М.: «Наука», 1997. - С.133-136.
- Понятов А. Топологический взгляд на фазовые переходы // Наука и жизнь. – 2016. - № 12. - С.8-12.
- Попов А.Р. Волновые процессы в материальных средах. – Красноярск: Красноярский государственный технический университет, 2005.
- Попов Н.П. Не могу не отметить его выдающуюся работу по проблеме нуль-заряда // сборник «Счастье видеть красоту мироздания. Памяти физика А.А. Ансельма». – Гатчина: изд-во НИЦ «Курчатовский институт», 2018. - С.86-88.
- Пресс У., Торн К. Гравитационно-волновая астрономия // Успехи физических наук. – 1973. - Том 110. - № 1. - С.569-606.
- Пригожин И. От существующего к возникающему. Время и сложность в физических науках. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – 288 с.
- Пригожин И., Стенгерс И. Время, хаос, квант. К решению парадокса времени. – М.: «Комкнига», 2005. – 232 с.
- Прокофьев Ю.А., Спивак П.Е. Исследование распада нейтрона // Атомная энергия. – 1962. - Том 12. - № 4. - С.278.
- Протасова Л.А., Тюлина И.А. Владимир Васильевич Голубев. – М.: изд-во Московского университета, 1986. – 110 с.
- Птушенко В. ЭПР, СССР и Нобелевские премии // Наука и жизнь. – 2019. - № 12. – С.32-38.
- Расовский М.Р., Русинов А.П. История физики XX века. – Оренбург: ОГУ, 2014. – 182 с.
- Расторгуев А.А., Шабалин Е.П. Человек эпохи Возрождения: краткая биография Д.И. Блохинцева. – Дубна: ОИЯИ, 2017. – 73 с.
- Резонансная история: кто на самом деле изобрел МРТ? // «Российская газета», 26.07.2022 г.
- Рогожников С.И. Женщина, которую называли «матерью атомной бомбы» // Химия и жизнь. – 2013. - № 4. – С.32-36.
- Родионов В.М. Зарождение радиотехники. – М.: «Наука», 1985. – 240 с.
- Ростовцев А. Фантомы на дорогах // газета «Троицкий вариант». – 2012. - № 109.
- Роудс Р. Создание атомной бомбы. – М.: «Колибри», «Азбука-Аттикус», 2020. – 1120 с.
- Рохо А. Физика низких температур. Ландау. Сверхтекучесть. – М.: изд-во «Де Агостини», 2015. – 160 с.
- Рубинин П.Е. Нобелевская неделя П.Л. Капицы // сборник «Петр Леонидович Капица. Воспоминания. Письма. Документы». – М.: «Наука», 1994. - С.504-512.
- Рубченя В.А., Явшиц С.Г. Тройное деление тяжелых ядер // Природа. – 1991. - № 5. - С.28-32.
- Рудаков Л.И., Скорюпин В.А., Смолкин Г.Е. Е.К. Завойский. Краткий очерк жизни и научной деятельности // Завойский Е.К. Избранные труды. – М.: «Наука», 1990. - С.3-8.
- Руденко О.В., Маков Ю.Н. Звуковой удар: от физики нелинейных волн до акустической экологии // Акустический журнал. – 2021. - Том 67. - № 1. - С.3-30.
- Румер Ю.Б. Оптико-механическая аналогия // Успехи математических наук. – 1953. - Том 8. - № 6. - С.55-69.
- Рухадзе А.А. События и люди. – М.: ООО «Научтехлитиздат», 2016. – 308 с.
- Рыбак Дж. П., Крыжановский Л.Н. Дэвид Эдвард Юз и открытие радиоволн // Электросвязь. – 1994. - № 9. – С.34.
- Рыдник В. Охотники за частицами. – М.: «Детская литература», 1965. – 272 с.

- Рыжий В.С., Николенко И.Г. Очерки по истории математики второй половины XIX века. – Харьков: ХНУ им. В.Н.Каразина, 2019. – 273 с.
- Рыжов В.Н., Тареева Е.Е., Фомин Ю.Д., Циок Е.Е. Переход Березинского – Костерлица – Таулеса и двумерное плавление // Успехи физических наук. – 2017. - Том 187. - № 9. - С.921-951.
- Руни Э. История физики. От натурфилософии к загадкам темной материи. – М.: изд-во «Кучково поле», 2017. – 208 с.
- Рытов С.М. Л.И. Мандельштам и учение о модуляции // сборник «Академик Л.И. Мандельштам. К 100-летию со дня рождения». – М.: «Наука», 1979. – С.158-171.
- Рэмсен Э.Н. Начала современной химии. – Ленинград: «Химия», 1989. – 784 с.
- Рютов Д.Д. Открытые ловушки // Успехи физических наук. – 1988. - Том 154. - № 4. - С.565-614.
- Сабадель М.А. Магнетизм высокого напряжения. Максвелл. Электромагнитный синтез. – М.: изд-во «Де Агостини», 2015. – 176 с.
- Сагдеев Р.З., Шафранов В.Д. Поглощение энергии высокочастотного электромагнитного поля в высокотемпературной плазме // сборник трудов второй Международной конференции по мирному использованию атомной энергии (Женева, 1958) «Ядерная физика». Редакторы – А.И. Алиханов, В.И. Векслер, Н.А. Власов. – М.: «Атомиздат», 1959. - С.202-212.
- Самойлов Б.Н. Сверхпроводящий соленоид // Природа. – 1973. - № 6. - С.42-49.
- Сапонов П.А. Структура квантовых матричных алгебр // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Протвино: Институт физики высоких энергий, 1996.
- Сарданашвили Г.А. Дмитрий Иваненко – суперзвезда советской физики. – М.: «Либроком», 2010. – 320 с.
- Сафаров Р.Х. Физика атомного ядра и элементарных частиц. – Казань: РИЦ «Школа», 2008. – 280 с.
- Сахаров А.Д. Человек универсальных интересов // сборник «Я.Б. Зельдович. Воспоминания, письма, документы». – М.: «Физматлит», 2008. – С.111-115.
- Сегре Э. Энрико Ферми. – М.: «Мир», 1973. – 325 с.
- Семенов Ю.В., Уткин П.С. Численное моделирование детонационных процессов в газах. – М.: Институт автоматизации проектирования РАН, 2011. – 69 с.
- Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 2. Термодинамика и молекулярная физика. – М.: «Физматлит», 2005. – 544 с.
- Сивухин Д.В. Общий курс физики. Том 4. Оптика. – М.: «Физматлит», 2005. – 792 с.
- Симанков В.С., Луценко Е.В. Адаптивное управление сложными системами на основе теории распознавания образов. – Краснодар: изд-во Кубанского государственного технологического университета (КГТУ), 1999. – 318 с.
- Сироткин О.С., Шибяев П.Б. История материаловедения. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2014. – 255 с.
- Скроцкий Г.В., Изюмова Т.Г. Оптическая ориентация атомов и ее применения // Успехи физических наук. – 1961. - Том 73. - № 3. - С.423-470.
- Славин С. Скандалы в благородном семействе Нобелевских лауреатов 1997 г. // Техника – молодежи. – 1998. - № 2. - С.4-6.
- Сликтер Ч. Основы теории магнитного резонанса. – М.: «Мир», 1981. – 448 с.
- Смилга А.В. Квантовая теория поля на обед. – М.: МЦНМО, 2019. – 432 с.
- Смирнов Ю.А., Соколов С.В., Титов Е.В. Физические основы электроники. – СПб.: изд-во «Лань», 2013. – 560 с.
- Смондырев М.А. Промежуточные векторные бозоны // Природа. – 1983. - № 12. - С.21-35.
- Сморodinский Я.А. Несколько эпизодов // Успехи физических наук. – 1987. - Том 153. - № 1. - С.187-190.

- Сморodinский Я.А. По законам памяти // сборник «Воспоминания о Л.Д.Ландау». – М.: «Наука», 1988. – С.215-222.
- Смык А.Ф. От волн де Бройля к квантовой механике. – М.: МАДИ, 2013. – 232 с.
- Собачкин А. Вместо атомной бомбы. История поиска обнинских ученых-физиков // газета «Аргументы и факты», № 20 от 17.05.2023 г.
- Сокальский И. Актеры, занятые в эпизодах. Нейтрино, фотоны, мюоны, мезоны, резонансы // Химия и жизнь. – 2006. - № 10. – С.20-23.
- Сокуров В.Ф. Физика космических лучей: космическая радиация. - Ростов-на-Дону: изд-во «Феникс», 2005. – 188 с.
- Соловьев В.Г. О путях изучения структуры атомного ядра // Атомная энергия. – 1971. – Том 30. - № 1. – С.37-43.
- Сонин А.А. К истории исследования явления перколяции // Жидкие кристаллы и их практическое использование. – 2016. - № 16 (1). – С.97-104.
- Сонин А.А. Пьер-Жиль де Жен. – М.: «Наука», 2019. – 211 с.
- Сонин А.С. Франц Нейман. – М.: «Наука», 1986. – 224 с.
- Сонин А.С., Френкель В.Я. Зачем вы подались в науку, Фредерикс? // Природа. – 1994. - № 10. - С.86-95.
- Сонин А.С., Френкель В.Я. Всеволод Константинович Фредерикс. – М.: «Наука», 1995. – 173 с.
- Сорокина Е.А., Ильгисонис В.И. Уравнения равновесия плазмы в магнитном поле с трехмерными магнитными поверхностями // Физика плазмы. – 2019. - Том 45. - № 12. – С.1065-1071.
- Спасский Б.И. История физики. Том 1. – М.: «Высшая школа», 1977. – 320 с.
- Стародубцев Ю.Н. Магнитомягкие материалы. Энциклопедический словарь-справочник. – М.: «Техносфера», 2011. – 664 с.
- Старосельская-Никитина О.А. Поль Ланжевэн. – М.: «ГИФМЛ», 1962. – 316 с.
- Старосельская-Никитина О.А. История радиоактивности и возникновения ядерной физики. – М.: изд-во АН СССР, 1963. – 428 с.
- Стенджер В. Бог и Мультивселенная. Расширенное понятие космоса. - СПб.: «Питер», 2016. – 432 с.
- Степин В.С. Философия науки. Общие проблемы. – М.: «Гардарики», 2006. – 384 с.
- Степин В.С. Научное познание в социальном контексте. – Минск: БГУ, 2012. – 416 с.
- Страдынь Я.П. Теодор Гротгус. – М.: «Наука», 1966. – 184 с.
- Стюарт И. Величайшие математические задачи. - Москва, «Альпина нон-фикшн», 2015. – 460 с.
- Сурдин В. Портрет Вселенной сквозь гравитационную линзу // Знание – сила. – 1998. - № 9-10. - С.29-33.
- Сухотин А. Превратности научных идей. – М.: «Молодая гвардия», 1991. – 271 с.
- Сушков А.Д. Вакуумная электроника. Физико-технические основы. – СПб.: изд-во «Лань», 2004. – 464 с.
- Сэр Джеймс Лайтхилл (1924-1998) // Акустический журнал. – 1999. - Том 45. - № 2. - С.285-288.
- Тарасов Л.В., Тарасова А.Н. Беседы о преломлении света. – М.: «Наука», 1982. – 176 с.
- Ташлыкова-Бушкевич И.И. Физика. Часть 2. – Минск: МГУИР, 2008. – 182 с.
- Теерикорпи П. Эволюция Вселенной и происхождение жизни. – М.: «Эксмо», 2010. – 624 с.
- Тегмарк М. Наша математическая Вселенная. – М.: «АСТ», 2016. – 592 с.
- Терентьев М.В. Еще раз о специальной теории относительности Эйнштейна в историческом контексте // Природа. – 1985. - № 8. - С.117-121.
- Тер-Мартиросян К.А. Несохранение четности // Природа. – 1958. - № 4. - С.36-39.
- Тибо Ж. Позитроны // Успехи физических наук. – 1934. - Том 14. - № 7. - С.833-845.
- Тисса Л. Вспоминая молодого Эдварда Теллера // Природа. – 2002. - № 3. - С.67-70.

- Томас В.Г. Свободный рост несингулярных поверхностей кристаллов из растворов // Диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Новосибирск: Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, 2022.
- Томилин А.Н. Мир электричества. – М.: «Дрофа», 2004. – 304 с.
- Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах. – М.: «Физматлит», 2006. – 368 с.
- Транковский С. Сверхпроводимость и сверхтекучесть // Наука и жизнь. – 2004. - № 2. - С.2-7.
- Тригг Дж. Физика XX века: ключевые эксперименты. – М.: «Мир», 1978. – 376 с.
- Трифонов Д.Н., Кривомазов А.Н., Лисневский Ю.И. Учение о периодичности и учение о радиоактивности. Комментированная хронология важнейших событий. – М.: «Атомиздат», 1974. – 248 с.
- Трубецков Д.И., Храмов А.Е. Лекции по сверхвысокочастотной электронике для физиков. Том 2. – М.: «Физматлит», 2004. – 648 с.
- Тяпкин А.А., Шибанов А.С. Пуанкаре. – М.: «Молодая гвардия», 1982. – 415 с.
- Уильямс Л., Адамс У. Нанотехнологии без тайн. – М.: «Эксмо», 2010. – 365 с.
- Уиттекер Э. История теории эфира и электричества. Том 1. Ижевск: НИЦ РХД, 2001. – 512 с.
- Уиттекер Э. История теорий эфира и электричества. Том 2. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2004. – 464 с.
- Умэдзава Х. Квантовая теория поля. – М.: изд-во иностранной литературы, 1958. – 380 с.
- Устынюк Ю.А. Лекции по спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Часть 1 (вводный курс). – М.: «Техносфера», 2016. – 288 с.
- Утияма Р. К чему пришла физика: от теории относительности к теории калибровочных полей. – М.: «Знание», 1986. – 224 с.
- Ушакова А.В. Становление и развитие теории информации // Научный вестник МГТУ ГА. – 2015. - № 215. - С.112-116.
- Уэст Дж. Масштаб: универсальные законы роста, инноваций, устойчивости и темпов жизни организмов, городов, экономических систем и компаний. – М.: «Азбука Бизнес», 2018. – 511 с.
- Фаддеев Л.Д. Какой должна быть современная математическая физика // сборник «Математические события XX века». – М.: «Фазис», 2003. - С.455-464.
- Фадеев В.В. К 60-летию научной школы нелинейной оптики в Московском университете и 55-летию открытия спонтанного параметрического рассеяния света // бюллетень «Новости науки». – 2022. - № 3. - С.36-39.
- Файнберг В.Я. Встречи с И.Я. Померанчуком // сборник «Воспоминания о И.Я. Померанчуке». Редактор – Л.Б. Окунь. – М.: «Наука», 1988. - С.78-83.
- Федоров В.В. История и развитие физических представлений о строении окружающего мира. – Гатчина: изд-во НИЦ «Курчатовский институт» ПИЯФ, 2021. – 296 с.
- Фейнберг Е.Л. Читая Эйнштейна // Природа. – 1971. - № 1. - С.101-108.
- Фейнберг Е.Л. Как важно иногда быть консервативным // Природа. – 1988. - № 6. - С.80-87.
- Фейнберг Е.Л. Родоначальник (о Леониде Исааковиче Мандельштаме) // Успехи физических наук. – 2002. - Том 172. - № 1. - С.91-108.
- Фетисов Г. Синхротронное излучение. Методы исследования структуры веществ. – М.: «Физматлит», 2007. – 672 с.
- Физики о себе (сборник). Под ред. В.Я. Френкеля. – Ленинград: «Наука», 1990. – 485 с.
- Филатьев Э. Бомба для дядюшки Джо. – М.: изд-во «Эффект фильм», 2012. – 542 с.
- Филиппов А.Т. Многоликий солитон. – М.: «Наука», 1990. – 288 с.
- Филиппс У.Д. Лазерное охлаждение и пленение нейтральных атомов (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 1999. - Том 169. - № 3. - С.305-322.
- Филонович С.Р. Самая большая скорость. – М.: «Наука», 1983. – 176 с.
- Филонович С.Р. Кавендиш, Кулон и электростатика. – М.: «Знание», 1988. – 64 с.

- Фитч В.Л. Открытие несохранения комбинированной четности // Успехи физических наук. – 1981. - Том 135. - № 2. – С.185-194.
- Флеров Г.Н. Синтез и поиск трансураниевых элементов // Природа. – 1972. - № 9. - С.56-61.
- Фок В.А. Автобиография // сборник «Физики о себе». – Ленинград: «Наука», 1990. – С.158-162.
- Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. – М.: «Прогресс», 1987. – 495 с.
- Формирование радиоэлектроники. Под ред. В.М. Родионова. – М.: «Наука», 1988. – 380 с.
- Франк А.И. Фундаментальные свойства нейтрона: пятьдесят лет исследований // Успехи физических наук. – 1982. - Том 137. - № 1. - С.5-37.
- Франк А.И. Фундаментальные свойства нейтрона: пятьдесят лет исследований // сборник «Нейтрон. К пятидесятилетию открытия». – М.: «Наука», 1983. - С.43-79.
- Франк И.М. Переходное излучение и эффект Вавилова – Черенкова // Успехи физических наук. – 1961. - Том 75. - № 2. - С.231-240.
- Франк И.М. О когерентном излучении быстрого электрона в среде // сборник «Воспоминания о И.Е. Тамме». Редактор – Е.Л. Фейнберг. – М.: «Наука», 1986. - С.261-269.
- Франкфурт У.И. Специальная и общая теория относительности. Исторические очерки. – М.: «Наука», 1968. – 332 с.
- Франкфурт У.И., Френк А.М. У истоков квантовой теории. – М.: «Наука», 1975. – 168 с.
- Фреман Н., Фреман П.У. ВКБ-приближение. – М.: «Мир», 1967. – 168 с.
- Френкель В.Я. Яков Ильич Френкель. - Москва-Ленинград: «Наука», 1966. – 474 с.
- Френкель В.Я. К биографии Я.И. Френкеля // Френкель Я.И. На заре новой физики. – Ленинград: «Наука», 1970. - С.5-26.
- Френкель В.Я., Явелов Б.Е. Эйнштейн: изобретения и эксперимент. – М.: «Наука», 1990. – 239 с.
- Френкель В.Я. Встречи // сборник «Воспоминания о И.Е.Тамме». Под ред. Е.Л. Фейнберга. – М.: «Издат», 1995. – С.355-389.
- Френкель Э. Любовь и математика. Сердце скрытой реальности. - СПб.: «Питер», 2020. – 352 с.
- Френкель Я.И. Теоретическая физика в СССР за 30 лет // Френкель Я.И. На заре новой физики. – Ленинград: «Наука», 1970. - С.306-337.
- Фриш С.Э. Сквозь призму времени. – М.: «Политиздат», 1992. – 430 с.
- Фукуи С. Тадаиоси Хикосаки // сборник материалов Международного симпозиума «Наука и общество: история советского атомного проекта (40-е – 50-е годы). Том 3. – М.: «ИЗДАТ», 2003. - С.379-383.
- Фюрт Г.П. Токамаки завоевывают мир // сборник «Академик Лев Андреевич Арцимович (воспоминания, статьи, документы). – М.: «Физматлит», 2009. - С.105-110.
- Хайтун С.Д. Кризис науки как зеркальное отражение кризиса теории познания. – М.: «Ленанд», 2014. – 448 с.
- Халатников И.М. Дау, кентавр и другие. – М.: «Физматлит», 2008. – 192 с.
- Халфин Л.А. Квантовый эффект Зенона // Успехи физических наук. – 1990. - Том 160. - № 10. - С.185-188.
- Ханукаев Ю.И. Введение в теоретическую механику. – М.: МФТИ, 2017. – 240 с.
- Харитон Ю.Б., Сагдеев Р.З. и др. Труды и творческий путь Якова Борисовича Зельдовича // Зельдович Я.Б. Избранные труды. Химическая физика и гидродинамика. – М.: «Наука», 1984. - С.5-47.
- Хауз Д. Гринвичское время и открытие долготы. – М.: «Мир», 1983. – 240 с.
- Холтон Дж. Тематический анализ науки. – М.: «Прогресс», 1981. – 384 с.
- Хонигман Б. Рост и форма кристаллов. – М.: изд-во иностранной литературы, 1961. – 210 с.
- Хоофт Г. Калибровочные теории сил между элементарными частицами // Успехи физических наук. – 1981. - Том 135. - № 3. – С.479-512.
- Храмов Ю.А. Физики. Биографический справочник. – М.: «Наука», 1983. – 400 с.

- Худяков Г.И. Теорема отсчета теории сигналов и ее создатели // Радиотехника и электроника. – 2008. - Том 53. - № 9. - С.1157-1168.
- Худяков Г.И. Развитие теории оценивания пропускной способности систем электро- и радиосвязи // Компоненты и технологии. – 2011. - № 7. - С.147-154.
- Хэлперн П. Играют ли коты в кости? Эйнштейн и Шредингер в поисках единой теории мироздания. – СПб.: «Питер», 2016. – 320 с.
- Цаплин А.И. Фотоника и оптоинформатика. Введение в специальность. – Пермь: изд-во Пермского политехнического университета, 2012. – 399 с.
- Цвелик А. Жизнь в невозможном мире. Краткий курс физики для лириков. – СПб.: изд-во Ивана Лимбаха, 2012. – 288 с.
- Цверава Г.К. Прокopf Дивиш. - Москва-Ленинград: «Наука», 1965. – 103 с.
- Цверава Г.К. К 150-летию открытия электромагнитной индукции // Природа. – 1981. - № 5. - С.53.
- Циберкин К.Б., Кадыров Д.И. Кооперативные эффекты в твердых телах. – Пермь: Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2020. – 116 с.
- Черемных П.А. Сверхсильные магнитные поля // Природа. – 1974. - № 12. - С.9-15.
- Чолаков В. Нобелевские премии: ученые и открытия. – М.: «Мир», 1986. – 368 с.
- Чу С. Управление нейтральными частицами // Успехи физических наук. – 1999. - Том 169. - № 3. - С.274-291.
- Чуянов В.А. Второе рождение открытых ловушек // Природа. – 1982. - № 2. - С.2-14.
- Шапиро В. Мораль и бомба. О моральной ответственности ученых и политиков в ядерную эпоху // Семь искусств. – 2021. - № 10 (137).
- Шапиро И.С. К истории открытия уравнений Максвелла // Успехи физических наук. – 1972. - Том 108. - № 2. - С.319-333.
- Шателен М.А. Русские электротехники XIX века. - Москва-Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1955. – 432 с.
- Шафрановский И.И. История и пути развития математической кристаллографии // Записки горного института им. Г.В. Плеханова. – 1966. - Том 50. - № 2. - С.7-16.
- Шварц А.С. Суперматематика и физика // сборник «Воспоминания о Феликсе Александровиче Березине – основоположнике суперматематики». – М.: МЦНМО, 2009. - С.34-39.
- Шенберг Д. Наше сотрудничество // Природа. – 1998. - № 5. - С.82-85.
- Ширков Д.В. Воспоминания о Николае Николаевиче // сборник «Воспоминания об академике Н.Н.Боголюбове». – М.: МИАН, 2009. - С.143-175.
- Шифман М. Два слова об этой книге // сборник «Воспоминания о Феликсе Александровиче Березине – основоположнике суперматематики». – М.: МЦНМО, 2009.
- Штайнер Ф. Квантовый хаос // Нелинейная динамика. – 2006. - Том 2. - № 2. - С.214-235.
- Шустин Е.Г. Пучково-плазменный разряд в космосе и в лаборатории // Физика плазмы. – 2021. - Том 47. - № 6. - С.518-530.
- Шустов М.А. История электричества. – Москва-Берлин: «Директ Медиа», 2019. – 567 с.
- Щелкин К.И. Физика микромира. – М.: «Атомиздат», 1968. – 248 с.
- Щербаков Р.Н. Основатель количественного эксперимента. К 275-летию со дня рождения Ш.О. Кулона // Вестник РАН. – 2011. - Том 81. - № 7. - С.642-646.
- Щербаков Р.Н. Джон Уилер: смелый консерватизм в науке // Природа. – 2018. - № 12. – С.58-68.
- Щербинин С.А. Делокализованные ангармонические колебания в системах с дискретной симметрией // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. - Ростов-на-Дону: Южный Федеральный университет, 2019. – 100 с.
- Щука А.А. Развитие транзисторной технологии. От точечного к нанотранзистору! // Электроника: наука, технология, бизнес. – 2007. - № 7. - С.110-120.
- Щука А.А. Электроника. - СПб., изд-во «БХВ-Петербург», 2008. – 752 с.

- Эшкрофт Ф. Искра жизни: электричество в теле человека. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2016. – 394 с.
- Ющенко В.П. Непроекционная реконструкция изображений объектов при монохроматическом зондировании пространства и синтезе апертуры // Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2013. – 32 с.
- Я.И. Френкель. Воспоминания, письма, документы. – Ленинград: «Наука», 1986. – 492 с.
- Яковлев В.И. Предыстория аналитической механики. – Ижевск: НИЦ РХД, 2001. – С.328.
- Янг Ч. Эйнштейн и физика второй половины XX века // Успехи физических наук. – 1980. - Том 132. - № 1. - С.169-175.

#### **Список литературы к главе 4 (открытия в области химии)**

- Адамецкая Т.Н. История дизайна, науки и техники. – Нижневартовск: изд-во Нижневартовского государственного университета, 2014. – 179 с.
- Азимов А. Краткая история химии. – М.: «Мир», 1983. – 187 с.
- Азимов А. Язык науки. – М.: «Мир», 1985. – 280 с.
- Антипин И.С., Казымова М.А. и др. Органическая химия. История и взаимная связь университетов России // Журнал органической химии. – 2017. - Том 53. - № 9. - С.1257-1408.
- Арбузов Б.А. Наш путь в науке // ежегодник «Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова - 2003». – Казань: «ФизтехПресс», 2004. - С.68-75.
- Асаул А.Н. Впервые в мире. Изобретено в СССР. – СПб.: АНО ИПЭВ, 2020. – 368 с.
- Багоцкий С. Они создавали молекулярную биологию // Химия и жизнь. – 2020. - № 4. – С.8-11.
- Баранова В.И., Бибик Е.Е., Кожевникова Н.М. и др. Практикум по коллоидной химии. – М.: «Высшая школа», 1983. – 216 с.
- Баркан Я.Г. Органическая химия. – М.: «Высшая школа», 1973. – 552 с.
- Баум Е.А., Лунин В.В. Российский вклад в Периодическую систему // Вестник РФФИ. – 2019. - № 1 (101). - С.54-69.
- Баум Ф.А., Станюкович К.П., Шехтер Б.И. Физика взрыва. – М.: «Физматгиз», 1959. – 800 с.
- Беленький Е.Ф., Рискин И.В. Химия и технология пигментов. – Ленинград: «Госхимиздат», 1960. – 756 с.
- Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. – М.: «Медицина», 1998. – 704 с.
- Брайсон Б. Краткая история почти всего на свете. – М.: «Гелеос», 2007. – 672 с.
- Бронштейн М.П. Атомы и электроны. – М.: «Наука», 1980. – 152 с.
- Власов Л.Г., Трифонов Д.Н. Занимательно о химии. – М.: «Молодая гвардия», 1968. – 255 с.
- Волков В.А., Вонский Е.В., Кузнецова Г.И. Химики: биографический справочник. – Киев: «Наукова думка», 1984. – 656 с.
- Воскресенская Н.П. Искусственный синтез хлорофилла // Природа. – 1961. - № 4. - С.83-85.
- Гарднер М. Этот правый, левый мир. – М.: «Мир», 1967. – 267 с.
- Гнедина Т.Е. Польша Ланжевен. – М.: «Наука», 1991. – 288 с.
- Гельфер Я.М. История и методология термодинамики и статистической физики. – М.: «Высшая школа», 1981. – 536 с.
- Головня И.А. С чего начиналась фотография. – М.: «Знание», 1991. – 176 с.
- Гринвуд Н., Эрншо А. Химия элементов. Том 2. – М.: «Бином. Лаборатория знаний», 2008. – 670 с.
- Дашко Л.В. Разработка каталитических систем для осуществления альдольной конденсации низших альдегидов // Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. – М.: МГУ, 2014. – 154 с.

- Дерри Т., Уильямс Т. Краткая история технологий. Идеи, процессы и устройства, при помощи которых человек изменяет окружающую среду с древности до наших дней. – М.: «Центрполиграф», 2021. – 831 с.
- Дерягин Б.В., Федосеев Д.В. Алмазы делают химики. – М.: «Педагогика», 1980. – 128 с.
- Дианин А.П. Александр Порфирьевич Бородин // сборник «А.П. Бородин в воспоминаниях современников». – М.: «Музыка», 1985. - С.166-178.
- Добротин Р.Б., Соловьев Ю.И. Вант-Гофф. – М.: «Наука», 1977. – 272 с.
- Добычин Д.П., Каданер Л.И., Серпинский В.В. и др. Физическая и коллоидная химия. – М.: «Просвещение», 1986. – 463 с.
- Дорфман Я.Г. Краткая биография А.-М. Ампера // Ампер А.М. Электродинамика. – М.: изд-во АН СССР, 1954. - С.428-432.
- Дэнтон Ф.С. Николай Николаевич Семенов // сборник «Воспоминания об академике Николае Николаевиче Семенове». – М.: «Наука», 1993. - С.7-26.
- Жданов Ю.А. Гомология в органической химии. – М.: изд-во Московского университета, 1950. – 94 с.
- Жизнь науки. Антология вступлений к классике естествознания. - Составитель С.П. Капица. – М.: «Наука», 1973. – 598 с.
- Збарский Б.И., Иванов И.И., Мардашев С.Р. Биологическая химия. – Ленинград: «Медицина», 1965. – 520 с.
- Золотов Ю.А. Российский вклад в аналитическую химию. – М.: ИП Лысенко А.Д., 2017. – 190 с.
- Иваницкий Г.Р. Борьба идей в биофизике. – М.: «Знание», 1982. – 64 с.
- Иванов А.М. Химия – просто. История одной науки. – М.: «АСТ», 2017. – 256 с.
- История биологии с начала XX века до наших дней. Под ред. Л.Я. Бляхера. – М.: «Наука», 1975. – 660 с.
- История синтеза сверхтяжелых элементов // сайт «РИА новости», 01.12.2011 г.
- Калашников Я.А. Проблема синтеза алмазов // Природа. – 1980. - № 5. - С.34-42.
- Кан Р. Становление материаловедения. - Нижний Новгород: изд-во НГУ, 2011. – 619 с.
- Карапетьянц М.Х., Дракин С.И. Общая и неорганическая химия. – М.: «Химия», 2000. – 592 с.
- Кедров Б. О творчестве в науке и технике. – М.: «Молодая гвардия», 1987. – 192 с.
- Киндяков П.С., Коршунов Б.Г., Федоров П.И. и др. Химия и технология редких и рассеянных элементов. Часть III. – М.: «Высшая школа», 1976. – 320 с.
- Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. – М.: изд-во МЭИ, 2016. – 496 с.
- Ковальзон В.М. Забытый основатель биохимии и сомнологии // Природа. – 2012. - № 5. - С.85-89.
- Коган Б.И., Капустинская К.А., Топунова Г.А. Бериллий. – М.: «Наука», 1975. – 372 с.
- Комаров С.М. Календарь материаловедца // Химия и жизнь. – 2006. - № 11. - С.18-21.
- Краткий справочник фотолюбителя. Под ред. Н.Д. Панфилова и А.А. Фомина. – М.: «Искусство», 1985. – 367 с.
- Кудрявцев П.С. Курс истории физики. – М.: «Просвещение», 1982. – 448 с.
- Кузнецов В.И., Максименко А.М. Владимир Николаевич Ипатьев. – М.: «Наука», 1992. – 190 с.
- Курамшин А.И. Нобелевские нелауреаты // Химия и жизнь. – 2016. - № 10. - С.44-47.
- Кухтин Б.А., Чернова О.Б. Поверхностные явления и дисперсные системы. – Владимир: ВГУ, 2021. – 153 с.
- Ларин А.А. История науки и техники. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2018. – 285 с.
- Ласло П. Логика органического синтеза. Том 2. – М.: «Мир», 1998. – 200 с.
- Лауреаты Нобелевской премии. Том 1. – М.: «Прогресс», 1992. – 775 с.
- Лауреаты Нобелевской премии. Том 2. – М.: «Прогресс», 1992. – 861 с.



- Левицкий М. Лаборатория химических историй: от электрона до молекулярных машин. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2022. – 352 с.
- Леенсон И.А. Занимательная химия для детей и взрослых. – М.: «Астрель», 2010. – 366 с.
- Леенсон И.А. Химические элементы. Популярный иллюстрированный гид. – М.: «АСТ», 2021. – 192 с.
- Макарова Л.Л. Химическая кинетика и катализ. – Ижевск: изд-во Удмуртского университета, 2019. – 144 с.
- Манолов К., Лазаров Д., Лилов И. У химии свои законы. – Ленинград: «Химия», 1977. – 376 с.
- Меньшиков П.В., Кутуев В.А., Жариков С.Н. Анализ результатов исследований методик расчета скорости детонационных взрывчатых веществ // Проблемы недропользования. – 2022. - № 3. - С.91-103.
- Мусабеков Ю.С. Юстус Либих. – М.: изд-во АН СССР, 1962. – 215 с.
- Мусабеков Ю.С. Марселен Бертелло. – М.: «Наука», 1965. – 232 с.
- Мусабеков Ю.С. Элементы нулевой группы. Пятьдесят лет со дня смерти Уильяма Рамзая // Природа. – 1966. - № 7. - С.107-113.
- Нейланд О.Я. Органическая химия. – М.: «Высшая школа», 1990. – 751 с.
- Нобелевскую премию по химии присудили за асимметрический органокатализ // информационное агентство «ТАСС», 06.10.2021 г.
- Новиков А.С. Научные открытия: повторные, одновременные, своевременные, преждевременные, запоздалые. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 112 с.
- Новикова А.В. Получение лазерной керамики на основе оксида лютеция вакуумным спеканием СВС-порошков // Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. – Нижний Новгород: Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН, 2022. – 113 с.
- Охлобыстин О.Ю. Жизнь и смерть химических идей: очерки по истории теоретической химии. – М.: «Наука», 1989. – 192 с.
- Палатник Л.С., Папилов И.И. Ориентированная кристаллизация. – М.: «Металлургия», 1964. – 408 с.
- Петров В.П. Рассказы о драгоценных камнях. – М.: «Наука», 1985. – 175 с.
- Петухов С. Сделано в Чикаго // сайт журнала «Коммерсант», 14.08.2017 г.
- Пиковер К. Калейдоскоп открытий // сборник «Эта книга сделает вас умнее. Новые научные концепции эффективности мышления». – М.: «АСТ», 2016. - С.171-174.
- Писаржевский О. Дмитрий Иванович Менделеев. – М.: «Молодая гвардия», 1949. – 474 с.
- Писаренко А.П., Хавин З.Я. Курс органической химии. – М.: «Высшая школа», 1968. – 512 с.
- Популярная библиотека химических элементов. Том 1. Под ред. И.В. Петрянова-Соколова. – М.: «Наука», 1983. – 576 с.
- Пурмаль А.П., Слободецкая Е.М., Травин С.О. Как превращаются вещества. – М.: «Наука», 1984. – 176 с.
- Раскин Н.М. Ньепс, Дагер, Талбот. – Ленинград: «Наука», 1967. – 191 с.
- Родный Н.И., Соловьев Ю.И. Вильгельм Оствальд. – М.: «Наука», 1969. – 375 с.
- Ролдугин В.И. Борис Владимирович Дерягин (1902-1994) // Российский химический журнал. – 2006. - Том 50. - № 5. - С.134-137.
- Ротрелл Б. и др. Нанесение металлических покрытий на пластмассы. – Ленинград: «Химия», 1968. – 167 с.
- Рохо А. Физика низких температур. Ландау. Сверхтекучесть. – М.: изд-во «Де Агостини», 2015. – 160 с.
- Руденко А.П. Саморазвивающиеся каталитические системы // Доклады АН СССР. – 1964. - Том 159. - № 6. - С.1374-1377.
- Руденко А.П. Теория саморазвития открытых каталитических систем. – М.: изд-во Московского университета, 1969. – 276 с.

- Руденко А.П. Самоорганизация и прогрессивная химическая эволюция открытых каталитических систем // Сложные системы. – 2019. - № 1 (30). - С.7-25.
- Рулев А. Женские даты имена // Химия и жизнь. – 2019. - № 3. - С.12-15.
- Рэмсен Э.Н. Начала современной химии. – Ленинград: «Химия», 1989. – 784 с.
- Савинкина Е.В., Логинова Г.П., Плоткин С.С. История химии. – М.: «Бином. Лаборатория знаний», 2012. – 200 с.
- Самин Д.К. 100 великих ученых. – М.: «Вече», 2000. – 590 с.
- Свойства элементов. Под ред. М.Е. Дрица. – М.: «Металлургия», 1985. – 672 с.
- Семенов Ю.В., Уткин П.С. Численное моделирование детонационных процессов в газах. – М.: Институт автоматизации проектирования РАН, 2011. – 69 с.
- Сергеев Г.Б. Мой Семенов // сборник «Воспоминания об академике Николае Николаевиче Семенове». – М.: «Наука», 1993. - С.104-112.
- Сергеев Н.М. Советский физикохимик Ганс Густавович Гельман // сборник «Репрессированная наука». Под ред. М.Г. Ярошевского. – Ленинград: «Наука», 1991. – С.395-407.
- Сироткин О.С., Шибяев П.Б. История материаловедения. – Казань: Казанский государственный энергетический университет, 2014. – 255 с.
- Скорынин Г.М. 100 лет с изотопами. – Зеленогорск: типография ООО «НОНПАРЕЛЬ», 2014. – 80 с.
- Слободянюк А.И. Физика для любознательных. Молекулярная физика и термодинамика. – Минск: Белорусская ассоциация «Конкурс», 2018. – 432 с.
- Соловьев Ю.И. История химии. Развитие химии с древнейших времен до конца XIX в. – М.: «Просвещение», 1976. – 367 с.
- Соловьев Ю.И. Сванте Аррениус. – М.: «Наука», 1990. – 320 с.
- Спаский Б.И. История физики. Том 1. – М.: «Высшая школа», 1977. – 320 с.
- Стишов С.М. Загадки синтеза алмаза в Институте физики высоких давлений АН СССР // Успехи физических наук. – 2019. – Том 189. - № 7. – С.752-758.
- Страдынь Я.П. Теодор Гротгус. – М.: «Наука», 1966. – 184 с.
- Страйер Л. Биохимия. Том 3. – М.: «Мир», 1985. – 400 с.
- Сыркин В.Г. Химия и технология карбонильных материалов. – М.: «Химия», 1972. – 240 с.
- Толстопятов В.М. Александр Михайлович Бутлеров – творец теории химического строения органических соединений // Вестник Ленинградского университета. – 1947. - № 10. - С.3-12.
- Трифонов Д.Н., Кривомазов А.Н., Лисневский Ю.И. Учение о периодичности и учение о радиоактивности. Комментированная хронология важнейших событий. – М.: «Атомиздат», 1974. – 248 с.
- Трифонов Д.Н. Цена истины. Рассказ о редкоземельных элементах. – М.: «Педагогика», 1977. – 128 с.
- Трифонов Д.Н., Трифонов В.Д. Как были открыты химические элементы. – М.: «Просвещение», 1980. – 224 с.
- Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. – М.: изд-во Московского университета, 1987. – 275 с.
- Фаерштейн М.Г. История учения о молекуле в химии (до 1860 г.). – М.: изд-во АН СССР, 1961. – 368 с.
- Фаерштейн М.Г. Шарль Жерар. – М.: «Наука», 1968. – 165 с.
- Фигуровский Н.А. История химии. – М.: «Просвещение», 1979. – 311 с.
- Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. – М.: «Прогресс», 1987. – 495 с.
- Фридляндер И. Старение – не всегда плохо // Наука и жизнь. – 2007. - № 6. – С.50-53.
- Фридрихсберг Д.А. Курс коллоидной химии. – СПб.: «Химия», 1995. – 400 с.
- Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. – М.: «Химия», 1989. – 464 с.

- Фрутон Дж. Белки // сборник «Физика и химия жизни». – М.: изд-во иностранной литературы, 1960. – С.64-79.
- Фукс Г., Хайниг К., Кертшер Г. и др. Биографии великих химиков. – М.: «Мир», 1981. – 388 с.
- Фьюзон Р. Реакции органических соединений. – М.: «Мир», 1966. – 645 с.
- Хлюстова Я. Кто из России мог получить «Нобеля» по химии // сайт «Газета.ru», 27.10.2015 г.
- Хомченко Г.П. Химия для поступающих в вузы. – М.: «Высшая школа», 1985. – 367 с.
- Шамин А.Н. Развитие химии белка. – М.: «Наука», 1966. – 172 с.
- Шилов А.Е. Н.Н. Семенов и современная химия // Природа. – 1996. - № 3-4. - С.20-29.
- Шинкаренко Н.В., Алесковский В.Б. Синглетный кислород, методы получения и обнаружения // Успехи химии. – 1981. - Том 50. - № 3. - С.406-428.
- Штрубе В. Пути развития химии. Том 2. – М.: «Мир», 1984. – 278 с.
- Щелкин К.И. Детонационные процессы // Щелкин К.И. Избранные труды. – Снежинск: изд-во РФЯЦ – ВНИИТФ, 2011. - С.221-232.
- Щербов Д.П., Матвеев М.А. Аналитическая химия кадмия. – М.: «Наука», 1973. – 254 с.

### **Список литературы к главе 5 (открытия в области биологии и медицины)**

- Абелев Г.И. История клонально-селекционной теории // Природа. – 2002. - № 11. - С.75-80.
- Абдулганиева Д.И., Бомбина Л.К. и др. Сокольский Григорий Иванович: вклад в развитие отечественной и мировой медицины. К 210-летию со дня рождения // Научно-практическая ревматология. – 2018. - № 56 (1). - С.127-130.
- Абдулганиева Д.И. и др. Сокольский Григорий Иванович: вклад в развитие отечественной и мировой войны. К 215-летию со дня рождения // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2022. - № 21 (S4). - С.48-57.
- Азимов А. Путеводитель по науке. От египетских пирамид до космических станций. – М.: «Центрполиграф», 2006. – 788 с.
- Алексеев Л.В., Белякова Г.А., Поддубная-Арнольди В.А. Владимир Митрофанович Арнольди. – М.: «Наука», 2001. – 182 с.
- Алехина Н.Д., Балнокин Ю.В., Гавриленко В.Ф. и др. Физиология растений. – М.: «Академия», 2005. – 640 с.
- Анохин П.К. Узловые вопросы в изучении высшей нервной деятельности // сборник «Проблемы высшей нервной деятельности». – М.: изд-во АМН СССР, 1949. - С.9-128.
- Анохин П.К. Очерки по физиологии функциональных систем. – М.: «Медицина», 1975. – 447 с.
- Аппе Ф. Введение в психологическую теорию аутизма. – М.: «Теревинф», 2016. – 216 с.
- Аршавский И.А. К истории возникновения учения о координационной деятельности центральной нервной системы // Введенский Н.Е., Ухтомский А.А. Учение о координационной деятельности нервной системы. – М.: «Госмедиздат», 1950. - С.3-14.
- Аршавский И.А. К истории создания системного принципа в биологии // Вестник Института истории естествознания и техники. – 1994. - № 1. - С.75-84.
- Асаул А.Н. Впервые в мире. Изобретено в СССР. – СПб.: АНО ИПЭВ, 2020. – 368 с.
- Астауров Б.Л. Перспективы управления полом животных // Природа. – 1972. - № 7. - С.48-57.
- Атабекова А.И., Устинова Е.И. Цитология растений. – М.: «Агропромиздат», 1987. – 246 с.
- Багоцкий С.В. Третий классик «менделизма, вейсманизма, морганизма» // Химия и жизнь. – 2016. - № 10. - С.48-51.
- Багоцкий С.В. Монах тысячи цветов // Химия и жизнь. – 2023. - № 1. – С.34-41.
- Баимбетова О. История открытия антигипертензивных препаратов // газета «Фармацевтическое обозрение Казахстана». – 2016. - № 3 (61). - С.12.

- Бак З.М. Химическая защита против ионизирующих излучений // Природа. – 1959. - № 7. - С.33-38.
- Барабой В.А. Лучи против лучей // Техника – молодежи. – 1961. - № 6. - С.5-7.
- Барабой В.А. Популярная радиобиология. – Киев: «Наукова думка», 1988. – 192 с.
- Баранов П.А. История эмбриологии растений. - Москва-Ленинград: изд-во АН СССР, 1955. – 440 с.
- Белова Л.В. Профессор Г.А. Захарьин (1829-1897) и профессор А.И. Бабухин (1827-1891). Такие разные друзья // Вестник последипломного медицинского образования. – 2022. - № 2. - С.45-52.
- Белоконева О. Гены под прицелом // Наука и жизнь. – 2007. - № 12. - С.2-5.
- Белоконева О. Как устроено хорошее настроение // Наука и жизнь. – 2009. - № 6. – С.81-83.
- Бергер Е.Е., Затравкин С.Н., Пашков К.А. и др. История медицины в музейных коллекциях. Часть 2. – М.: изд-во ООО «Хеленпро», 2019. – 200 с.
- Беркинблит М.Б., Глаголева Е.Г. Электричество в живых организмах. – М.: «Наука», 1988. – 288 с.
- Бессознательное. Природа. Функции. Методы исследования. – Тбилиси: изд-во «Мецниереба», 1978. – 688 с.
- Бехтерева Н.П. Магия мозга и лабиринты жизни. - СПб.: «Сова», 2007. – 383 с.
- Богачев В.Ю., Богданец Л.И. Венозные трофические язвы // сборник «80 лекций по хирургии». – М.: изд-во «Литерра», 2008. - С.265-277.
- Богданов А.А. Теломеры и теломераза // Соросовский образовательный журнал. – 1998. - № 12. - С.12-18.
- Бочков Н.П. Гены и судьбы. – М.: «Молодая гвардия», 1990. – 250 с.
- Бреславец Л.П., Исаченко Б.Л., Комарницкий Н.А. и др. Очерки по истории русской ботаники. – М.: изд-во Московского общества испытателей природы, 1947. – 318 с.
- Бугаевский К.А., Пешиков О.В., Пешикова М.В. Открытие пенициллина и стрептомицина, антибиотики и их создатели, в отражении средств коллекционирования // Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. – 2021. - Том 1. - № 2 (3). - С.27-34.
- Буйваленко У.В., Левшина А.Р. К юбилею со дня рождения Иоганна Петера Мюллера – 220 лет // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – 2021. - № 17 (3). - С.35-37.
- Вавилов Н.И. Генетик неуклонно и неумолимо вовлекается в продолжение дела Дарвина // Природа. – 1987. - № 10. - С.18-29.
- Ванин А.Ф. Лауреаты Нобелевской премии 1998 года по физиологии и медицине – Ф. Мьюрэд, Р. Фурчготт, Л. Игнарро // Природа. – 1999. - № 1. - С.97-100.
- Ванин А.Ф. Оксид азота и его обнаружение в биосистемах методом электронного парамагнитного резонанса // Успехи физических наук. – 2000. – Том 170. - № 4. – С.455-458.
- Ванин А.Ф. Оксид азота – регулятор клеточного метаболизма // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Том 7. - № 11. – С.7-12.
- Ванюшин Б.Ф. Эпигенетика сегодня и завтра // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. - Том 17. - № 4/2. - С.805-832.
- Варфоломеев С.Д. Простагландины – новый тип биологических регуляторов // Соросовский образовательный журнал. – 1996. - № 1. - С.40-47.
- Вермель Е.М. История учения о клетке. – М.: «Наука», 1970. – 260 с.
- Виноградова Г.Н., Захаров В.В. Основы микроскопии. Часть 1. – СПб.: Университет ИТМО, 2018. – 133 с.
- Виноградова Г.Н., Захаров В.В. Основы микроскопии. – СПб.: Университет ИТМО, 2020. – 410 с.
- Вишневский Я., Издебский З. Интим. Разговоры не только о любви. – М.: «АСТ», 2015. – 352 с.
- Владимиров Ю.С. Между физикой и метафизикой. Книга 5. Космофизика Чижевского: XX век. – М.: «Либроком», 2013. – 280 с.

- Владимирский Б.М. К 110-летию со дня рождения А.Л. Чижевского. А.Л. Чижевский и феномен русского космизма // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2007. – Том 19 (58). – № 1. – С.3-7.
- Возная Н.Ф. Химия воды и микробиология. – М.: «Высшая школа», 1967.
- Воробьева О.В. К 50-летию вручения Нобелевской премии Бернету и Медавару за открытие приобретенной иммунологической толерантности // Вестник биотехнологии. – 2010. – Том 6. – № 4. – С.68-75.
- Воробьева О.В., Гушин И.С. Молекулярно-биологические основы аллергенспецифической иммунотерапии // Вестник биотехнологии. – 2011. – Том 7. – № 3. – С.54-70.
- Воронин Л.Г. Физиология сна. – М.: «Знание», 1974. – 64 с.
- Воронцов Н.Н. Разноликий Тимофеев-Ресовский // Природа. – 1995. – № 10. – С.90-105.
- Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. – М.: «Прогресс Традиция», АБФ, 1999. – 640 с.
- Воронцов Н.Н. Развитие эволюционных идей в биологии. – М.: КМК, 2004. – 266 с.
- Гаврилов Л.А., Гаврилова Н.С. Биология продолжительности жизни. – М.: «Наука», 1991. – 280 с.
- Гайсинович А.Е. Грегор Мендель и его предшественники // О. Сажрэ, Ш. Нодэн, Г. Мендель. Избранные работы о растительных гибридах. – Москва-Ленинград: Государственное изд-во биологической и медицинской литературы, 1935. – С.7-155.
- Гайсинович А.Е., Музрукова Е.Ю. «Отрыжка» клеточной теории // Природа. – 1989. – № 11. – С.92-100.
- Галактионов В.Г. Всемогуший макрофаг // Природа. – 1982. – № 9. – С.21-28.
- Гамильтон Д. Мысль имеет значение. – М.: изд-во «Весь», 2011. – 151 с.
- Георгиевский А.Б. К истории закона Харди – Вейнберга // Историко-биологические исследования. – 2011. – Том 3. – № 1. – С.63-75.
- Гильмиярова Ф.Н., Колотьева Н.А., Гусякова О.А., Сидорова И.Ф. Полимеразная цепная реакция. История открытия. Новый этап развития // Ремедиум Приволжье. – 2017. – № 4 (154). – С.17-21.
- Глянцев С.П. Феномен Демихова // Трансплантология. – 2019. – Том 11. – № 4. – С.330-348.
- Говалло В.И. Парадоксы иммунологии. – М.: «Знание», 1983. – 168 с.
- Голубовский М.Д. Век генетики: эволюция идей и понятий. – СПб.: изд-во «Борей Арт», 2000. – 262 с.
- Голубовский М.Д. Парадоксы концептуальной истории генетики: эссе // Письма в Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. – С.1-15.
- Горелова Л.Е. Из истории развития анестезиологии // Русский медицинский журнал. – 2001. – Том 9. – № 20.
- Гохлернер Г.Б. Развитие аэробной жизни и проблемы клеточной эволюции // Природа. – 1977. – № 6. – С.47-57.
- Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. – М.: «Академия», 2003. – 464 с.
- Григорьев А.И., Григорьян Н.А. Творец и раб науки // Вестник РАН. – 2009. – Том 79. – № 10. – С.930-937.
- Григорович С. Вначале была РНК? В поисках молекулы первожизни // Наука и жизнь. – 2004. – № 2. – С.44-55.
- Гриднев А.Н., Гриднева Н.В. Основы лесной биогеоценологии. – Уссурийск: ПГСХА, 2016. – 213 с.
- Гринев В.В. Введение в технику полимеразной цепной реакции. – Минск: БГУ, 2008. – 48 с.
- Данилевская О.Н. Мобильные генетические элементы дрожифилы: история открытия и судьба первооткрывателей // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Том 15. – № 2. – С.215-224.
- Данилов-Данильян В., Рейф И. Траектория экологической мысли. На пути к современному пониманию биосферы // Наука и жизнь. – 2010. – № 3. – С.2-13.

- Даудна Дж., Стернберг С. Трещина в мироздании. Редактирование генома: невероятная технология, способная управлять эволюцией. – М.: «АСТ», 2019. – 384 с.
- Дейкин А. Вкус боли // журнал «Коммерсант». – 2021. - № 47.
- Джералд М. Великая биология. От зарождения жизни до эпигенетики. 250 основных вех в истории биологии. – М.: «Лаборатория знаний», 2018. – 540 с.
- Добровидова О. Восемь женщин в науке, о которых стоит рассказать дочери // сайт «РИА новости», 06.03.2013 г.
- Долина Д.С., Базылев С.Е. и др. Генетика. – Горки: БГСХА, 2022. – 212 с.
- Драпкина О.М., Шепель Р.Н. Теломеры и теломеразный комплекс. Основные клинические проявления генетического сбоя // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2015. - № 14 (1). - С.70-77.
- Дударь А.И. Открытие и исследование оксида азота в биологических системах: ретроспективный анализ // Наука. Мысль. – 2015. - Том 5. - № 6. - С.8-13.
- Евсеева Н.С., Лефлат О.Н., Жилина Т.Н. Палеогеография (историческое землеведение). – Томск: изд-во Томского государственного университета, 2016. – 212 с.
- Егоров Е.Е. Теломеры, теломераза, канцерогенез и мера здоровья // Клиническая онкогематология. – 2010. - Том 3. - № 2. - С.184-197.
- Егорова Т.Е. Простагландины в лечении глаукомы // Русский медицинский журнал. – 2004. - № 5 (3). - С.127-131.
- Ермолаев А.И. Роль Сьюэла Райта в создании популяционной генетики // Историко-биологические исследования. – 2012. - Том 4. - № 2. - С.61-95.
- Жарков Д.О. Часовые генома // Наука из первых рук. – 2009. - Том 28. - № 4. – С.161-169.
- Ждан А.Н. История психологии: от античности к современности. – М.: «Педагогическое общество России», 2001. – 512 с.
- Животовский Б.Д. Программируемая гибель клеток – медицине // Химия и жизнь. – 2014. - № 5. - С.8-13.
- Жуков Б.Б. Дарвинизм в XXI веке. – М.: «АСТ», CORPUS, 2020. – 720 с.
- Жуковский П.М. Русские классики ботаники // Вестник АН СССР. – 1945. - № 5-6. - С.126-141.
- Завалко И., Ковальзон В. Как возникла наука о сне // Природа. – 2014. - № 3. - С.53-60.
- Замятнин А.А. Молекулярные основы некоторых путей развития программируемой клеточной смерти при морфогенезе, стрессе и вирусной инфекции // Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук. – М.: МГУ, 2013.
- Звездочкина Н.В. Исследование электрической активности головного мозга человека. – Казань: Казанский университет, 2014. – 59 с.
- Зенков Л.Р. Клиническая электроэнцефалография. – М.: «МЕДпресс-информ», 2018. – 360 с.
- Иваницкий Г.Р. Борьба идей в биофизике. – М.: «Знание», 1982. – 64 с.
- Ивантер Э.В. Очерки теории эволюции. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. – 200 с.
- Ивин М.Е. У порога великой тайны. – Ленинград: «Детская литература», 1971. – 224 с.
- Ирвин У. Обезьяны, ангелы и викторианцы. Дарвин, Гексли и эволюция. – М.: «Молодая гвардия», 1973. – 464 с.
- История биологии с древнейших времен до начала XX века. Под ред. Л.Я. Бляхера и С.Р. Микулинского. – М.: «Наука», 1972. – 564 с.
- История биологии от начала XX века до наших дней. Под ред. Л.Я. Бляхера. – М.: «Наука», 1975. – 658 с.
- Казарновский М. Токсичный и жизненно необходимый // газета «Троицкий вариант». – 2019. - № 22 (291).
- Кандель Э. В поисках памяти. Возникновение новой науки о человеческой психике. – М.: «Астрель», 2011. – 735 с.

- Кандель Э. Век самопознания. Поиски бессознательного в искусстве и науке с начала XX века до наших дней. – М.: CORPUS, 2016. – 720 с.
- Кандель Э. Расстроенная психика. Что рассказывает о нас необычный мозг. – М.: «АСТ», CORPUS, 2021. – 352 с.
- Карякин О.Б. Реже Гиймен, Эндрю Виктор Шалли, Розалин Сасмен Ялоу // Онкоурология. – 2021. - Том 17. - № 4. - С.176-180.
- Кассиль Г.Н. Внутренняя среда организма. – М.: «Наука», 1983. – 227 с.
- Кацнельсон З.С. Клеточная теория в ее историческом развитии. – Ленинград: Государственное изд-во медицинской литературы, 1963. – 344 с.
- Кветной И.М. Вездесущие гормоны. – М.: «Молодая гвардия», 1988. – 192 с.
- Кветной И.М. 30 величайших открытий в истории медицины, которые навсегда изменили нашу жизнь. – М.: «АСТ», 2013. – 280 с.
- Кимура М. Молекулярная эволюция: теория нейтральности. – М.: «Мир», 1985. – 394 с.
- Кириллин В.А. Страницы истории науки и техники. – М.: «Наука», 1986. – 512 с.
- Клещенко Е. «Евроген»: ученые, довольные жизнью // Химия и жизнь. – 2005. - № 8. - С.8-13.
- Клещенко Е. Легкое дыхание // Химия и жизнь. – 2019. - № 11. – С.20-21.
- Княжеская Н.П. Ингаляционные глюкокортикостероиды: влияние средств доставки на эффективность и безопасность терапии бронхиальной астмы // Практическая пульманология. – 2015. - № 3. - С.12-16.
- Ковальзон В.М. Забытый основатель биохимии и сомнологии // Природа. – 2012. - № 5. - С.85-89.
- Ковальзон В.М. Основы сомнологии. Физиология и нейрохимия цикла «бодрствование – сон». – М.: «Бином. Лаборатория знаний», 2012. – 239 с.
- Ковальзон В.М. О Мишеле Жуве – открывателе фазы парадоксального сна // Эффективная фармакотерапия. – 2019. - № 44. - С.84-86.
- Кованов В.В. Эксперимент в хирургии. – М.: «Молодая гвардия», 1989. – 239 с.
- Колчинский Э.И. Единство эволюционной теории в разделенном мире XX века. - СПб.: «Нестор-История», 2015. – 816 с.
- Комаров В.Л. Учение о виде у растений. – М.: «Юрайт», 2019. – 223 с.
- Корж В.П. Сергей Гаврилович Навашин: два юбилея // Цитология и генетика. – 2008. - № 3. - С.3-11.
- Корогодина В.И., Мясник М.Н. Генетический контроль радиочувствительности клеток и эффект восстановления // Природа. – 1968. - № 10. - С.25-39.
- Корогодина В.И. Феномен жизни. Избранные труды. Том 1. – М.: «Наука», 2010. – 434 с.
- Костина Г. Звезда, которая не уехала // Эксперт. – 2009. - № 14 (653).
- Коштыянец Х.С. Выдающийся польский физиолог // Природа. – 1955. - № 7. - С.77-81.
- Красилов В.А. Дарвинизм и креационизм // Экология и жизнь. – 2008. - № 10. - С.4-15.
- Кратин Ю.Г., Сотниченко Т.С. Неспецифические системы мозга. – Ленинград: «Наука», 1987. – 159 с.
- Кривопалова Н.Ю. Вклад отечественных ученых в формирование системного подхода в научном познании в начале XX века // Труды Международной конференции «Перспективные информационные технологии». – Самара: изд-во Самарского научного центра РАН, 2016. - С.1007-1009.
- Крылова М.Д. Щедрость невидимых (рассказы о генетике микробов). – М.: «Советская Россия», 1968. – 175 с.
- Кузаев М. Нобелевка за ощущения жара, холода и прикосновения // информационное агентство «ТАСС», 04 октября 2021 г.
- Кузнецов В.В., Дмитриева Г.А. Физиология растений. – М.: «Высшая школа», 2006. – 742 с.

- Кузьмина Н.Н., Медынцева Л.Г., Белов Б.С. Ревматическая лихорадка: полувековой опыт изучения проблемы. Размышления ревматолога // Научно-практическая ревматология. – 2017. - № 55 (2). - С.125-137.
- Кулаева О.Н. Как регулируется жизнь растений // Соросовский образовательный журнал. – 1995. - № 1. - С.20-27.
- Кулаева О.Н. Этилен в жизни растений // Соросовский образовательный журнал. – 1998. - № 11. - С.78-84.
- Кулаева О.Н. Гормональная регуляция жизни растений // энциклопедия «Современное естествознание». Том 2 «Общая биология». Под ред. В.Н. Сойфера. – М.: «Магистр-Пресс», 2000. - С.288-295.
- Кунин Е. Логика случая. О природе и происхождении биологической эволюции. – М.: «Центрполиграф», 2014. – 528 с.
- Курсанова Т.А. Судьба ученого в контексте идеологической борьбы в Академии наук СССР. К 150-летию академика Г.А. Надсона // Историко-биологические исследования. – 2017. - Том 9. - № 3. - С.55-79.
- Кутя С.А. Вклад студентов-медиков в экспериментальную и клиническую медицину (из истории открытий) // Крымский журнал экспериментальной и клинической медицины. – 2011. - Том 1. - № 2 (2). - С.135-138.
- Лалаянц И.Э. Геном человека // газета «Биология». – 2001. - № 46.
- Латфуллин И.А. Краткая история медицины в контексте развития естествознания. Часть 2. – Казань: изд-во Казанского университета, 2020. – 228 с.
- Лауреаты Нобелевской премии. Том 1. – М.: «Прогресс», 1992. – 775 с.
- Лауреаты Нобелевской премии. Том 2. – М.: «Прогресс», 1992. – 861 с.
- Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволюцкий Д.А. Биологическое разнообразие. – М.: «Владос», 2004. – 432 с.
- Литусов Н.В. История микробиологии. – Екатеринбург: изд-во УГМА, 2012. – 64 с.
- Лозовская Е. Нобелевская премия по химии 2008 года. «Подсветка» для клетки // Наука и жизнь. – 2008. - № 12. – С.2-4.
- Лосева П. Нобелевскую премию по медицине присудили за исследования реакции клеток на кислород // сайт «N+1», 07.10.2019 г.
- Лосева П. Почему «нобелевку» за CRISPR/Cas9 ждали давно // сайт «N+1», 07.10.2020 г.
- Лосева П. Первооткрыватели CRISPR/Cas9 остались без патента на технологию в США // сайт «N+1», 01.03.2022 г.
- Лукина Т.А. Мария Сибилла Мериан. – Ленинград: «Наука», 1980. – 207 с.
- Лункевич В.В. От Гераклита до Дарвина. Очерки по истории биологии. Том 1. – М.: «Учпедгиз», 1960. – 480 с.
- Лурия А.Р. Высшие корковые функции человека и их нарушения при локальных поражениях мозга. – М.: изд-во МГУ, 1962. – 432 с.
- Лучник Н.В. Почему я похож на папу. – М.: «Молодая гвардия», 1969. – 336 с.
- Лэйн Н. Энергия, секс, самоубийство. – СПб.: изд-во «Питер», 2016. – 368 с.
- Мавропуло Т.К., Иванов Д.О., Петренко Ю.В., Сурков Д.Н. Некоторые штрихи к открытию гормонов надпочечников // Бюллетень Федерального центра сердца, крови и эндокринологии (ФЦСКЭ) им. В.А. Алмазова. – 2013. – Октябрь. - С.91-96.
- Макаров В.В. Методы и алгоритмы автоматической классификации психофизиологических характеристик человека // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, 2022. – 104 с.
- Малиновский А.А. Системная логика дарвинизма // Природа. – 1983. - № 10. - С.46-54.
- Манузина А. История науки: соперничество во время чумы // сайт «Индикатор», 29.01.2017 г.
- Мареев В.Ю. Четверть века эры ингибиторов АМФ в кардиологии // Русский медицинский журнал. – 2000. - № 15. - С.602-609.



- Маттик Дж. Тайна программирования сложных организмов // В мире науки. – 2005. - № 1. - С.28-35.
- Медавар П., Медавар Дж. Наука о живом. Современные концепции в биологии. – М.: «Мир», 1983. – 207 с.
- Мезинбек Г. Как зажечь мозг // В мире науки. – 2009. - № 1. - С.48-55.
- Мензоров А.Г. Эмбриональные стволовые клетки мыши и человека // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2013. - Том 17. - № 2. - С.234-245.
- Меркулов В.Л. Альбрехт Галлер. – Ленинград: «Наука», 1981. – 184 с.
- Микиртичан Г.Л. Из истории вакцинопрофилактики: оспопрививание. – Российский педиатрический журнал. – 2016. - № 19 (1). - С.55-62.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Растительность как континуум // Природа. – 1994. - № 7. - С.120-122.
- Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Наука о растительности: взгляд из Германии // Природа. – 1996. - № 2. - С.123-125.
- Млодинов Л. Прямоходящие мыслители. – М.: «Livebook», 2016. – 480 с.
- Мокроносова М.А. Диагностическое значение уровня общего IgE, основного маркера аллергической патологии // Лабораторная служба. – 2015. - № 3. - С.10-14.
- Морозов Ю. Занимательная метеорология Д.О. Святского и Т.Н. Кладо // Наука и жизнь. – 2006. - № 2. - С.96-97.
- Музрукова Е.Б., Фандо Р.А. Исторические и методологические основания развития и восприятия дарвинизма и антидарвинизма // Эпистемология и философия науки. – 2015. - Том 45. - № 3. - С.184-198.
- Музрукова Е.Б., Фандо Р.А. Создание хромосомной теории наследственности // Природа. – 2015. - № 7. - С.79-86.
- Мясник М.Н., Соколов В.А., Скворцов В.Г. Фотобиологические аспекты радиационного поражения клеток // Природа. – 1982. - № 10. - С.32-38.
- Назаров В.И. Эволюция не по Дарвину. Смена эволюционной модели. – М.: изд-во «ЛКИ», 2007. – 520 с.
- Невмывака Г.А. Алексей Алексеевич Заварзин. – Ленинград: «Наука», 1971. – 208 с.
- Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология. – М.: «Академия», 2009. – 352 с.
- Низяева Н.В., Щеголев А.И., Марей М.В., Сухих Г.Т. Интерстициальные пейсмекерные клетки // Вестник РАМН. – 2014. - № 7-8. - С.17-24.
- Никитина Е.В., Самсонова И.М., Кизименко А.Н. Об истории первого наркоза // Новости хирургии. – 2017. - Том 25. - № 1. - С.5-13.
- Николаева Е.И. Психофизиология. Психологическая физиология с основами физиологической психологии. – М.: изд-во «ПЕР СЭ», 2008. – 624 с.
- Нобелевские премии за 1969 год по физиологии и медицине // Природа. – 1970. - № 3. - С.81-82.
- Новиков М.М. Великаны российского естествознания. - Франкфурт-на-Майне: изд-во «Посев», 1960. – 200 с.
- Ноздрачев А.Д., Марьянович А.Т., Поляков Е.Л. и др. Нобелевские премии по физиологии или медицине за 100 лет. - СПб.: «Гуманистика», 2003. – 751 с.
- Ноздрачев А.Д., Пальцев М.А., Поляков Е.Л. и др. Нобелевские лауреаты по физиологии или медицине. - СПб.: «Гуманистика», 2019. – 884 с.
- Нуланд Ш. Врачи. Восхитительные и трагичные истории. – М.: «Эксмо-Пресс», 2020. – 688 с.
- Образцов П. Белок преткновения // газета «Независимая», 22.10.2008 г.
- Он зеленый и светится. Нобелевскую премию по химии присудили за переворот в молекулярной биологии // сайт «Лента.ru», 08 октября 2008 г.
- Опимах И.В. История антисептики – борьба идей, честолюбия, амбиций // Медицинские технологии: оценка и выбор. – 2010. - № 2. - С.74-80.

- Орловский П.И., Гриценко В.В., Юхнев А.Д. и др. Искусственные клапаны сердца. - СПб.: «ОЛМА Медиа Групп», 2007. – 448 с.
- Пакори М. Тайный язык симптомов. Как распознать SOS-сигналы своего тела. – М.: «АСТ», 2019. – 304 с.
- Пальцев М., Кветной И. Путешествие по миру медицины: от древних времен до наших дней. - СПб.: изд-во «Молодая мама», 2020. – 212 с.
- Памяти Георгия Викторовича Лопашова (1912-2010) // Онтогенез. – 2010. - Том 41. - № 4. - С.315-316.
- Памяти Х.Г. Кораны (1922-2011) // Вестник биотехнологии. – 2011. - Том 7. - № 4. - С.69-74.
- Пассарг Э. Наглядная генетика. – М.: «Лаборатория знаний», 2022. – 508 с.
- Петров Р.В. Сфинксы XX века. – М.: «Молодая гвардия», 1971. – 256 с.
- Петухова А. Жертва прусской эмбриологии // сайт журнала «Коммерсант», 23.09.2022 г.
- Платова Т.П. Из истории открытия биологической роли РНК // Природа. – 1975. - № 1. - С.48-55.
- Плотников В.В. На перекрестках экологии. – М.: «Мысль», 1985. – 208 с.
- Поповский М. Путь к сердцу. Рассказы о медицине и ее творцах. – М.: «Воениздат», 1960. – 325 с.
- Потяженко М.М., Невойт А.В. Энергетическая система человека: эволюция повторного научного открытия // Украинский медицинский журнал. – 2019. – Том 2. - № 2 (130). - С.1-4.
- Прозоровский В.Б. Механизмы наркоза // Наука и жизнь. – 2003. - № 1. - С.19-23.
- Прозоровский В.Б. Тормозные аминокислоты // Химия и жизнь. – 2006. - № 7. - С.46-49.
- Психофизиология. Под ред. Ю.И. Александрова. – СПб.: «Питер», 2006. – 464 с.
- Рабинович М. Неоткрытые открытия, или Кто это придумал. – М.: «Клуб семейного досуга», 2018. – 336 с.
- Работнов Т.А. Консорция как структурная единица биогеоценоза // Природа. – 1974. - № 2. - С.26-35.
- Равикович А.И. Чарлз Лайель. – М.: «Наука», 1976. – 200 с.
- Равич Г.Б. Кто впервые наблюдал броуновское движение? // Природа. – 1965. - № 6. - С.74-77.
- Рамакришнан В. Генетический детектив. От исследования рибосомы к Нобелевской премии. – СПб.: «Питер», 2020. – 304 с.
- Рамачандран В.С. Мозг рассказывает. Что делает нас людьми. – М.: «Карьера Пресс», 2013. – 395 с.
- Ратнер В.А. Впереди событий и в стороне от признания // Природа. – 1998. - № 8. – С.100-102.
- Ратнер В.А. Генетика, молекулярная кибернетика. Личности и проблемы. – Новосибирск: «Наука», 2002. – 272 с.
- Ребриков Д.В., Саматов Г.А., Трофимов Д.Ю. и др. ПЦР в реальном времени. – М.: «Лаборатория знаний», 2020. – 226 с.
- Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. – Самара: Самарский научный центр РАН, 1999. – 396 с.
- Розенберг Г.С. «Во мне назрел душевный перелом, и я на распутье. К жизни!» // Историко-биологические исследования. – 2019. - Том 11. - № 1. - С.87-99.
- Розенберг Г.С. Инженеры экосистем: «старые песни о главном» или концепция, которую у нас практически не заметили // Журнал общей биологии. – 2022. - Том 83. - № 3. - С.220-234.
- Роллер Э. Открытие основных законов жизни. – М.: «Мир», 1978. – 336 с.
- Романцев Е.Ф. Закономерные чудеса. – М.: «Молодая гвардия», 1976. – 176 с.
- Ростковский В.С. Николай Белов и Норберт Винер // Наука и жизнь. – 1999. - № 2. – С.79.

- Ростковский В.С. Кто и когда стал «отцом кибернетики»: Николай Белов в 1911 году или Норберт Винер в 1947-м? // Техника – молодежи. – 2000. - № 6. – С.10-11.
- Руденко Т.Г. Очерки комбустиологии: безумные идеи // Химия и жизнь. – 2017. - № 4. - С.24-27.
- Рудницкая Г.Е., Евстапов А.А. Микрочиповые устройства для полимеразной цепной реакции. Часть 1. Основные принципы ПЦР; конструкция и материалы микрочипов // Научное приборостроение. – 2008. - Том 18. - № 3. - С.3-20.
- Савелова О.А. Развитие технологии функциональной МРТ в начале XXI в. на примере Международного томографического центра СО РАН // Вестник Томского государственного университета. – 2017. - № 421. - С.156-162.
- Самойлова Е.О. Александр Сергеевич Спиринов. Жизнь в науке. – М.: изд-во «Буки Веди», 2022. – 448 с.
- Санникова Н.Н. Возможности молекулярной алергодиагностики у пациентов с аллергическим ринитом // сборник научных трудов «БГМУ в авангарде медицинской науки и практики». – Минск: БГМУ, 2020. - Вып.10. - С.46-51.
- Сапольски Р. Кто мы такие? Гены, наше тело, общество. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2018. – 290 с.
- Свааб Д. Мы – это наш мозг. От матки до Альцгеймера. – СПб.: изд-во Ивана Лимбаха, 2014. – 544 с.
- Семашко И.И. 100 великих женщин. – М.: «Вече», 1999. – 572 с.
- Сердечно-сосудистая хирургия. Под ред. В.И. Бураковского и Л.А. Бокерия. – М.: «Медицина», 1989. – 752 с.
- Симонян Р.З. История медицины: со времен первобытного общества до настоящего времени. – Чебоксары: издательский дом «Среда», 2021. – 308 с.
- Соболевский А. Путь от судьбы живой клетки к судьбе человека // газета «Наука в Сибири», 17 октября 2012 г.
- Сойфер В.Н. Арифметика наследственности. – М.: «Детская литература», 1970. – 270 с.
- Сойфер В.Н. Очерки истории молекулярной генетики. – М.: «Наука», 1970. – 260 с.
- Сойфер В.Н. Репарация генетических повреждений // Соросовский образовательный журнал. – 1997. - № 8. - С.4-13.
- Сперанский В.С., Гончаров Н.И. Очерки истории анатомии. – Волгоград: «Издатель», 2012. – 216 с.
- Степин В.С., Сточик А.М., Затравкин С.Н. История и философия медицины. Научные революции XVII-XIX веков. – М.: «Академический проект», 2017. – 236 с.
- Сточик А.М., Затравкин С.Н. Научная революция в медицине XVIII в. // Эпистемология и философия науки. – 2014. - Том 34. - № 1. - С.173-190.
- Страйер Л. Биохимия. Том 2. – М.: «Мир», 1985. – 312 с.
- Страйер Л. Биохимия. Том 3. – М.: «Мир», 1985. – 400 с.
- Струнников В.А. Получение и перспективы практического использования генетических копий тутового шелкопряда // Природа. – 1982. - № 1. - С.57-68.
- Сыса А.Г., Стельмах В.А., Власенко Е.К., Бакунович А.В. Методы клинической биохимии и биофизики. – Минск: «ИВЦ Минфина», 2018. – 129 с.
- Тахтаджян А.Л. Четыре царства органического мира // Природа. – 1973. – № 2. - С.22-32.
- Тодоров И.Н., Тодоров Г.И. Стресс, старение и их биохимическая коррекция. – М.: «Наука», 2003. – 479 с.
- Трапезов О.В. Мендель: подтверждение идеи бинарного кодирования признака методами статистической физики // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2015. - Том 19. - № 1. - С.27-38.
- Трофимов Н.А. Хирургическая коррекция фибрилляции предсердий и легочной гипертензии в лечении пороков митрального клапана // Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. - Нижний Новгород: Приволжский исследовательский медицинский университет, 2020. – 315 с.

- Уотсон Дж. Избегайте занудства. Уроки жизни, прожитой в науке. – М.: «Астрель», 2010. – 464 с.
- Уотсон Дж. и др. ДНК. История генетической революции. – СПб.: «Питер», 2019. – 512 с.
- Утехин В.И., Чурилов Л.П., Гудиене В. Оскар Минковский: жизнь и вклад в становление патохимии // Бюллетень ФЦСКЭ им. В.А. Алмазова. – 2013. – Июнь. - С.91-103.
- Уэст Дж. Масштаб. Универсальные законы роста. – М.: «Азбука-Бизнес», 2018. – 512 с.
- Фандо Р.А. Формирование научных школ в отечественной генетике в 1930-1940-е гг. – М.: издательский дом И.И. Шумиловой, 2005. – 148 с.
- Федоров В.И. Физиология и кибернетика. История взаимопроникновения идей // сборник «Из истории кибернетики». – Новосибирск: изд-во «Гео», 2006. – С.284-311.
- Фельдман Г.Э. Джон Бэрдон Сандерсон Холдейн. – М.: «Наука», 1976. – 216 с.
- Физер Л., Физер М. Стероиды. – М.: «Мир», 1964. – 982 с.
- Фолькер А. Умные растения. Как они приманивают и обманывают, предупреждают собратьев, защищаются. – М.: «Ломоносов», 2011. – 238 с.
- Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. – М.: «Прогресс», 1987. – 495 с.
- Фонг К. Extremes. На пределе. Границы возможностей человеческого организма. – М.: изд-во «Синдбад», 2016. – 384 с.
- Фридман М., Фридланд Дж. Десять величайших открытий в истории медицины. – М.: «Колибри», 2012. – 432 с.
- Фролов Ю. Нобелевские премии 1998 года. Почему нитроглицерин помогает сердечникам // Наука и жизнь. – 1999. - № 2. - С.8-9.
- Фрэнк Р. Виролуция. – М.: «Ломоносов», 2014. – 312 с.
- Харгиттай И. Откровенная наука. Беседы с корифеями биохимии и медицинской химии. – М.: «КомКнига», 2006. – 544 с.
- Хогланд М. На арену выходят транспортные РНК // Химия и жизнь. – 2007. - № 12. - С.45-46.
- Хохлов А.Н. От Карреля к Хейфлику и обратно, или чему нас учили 100 лет цитогеронтологических исследований // Радиационная биология. Радиоэкология. – 2010. - Том 50. - № 3. - С.304-311.
- Храмченкова О.М. Основы радиобиологии. – Гомель: УО «ГГУ им. Ф.Скорины», 2003. – 238 с.
- Хэссет Дж. Введение в психофизиологию. – М.: «Мир», 1981. – 248 с.
- Цвелев Ю.В., Попов А.С. Игнац Земмельвейс или Оливер Холмс? // Журнал акушерства и женских болезней. – 2008. - Том 57. - № 1. - С.130-135.
- Цверева Г.К. Прокоп Дивиш. - Москва-Ленинград: «Наука», 1965. – 103 с.
- Челпанов Г.И. Объективная психология в России и Америке. – М.: изд-во «А.В. Думнов и К°», 1925. – 79 с.
- Чирков Ю.Г. Фотосинтез два века спустя. – М.: «Знание», 1981. – 192 с.
- Чурилов Л.П., Строев Ю.И. Эндокринология как междисциплинарная область медицины: ее становление и перспективы развития // Клиническая патофизиология. – 2016. - № 2. - С.3-24.
- Чурилов Л.П., Васильев А.Г., Утехин В.И. Краткая история иммунологии глазами патофизиологов // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. – 2017. - Том 12. - № 2. - С.824-875.
- Шелудько Е.Г., Наумов Д.Е. ГАМК и ее роль в регуляции тонуса дыхательных путей // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2020. – Выпуск 76. - С.97-106.
- Шеперд Г. Нейробиология. Том 2. – М.: «Мир», 1987. – 368 с.
- Шифрин М. 100 рассказов из истории медицины. Величайшие открытия, подвиги и преступления во имя вашего здоровья и долголетия. – М.: «Альпина Паблишер», 2019. – 696 с.
- Шихвердиев Н.Н., Хубулава Г.Г. Кардио-хирургический минимум для кардиологов. - СПб.: изд-во «Питер», 2022. – 528 с.

- Шлегель Г.Г. История микробиологии. – М.: УРСС, 2002. – 302 с.
- Шноль С.Э. Открытие рибосом // Природа. – 1993. - № 11. - С.85-86.
- Шноль С.Э. Герои, злодеи, конформисты отечественной науки. – М.: «Либроком», 2010. – 720 с.
- Шойфет М.С. 100 великих врачей. – М.: «Вече», 2006. – 528 с.
- Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности с основами нейробиологии. – М.: «Академия», 2003. – 460 с.
- Шульговский В.В. Физиология высшей нервной деятельности. – М.: изд-во «Академия», 2014. – 384 с.
- Шульц Д.П., Шульц С.Э. История современной психологии. - СПб.: «Евразия», 2002. – 532 с.
- Щербо С.Н., Щербо Д.С., Кралин М.Ю. Биомаркеры персонализированной медицины. Часть 5. Некодирующие РНК и микроРНК // Медицинский алфавит. – 2015. - № 11 (252). - С.5-11.
- Эшкрофт Ф. Искра жизни: электричество в теле человека. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2016. – 394 с.
- Юдакова О.И. Введение в клеточную биологию. – Саратов: Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, 2014. – 88 с.
- Яновская М.И. Вильям Гарвей. – М.: «Молодая гвардия», 1957. – 176 с.
- Ярмоненко С.П. Отечественная радиобиология. История и люди. – М.: «РАДЭКОН», 1997. – 104.
- Ярошевский М.Г., Чеснокова С.А. Уолтер Кеннон. – М.: «Наука», 1976. – 376 с.
- Ястребов С. От атомов к древу. Введение в современную науку о жизни. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2018. – 704 с.

#### **Список литературы к главе 6 (открытия в области математики)**

- Абросимов А.Т. К истории исследований космических лучей в Московском университете. – М.: «О-Макет», 2019. – 288 с.
- Айзекс Р. Дифференциальные игры. – М.: «Мир», 1967. – 479 с.
- Аквивис М.А., Розенфельд Б.А. Эли Картан. – М.: МЦНМО, 2007. – 328 с.
- Аксенов Н.А. Аналитическая разрешимость комплексной задачи Коши для некоторых систем дифференциально-операторных уравнений с переменными коэффициентами // Ученые записки Орловского государственного университета. – 2013. - № 6 (56). - С.25-32.
- Александров А. Тупость и гений // Квант. – 2006. - № 2. - С.2-5.
- Александров А. Тупость и гений // Квант. – 2006. - № 3. – С.2-5.
- Александров И.А., Гриншпон С.Я., Круликовский Н.Н. и др. О значении научных работ Ф.Э. Молина // сборник «Исследования по математическому анализу и алгебре». Выпуск 3. – Томск: Томский государственный университет, 2001. - С.3-11.
- Александрова Н.В. Математические термины. – М.: «Высшая школа», 1978. – 190 с.
- Александрова Н.В., Полак Л.С. Комментарии // Гамильтон У. Избранные труды. – М.: «Наука», 1994. - С.535-550.
- Александров П.С. Современное состояние теории размерности // Успехи математических наук. – 1951. - Том 6. - № 5. – С.43-68.
- Александров П.С. Избранные труды. Теория размерности и смежные вопросы. Статьи общего характера. – М.: «Наука», 1978. – 432 с.
- Алябьева В.Г. Элиаким Гастингс Мур – основатель первой американской математической школы // Труды 10 международных колмогоровских чтений. – Ярославль: изд-во ЯГПУ, 2012. - С.173-177.
- Алябьева В.Г., Пастухова Г.В. Теория алгоритмов. – Пермь: Пермский государственный гуманитарно-педагогический университет (ПГГПУ), 2013. – 125 с.

- Андрей Андреевич Ляпунов. Под ред. Ю.И. Шокина. – Новосибирск: изд-во «Гео», 2011. – 587 с.
- Андрианов И. Кто же открыл фрактал Мандельброта? // Знание – сила. – 1997. - № 11. - С.70-73.
- Антонюк П.Н. Страницы истории фракталов // сборник «Историко-математические исследования». Вторая серия. Выпуск 15 (50). – М.: «Янус-К», 2014. - С.196-212.
- Арнольд В.И. Филдсовская медаль – воспитаннику московской математической школы // Математическое просвещение. Третья серия. Выпуск 3. – М.: МЦНМО, 1999. - С7-20.
- Арнольд В.И. Об А.Н. Колмогорове // сборник «Колмогоров в воспоминаниях учеников». – М.: МЦНМО, 2006. – С.34-53.
- Аров Д.З. К истории возникновения понятия  $\epsilon$ -энтропии автоморфизма пространства Лебега и понятия  $(\epsilon T)$ -энтропии динамической системы с непрерывным временем // Записки научных семинаров ПОМИ. – 2015. - Том 436. - С.76-100.
- Архангельский А.В., Тихомиров В.М. Павел Самуилович Урысон (1898-1924) // Успехи математических наук. – 1998. - Том 53. - № 5. - С.5-26.
- Барашенков В.С. Вселенная в электроне. – М.: «Детская литература», 1988. – 287 с.
- Бардаков В.Г., Нецадим М.В. О связи некоторых проблем гомотопической топологии и комбинаторной теории групп // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2011. - № 3/1. - С.19-34.
- Барышев Ю., Теерикорпи П. Фрактальная структура Вселенной. Очерк развития космологии. - Нижний Архыз: САО РАН, 2005. – 396 с.
- Бейкер Дж., Грейвс-Моррис П. Аппроксимации Паде. – М.: «Мир», 1986. – 502 с.
- Березин А.В., Курочкин Ю.А., Толкачев Е.А. Кватернионы в релятивистской физике. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 200 с.
- Богатов Е.М. Некоторые заметки об истории пространств Орлича // Таврический вестник информатики и математики. – 2015. - № 3 (28). - С.24-39.
- Богатов Е.М., Мухин Р.Р. Из истории нелинейных интегральных уравнений // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. – 2016. - Том 24. - № 2. - С.77-114.
- Богатов Е.М. Об истории метода неподвижной точки и вкладе советских математиков (1920-1950-е гг.) // Чебышевский сборник. – 2018. - Том 19. - Вып.2. - С.30-55.
- Богачев В.И. Лузинские мотивы в современных исследованиях // сборник «Современные проблемы математики и механики». Том VIII. Выпуск 2. – М.: МГУ, 2013. - С.4-24.
- Боголюбов А.Н. Жан Виктор Понселе. – М.: «Наука», 1988. – 224 с.
- Борисов А.В., Килин А.А., Мамаев И.С. Новая интегрируемая задача о движении точечных вихрей на сфере // Нелинейная динамика. – 2007. - Том 7. - № 2. - С.211-223.
- Борисов А.В., Газизуллина Л.А., Рамоданов С.М. Диссертация Э. Цермело о вихревой гидродинамике на сфере // Нелинейная динамика. – 2008. - Том 4. - № 4. - С.497-513.
- Борисов А.В., Мамаев И.С., Бизяев И.А. Историко-критический обзор развития неголомомной механики: классический период // Нелинейная динамика. – 2016. - Том 12. - № 3. - С.385-411.
- Брейсуэлл Р. Преобразование Фурье // В мире науки. – 1989. - № 8. - С.48-56.
- Бурбаки Н. Очерки по истории математики. М.: изд-во иностранной литературы, 1963. – 292 с.
- Бурова И.Н. Парадоксы теории множеств и диалектика. – М.: «Наука», 1976. – 176 с.
- Бюлер В. Гаусс. Биографическое исследование. – М.: «Наука», 1989. – 208 с.
- Вавилов Н.А. Простые алгебры Ли, простые алгебраические группы и простые конечные группы // сборник «Математика XX века. Взгляд из Петербурга». Под ред. А.М. Вершика. – М.: МЦНМО, 2010. - С.8-46.
- Вахания Н.Н. А.Н. Колмогоров и развитие теории вероятностных распределений в линейных пространствах // Теория вероятности и ее применения. – 1989. - Том 34. - № 1. - С.197-202.

- Вейль Г. Давид Гильберт и его математические труды // Рид К. Гильберт. – М.: «Наука», 1977. – С.308-360.
- Верещагин Н.К., Успенский В.А., Шень А. Колмогоровская сложность и алгоритмическая случайность. – М.: МЦНМО, 2013. – 576 с.
- Вершик А.М., Гершкович В.Я. Неголономные динамические системы. Геометрия распределений и вариационные задачи // сборник «Итоги науки и техники», серия «Современные проблемы математики». – 1987. – Том 16. – С.5-85.
- Вершик А.М. Жизнь и судьба функционального анализа в XX веке // сборник «Математические события XX века». – М.: изд-во «Фазис», 2003. – С.81-92.
- Вершик А.М. Комментарии // Рохлин В.А. Избранные работы. – М.: МЦНМО, 2010. – 576 с.
- Вершик А.М. О работах В.А. Рохлина по эргодической теории // Рохлин В.А. Избранные работы. – М.: МЦНМО, 2010. – С.487-492.
- Визгин В.П. Комментарии // Гильберт Д. Избранные труды. Том 2. – М.: «Факториал», 1998. – С.563-575.
- Вилейтнер Г. История математики от Декарта до середины XIX столетия. – М.: ГИФМЛ, 1960. – 467 с.
- Виленкин Н.Я. В поисках бесконечности. – М.: «Наука», 1983. – 161 с.
- Виленкин Н.Я. Рассказы о множествах. – М.: МЦНМО, 2005. – 150 с.
- Винер Н. Я – математик // Винер Н. Творец и будущее. – М.: «АСТ», 2003. – С.293-708.
- Виро О.Я., Харламов В.М. О работах В.А. Рохлина по топологии // Рохлин В.А. Избранные работы. – М.: МЦНМО, 2010. – С.493-499.
- Воронцова Л.А. Софья Ковалевская. – М.: «Молодая гвардия», 1957. – 342 с.
- Востоков С.В., Шафаревич И.Р. Гармония в алгебре // материалы Международной алгебраической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Д.К. Фаддеева. – СПб.: СПбГУ, 2007. – С.3-13.
- Востоков С.В., Лурье Б.Б., Шафаревич И.Р. К 110-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Дмитрия Константиновича Фаддеева // Математика в высшем образовании. – 2016. – № 14. – С.51-60.
- Гейзенберг В. Избранные труды. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – 616 с.
- Генденштейн Л.Э., Криве И.В. Суперсимметрия в квантовой механике // Успехи физических наук. – 1985. – Том 146. – № 4. – С.553-590.
- Гессен М. Совершенная строгость. Григорий Перельман: гений и задача тысячелетия. – М.: «Астрель», CORPUS, 2011. – 272 с.
- Гийу Л., Марена А. В поисках утраченной топологии. – М.: «Мир», 1989. – 294 с.
- Гиндикин С.Г. Математические и механические задачи в работах Гюйгенса о маятниковых часах // Природа. – 1979. – № 12. – С.70-78.
- Гиндикин С.Г. Рассказы о физиках и математиках. – М.: МЦНМО, 2006. – 464 с.
- Гинкин В.П. Н.И. Булеев (1922-1984) // сборник «Физико-энергетический институт: летопись в судьбах». – Обнинск: ГНЦ РФ-ФЭИ им. А.И. Лейпунского, 2006. – С.72-75.
- Глейзер Г.И. История математики в школе. – М.: «Просвещение», 1983. – 351 с.
- Горчинский С.О., Куликов В.С., Паршин А.Н. и др. Игорь Ростиславович Шафаревич и его математическое наследие // Труды МИАН. – 2019. – Том 307. – С.9-31.
- Григорьян А.Т., Юшкевич А.П., Ковалев Б.Д. Даниил Бернулли. У истоков математического естествознания // Природа. – 1982. – № 3. – С.76-85.
- Гроссман Л.З. К 80-летию профессора Д.З. Арова // Вестник Одесского национального университета. Серия «Математика и механика». – 2014. – Том 19. – Вып.3 (23). – С.112-120.
- Губарев В.В. Информатика: фрагменты истории. – Новосибирск: изд-во НГТУ, 2007. – 180 с.
- Гурвич В.А. Торг с богами // Математическое просвещение. Серия 3. Вып.20. – 2016. – С.23-55.

- Даан-Дальмедико А., Пейффер Ж. Пути и лабиринты. Очерки по истории математики. – М.: «Мир», 1986. – 432 с.
- Делоне Б.Н. Работы Гаусса по теории чисел // сборник «Карл Фридрих Гаусс». – М.: изд-во АН СССР, 1956. – С.11-112.
- Делоне Б.Н. Геометрия Лобачевского и развитие современного естествознания // Природа. – 1956. - № 2. - С.64-71.
- Делоне Б.Н. О правильных разбиениях пространств // Природа. – 1963. - № 2. - С.60-63.
- Делоне Б.Н. Великий русский математик П.Л. Чебышев. К 150-летию со дня рождения // Природа. – 1971. - № 5. - С.45-49.
- Демидов С.С., Паршин А.Н. Комментарии // Гильберт Д. Избранные труды. Том 2. – М.: «Факториал», 1998. – С.580-591.
- Дербишир Дж. Простая одержимость. Бернхард Риман и величайшая нерешенная проблема в математике. – М.: «Астрель», 2010. – 463 с.
- Джерисон Д., Струк Д.В. Норберт Винер // сборник «Из истории кибернетики». Под ред. Я.И. Фета. – Новосибирск: изд-во «Гео», 2006. – С.62-90.
- Джоунс У., Трон В. Непрерывные дроби. Аналитическая теория и приложения. – М.: «Мир», 1985. – 414 с.
- Добровольский В.А. Дмитрий Александрович Граве. – М.: «Наука», 1968. – 112 с.
- Добровольский В.А. Очерки развития аналитической теории дифференциальных уравнений. – Киев: «Высшая школа», 1974. – 456 с.
- Долгачев И.В. Абстрактная алгебраическая геометрия // сборник «Итоги науки и техники». Серия «Алгебра, топология, геометрия». – 1972. - Том 10. - С.47-112.
- Дороговцев А.Я. Математический анализ. Краткий курс в современном изложении. – Киев: изд-во «Факт», 2004. – 560 с.
- Дужин С.В. Инварианты Васильева – Гусарова // сборник «Математика XX века. Взгляд из Петербурга». Под ред. А.М. Вершика. – М.: МЦНМО, 2010. - С.87-116.
- Ершов Ю.Л. На пути от логики к алгебре // Успехи математических наук. – 2010. - Том 65. - № 5 (395). - С.143-156.
- Жизненный и творческий путь В.А. Марченко // сборник «Владимир Александрович Марченко». Под ред. В.П. Котлярова. – Киев: изд-во «Академперіодика», 2012. - С.3-13.
- Жоль К.К. Логика в лицах и символах. – М.: изд-во «Восток-Запад», «АСТ», 2006. – 351 с.
- Зюзьков В.М. Математическая логика и теория алгоритмов. – Томск: изд-во «Эль Контент», 2015. – 236 с.
- Игнатушина И.В. Развитие идей Л. Эйлера по теории Г- и В-функций в XIX в. // сборник «Из истории математики XVIII века». – Оренбург: изд-во ОГПУ, 2004. - С.121-144.
- Изотов Г.Е. Легенды и действительность в биографии Лобачевского // Природа. – 1993. - № 7. - С.4-11.
- Ильин В.П. Линейная алгебра: от Гаусса до суперкомпьютеров будущего // Природа. – 1999. - № 6. - С.11-18.
- История отечественной математики. Том 1. Под ред. И.З. Штокало. – Киев: «Наукова думка», 1966. – 492 с.
- Истории отечественной математики. Том 4. Книга 1. Под ред. И.З. Штокало. – Киев: «Наукова думка», 1970. – 884 с.
- Истории отечественной математики. Том 4. Книга 2. Под ред. И.З. Штокало. – Киев: «Наукова думка», 1970. – 668 с.
- Каган В.Ф. Лобачевский и его геометрия. – М.: ГИТТЛ, 1955. – 304 с.
- Канунов Н.Ф. Федор Эдуардович Молин. – М.: «Наука», 1983. – 111 с.
- Карацуба А.А. Эйлер и теория чисел // сборник «Леонард Эйлер и современная математика». – М.: МИАН, 2008. - С.19-37.
- Катрахов В.В., Ситник С.М. Метод операторов преобразования и краевые задачи для сингулярных эллиптических уравнений // Современная математика. Фундаментальные направления. – 2018. - Том 64. - № 2. - С.211-426.



- Кафедра теоретической и прикладной механики // сборник «МАТМЕХ ЛГУ – СПбГУ от истоков до дней недавних. Дополнительные главы». - СПб.: изд-во СПбГУ, 2015. - С.377-389.
- Керимов М.К. К столетию со дня рождения академика Сергея Львовича Соболева (1908-1989) // Журнал вычислительной математики и математической физики. – 2009. - Том 49. - № 3. - С.403-310.
- Кириллов А.А. Введение в теорию представлений и некоммутативный гармонический анализ // сборник «Итоги науки и техники». Серия «Современные проблемы математики». – 1988. - Том 22. - С.5-162.
- Клейн Ф. Лекции о развитии математики в XIX столетии. Часть 1. - Москва-Ленинград: ОНТИ НКТП СССР, 1937. – 432 с.
- Кожух В.С. О развитии кватернионной алгебры // Наука и образование сегодня. – 2019. - № 9 (44). - С.13-17.
- Колесниченко А.В. Синергетический подход к описанию стационарно-неравновесной турбулентности // Математическое моделирование. – 2004. - Том 16. - № 1. - С.37-66.
- Колмогоров А.Н. П.С. Александров и теория  $\delta$ -операций // Колмогоров А.Н. Избранные труды. Математика и механика. – М.: «Наука», 1985. - С.352-356.
- Колмогоров А.Н., Юшкевич А.П. Послесловие // Кантор Г. Труды по теории множеств. – М.: «Наука», 1985. - С.373-381.
- Конвей Дж., Смит Д. О кватернионах и октавах, об их геометрии, арифметике и симметриях. – М.: МЦНМО, 2009. – 184 с.
- Коренцова М.М. Колин Маклорен. – М.: «Наука», 1998. – 144 с.
- Королева М.П. Обобщенные интегралы в теории рядов по мультипликативным системам и системам типа Хаара // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – М.: МГУ, 1996. – 14 с.
- Кранц С. Изменчивая природа математического доказательства. – М.: «Лаборатория знаний», 2016. – 320 с.
- Крилли Т. Математика: 50 идей, о которых нужно знать. – М.: «Фантом Пресс», 2014. – 208 с.
- Круликовский Н.Н. Пути развития спектральной теории обыкновенных дифференциальных операторов. – Томск: ТГУ, 2008. – 221 с.
- Кто открыл множество Мандельброта? // В мире науки. – 1990. - № 6. - С.92-97.
- Кудрявцев Л.Д., Никольский С.М. Пространства дифференцируемых функций многих переменных и теоремы вложения // сборник «Итоги науки и техники». Серия «Современные проблемы математики». – 1988. - Том 26. - С.5-157.
- Кудрявцев Л.Д. Краткий курс математического анализа. Том 2. Дифференциальное и интегральное исчисления функций многих переменных. – М.: «Физматлит», 2003. – 424 с.
- Кузичев А.С. Диаграммы Венна. История и применения. – М.: «Наука», 1968. – 252 с.
- Кузьмин Р.О. Жизнь и научная деятельность Егора Ивановича Золотарева // Успехи математических наук. – 1947. - Том 2. - № 6. - С.21-51.
- Кутателадзе С.С. Сергей Соболев и Лоран Шварц // Вестник РАН. – 2005. - Том 75. - № 4. - С.354-359.
- Кутателадзе С.С. Наука и люди. – Владикавказ: ЮМИ ВНЦ РАН и РСО-А, 2010. – 360 с.
- Кутателадзе С.С., Макаров В.Л., Романовский И.В. и др. О томе математико-экономических работ Л.В. Канторовича // Канторович Л.В. Избранные труды. Математико-экономические работы. – Новосибирск: «Наука», 2011. - С.3-41.
- Кутателадзе С.С. Премия Кнута – Леониду Левину // Кутателадзе С.С. Наука на перепутье. – Владикавказ: ЮМИ ВНЦ РАН, 2015. - С.124-126.
- Кэмпбелл Р. Маркс, Канторович и Новожилов. Стоимость против реальности // Канторович Л.В. Избранные труды. Математико-экономические работы. – Новосибирск: «Наука», 2011. - С.635-651.

- Левин Л.А. Некоторые теоремы об алгоритмическом подходе к теории вероятностей и теории информации // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – Новосибирск: СО АН СССР, 1971. – 18 с.
- Ливанова А. Три судьбы. Постигание мира. – М.: «Знание», 1969. – 352 с.
- Ливио М. Был ли Бог математиком? – М.: «АСТ», 2016. – 383 с.
- Литвинов Г.Л. Аппроксимационные свойства локально выпуклых пространств и проблема однозначности следа линейного оператора // Теория функций, функциональный анализ и их применение. – 1983. – Вып.39. - С.73-87.
- Логунов А.А. Предисловие // Пайс А. Научная деятельность и жизнь Альберта Эйнштейна. – М.: «Наука», 1989. – С.5-7.
- Локоть Н.В. Георгий Феодосьевич Вороной // сборник «Математический Петербург. История, наука, достопримечательности». – Под ред. Г.И. Синкевич. – СПб.: изд-во «Образовательные проекты», 2018. - С.198.
- Лопатухина И.Е., Кутеева Г.А., Павилайнен Г.В. и др. Очерки по истории механики и физики. - СПб.: изд-во ВВМ, 2016. – 204 с.
- Магнус В., Каррас А., Солитэр Д. Комбинаторная теория групп. – М.: «Наука», 1974. – 456 с.
- Мазуров Б.Т., Падве В.А. Метод наименьших квадратов (статика, динамика, модели с уточняемой структурой) // Вестник СГУГиТ. – 2017. - Том 22. - № 2. - С.22-35.
- Мазья В.Г., Шапошникова Т.О. Жак Адамар – легенда математики. – М.: МЦНМО, 2008. – 528 с.
- Майстров Л.Е. Теория вероятностей. Исторический очерк. – М.: «Наука», 1967. – 320 с.
- Малых А.Е. Из истории биномиальной теоремы // Ярославский педагогический вестник. – 2010. - № 3. - С.25-31.
- Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002. – 656 с.
- Мантуров В.О. Теория узлов. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2005. – 512 с.
- Маркушевич А.И. Очерки по истории теории аналитических функций. - Москва-Ленинград: ГИТТЛ, 1951. – 128 с.
- Маркушевич А.И. Работы Гаусса по математическому анализу // сборник «Карл Фридрих Гаусс». – М.: изд-во АН СССР, 1956. - С.145-216.
- Матвеев О.А., Птицына И.В. Исторический очерк о возникновении и становлении проективной геометрии // сборник «Актуальные проблемы математики, физики и математического образования». – М.: Московский государственный областной университет (МГОУ). – 2018. - С.59-72.
- Математика XIX века. Геометрия, теория аналитических функций. Под ред. А.Н. Колмогорова и А.П. Юшкевича. – М.: «Наука», 1981. – 270 с.
- Математика XIX века. Чебышевское направление в теории функций. Под ред. А.Н. Колмогорова и А.П. Юшкевича. – М.: «Наука», 1987. – 318 с.
- Математический Петербург. История, наука, достопримечательности. Под ред. Г.И. Синкевич. - СПб.: изд-во «Образовательные проекты», 2018. – 336 с.
- Матиясевич Ю.В. 10-я проблема Гильберта: диофантовы уравнения в XX веке // сборник «Математические события XX века». – М.: «Фазис», 2003. – С.249-278.
- Медведев Ф.А. Развитие теории множеств в XIX веке. – М.: «Наука», 1965. – 232 с.
- Медведев Ф.А. О работах Анри Лебега по теории функций (к столетию со дня рождения) // Успехи математических наук. – 1975. - Том 30. - № 4. – С.227-238.
- Медведев Ф.А. Французская школа теории функций и множеств на рубеже XIX-XX вв. – М.: «Наука», 1976. – 232 с.
- Медведев Ф.А. Ранняя история аксиомы выбора. – М.: «Наука», 1982. – 304 с.

- Милнор Дж. О достижениях Майкла Фридмана // сборник докладов «Международный конгресс математиков в Беркли, 1986». Составитель В.М. Тихомиров. – М.: «Мир», 1991. – С.49-53.
- Михаил Шлёмович Бирман (1928-2009) // сборник «МАТМЕХ ЛГУ – СПбГУ от истоков до дней недавних. Дополнительные главы». – СПб.: изд-во СПбГУ, 2015. – С.293-295.
- Михайлова Н.В. Философско-методологические основания постгеделевской математики. – Минск: МГВРК, 2009. – 156 с.
- Мищенко Е.Ф. Несколько слов о научных школах П.С. Александрова и Л.С. Понтрягина и об их лидерах // сборник «Математические события XX века». – М.: «Фазис», 2003. – С.307-334.
- Монастырский М.И. Современная математика в отблеске медалей Филдса. – М.: «Янус-К», 2000. – 200 с.
- Монастырский М.И. Джон фон Нейман // Успехи физических наук. – 2004. – Том 174. – № 12. – С.1371-1380.
- Монин А.А., Яглом А.М. О законах мелкомасштабных движений жидкостей и газов // Успехи математических наук. – 1963. – Том 18. – № 5. – С.93-114.
- Мышкис А.Д. Советские математики: мои воспоминания. – М.: изд-во ЛКИ, 2007. – 304 с.
- Никифоровский В.А. Великие математики Бернулли. – М.: «Наука», 1984. – 180 с.
- Новиков С.П. Алгебраическая топология // сборник «Современные проблемы математики». – 2004. – Вып.4. – С.3-45.
- Новиков С.П. Рохлин // Рохлин В.А. Избранные работы. – М.: МЦНМО, 2010. – С.546-567.
- Носырев М.А. Определение скоростей и концентраций дисперсных частиц при стесненном движении на основе минимума интенсивности диссипации энергии // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2015. – 104 с.
- Одинец В.П. Об истории некоторых математических методов, используемых при принятии управленческих решений. – Сыктывкар: изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2015. – 108 с.
- Ожигова Е.П. Шарль Эрмит. – Ленинград: «Наука», 1982. – 288 с.
- Олейник О.А. Теорема С.В. Ковалевской и современная теория уравнений с частными производными // Соросовский образовательный журнал. – 1997. – № 8. – С.116-121.
- Панов В.Ф. Современная математика и ее творцы. – М.: изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2011. – 646 с.
- Паршин А.Н. Путь. Математика и другие миры. – М.: «Добросвет», 2002. – 238 с.
- Пенроуз Р. Путь к реальности, или Законы, управляющие Вселенной. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. – 911 с.
- Песин И.Н. Развитие понятия интеграла. – М.: «Наука», 1966. – 208 с.
- Пиковер К. Великая математика. От Пифагора до 57-мерных объектов. 250 основных вех в истории математики. – М.: «Бином. Лаборатория знаний», 2015. – 539 с.
- Погребысский И.Б. Готфрид Вильгельм Лейбниц. – М.: «Наука», 2004. – 269 с.
- Полак Л.С. Вариационные принципы механики // сборник «Вариационные принципы механики». – М.: «Физматгиз», 1959. – С.780-879.
- Полак Л.С. Уильям Гамильтон. – М.: «Наука», 1993. – 271 с.
- Потапов А.А., Гуляев Ю.В., Никитов С.А. и др. Новейшие методы обработки изображений. – М.: «Физматлит», 2008. – 496 с.
- Полищук Е.М. Софус Ли. – Ленинград: «Наука», 1983. – 214 с.
- Полищук Е.М. Эмиль Борель. – Ленинград: «Наука», 1980. – 169 с.
- Полотовский Г.М. Очерки истории российской математики. – Нижний Новгород: изд-во Нижегородского университета, 2015. – 320 с.
- Прасолов В.В. История математики. Часть 1. – М.: МЦНМО, 2018. – 296 с.
- Прасолов В.В. История математики. Том 2. М.: МЦНМО, 2019. – 304 с.
- Пресдорф З. Линейные интегральные уравнения // сборник «Итоги науки и техники». Серия «Современные проблемы математики». – 1988. – Том 27. – С.5-130.

- Протасов В. Теорема Хелли и вокруг нее // Квант. – 2009. - № 3. - С.8-14.
- Профессор Р.Л. Стратонович. Воспоминания родных, коллег и друзей. Под ред. Ю.М. Романовского. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2007. – 174 с.
- Прохорович М.А. Курьезы и юмор с физико-математическим уклоном. – Пушкино: ООО «Фотон век», 2015. – 216 с.
- Рассел С., Норвиг П. Искусственный интеллект: современный подход. – М.: «Вильямс», 2006. – 1408 с.
- Рейнов О.И. Аппроксимация операторов в нормированных операторных идеалах // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – СПб.: СПбГУ, 2003. – 30 с.
- Рид К. Гильберт. – М.: «Наука», 1977. – 368 с.
- Ричесон Д.С. Жемчужина Эйлера. Формула Эйлера для многогранников и рождение топологии. – М.: «ДМК Пресс», 2021. – 320 с.
- Родригес Э. Камень, ножницы, теорема. Фон Нейман. Теория игр. – М.: изд-во «Де Агостини», 2015. – 168 с.
- Розендорн Э.Р. Поверхности отрицательной кривизны // сборник «Итоги науки и техники». Серия «Современные проблемы математики». – 1989. - Том 48. - С.98-195.
- Розенфельд Б., Акивис М. Эли Картан. – М.: МЦНМО, 2014. – 325 с.
- Россинский С.Д. Карл Михайлович Петерсон // Успехи математических наук. – 1949. - Том 4. - № 5. - С.3-13.
- Рыбников К.А. История математики. Том 1. – М.: изд-во Московского университета, 1960. – 190 с.
- Рыбников К.А. История математики. Том 2. – М.: МГУ, 1963. – 336 с.
- Рыжий В.С., Николенко И.Г. Очерки по истории математики второй половины XIX века. – Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2019. – 273 с.
- Сакс С. Теория интеграла. – М.: изд-во иностранной литературы, 1949. – 495 с.
- Симонов Н.И. Развитие теории дифференциальных уравнений Леонардом Эйлером // Успехи математических наук. – 1958. - Том 13. - № 5. - С.223-228.
- Сингх С. Великая теорема Ферма. История загадки, которая занимала лучшие умы на протяжении 358 лет. – М.: МЦНМО, 2000. – 288 с.
- Синкевич Г.И. К истории эпсилонтики // Математика в высшем образовании. – 2012. - № 10. - С.149-166.
- Синкевич Г.И. 200-летие Карла Вейерштрасса // Математика в высшем образовании. – 2015. - № 13. - С.143-164.
- Синкевич Г.И. Развитие понятия числа и непрерывности в математическом анализе до конца XIX века // Диссертация на соискание ученой степени доктора физико-математических наук. – М.: ИИЕТ им. С.И. Вавилова, 2018. – 402 с.
- Скопенков А.Б. Объемлемая однородность. – М.: МЦНМО, 2012. – 32 с.
- Смилга В.П. В погоне за красотой. – М.: «Молодая гвардия», 1968. – 286 с.
- Смирнов С.Г. Прогулки по замкнутым поверхностям. – М.: МЦНМО, 2003. – 28 с.
- Сологуб В.С. Развитие теории эллиптических уравнений в XVIII и XIX столетиях. – Киев: «Наукова думка», 1975. – 280 с.
- Сосинский А.Б. Узлы. Хронология одной математической теории. – М.: МЦНМО, 2005. – 112 с.
- Спон У. Дж. Можно ли спасти математику? // Природа. – 1973. - № 2. - С.50-54.
- Степанов О.А. Фильтр Калмана. История и современность // Гироскопия и навигация. – 2010. - № 2 (69). - С.107-121.
- Степанянц С.А., Горохова И.В. Производящие функции в вопросах включения методов Вороного – Нерлунда // Материалы Международной научной конференции «Современные проблемы естественных и гуманитарных наук, их роль в укреплении научных связей между странами». – Душанбе: филиал МГУ, 2019. - С.67-69.

- Столяр С.Е. Математик, не ставший астрономом // Компьютерные инструменты в образовании. – 2004. - № 1. - С.66-71.
- Стройк Д.Я. Краткий очерк истории математики. – М.: «Наука», 1969. – 328 с.
- Стюарт Й. Истина и красота: всемирная история симметрии. – М.: «Астрель», 2010. – 464 с.
- Стюарт И. Величайшие математические задачи. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2015. – 460 с.
- Стюарт И. Значимые фигуры. Жизнь и открытия великих математиков. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2019. – 446 с.
- Стюарт И. Укрощение бесконечности. История математики от первых чисел до теории хаоса. – М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2019. – 448 с.
- Субботин М.Ф. Астрономические и геодезические работы Гаусса // сборник «Карл Фридрих Гаусс». Под ред. И.М. Виноградова. – М.: изд-во АН СССР, 1956. - С.241-310.
- Сумбатов А.С. Задача о брахистохроне (классификация обобщений и некоторые последние результаты) // Труды МФТИ. – 2017. - Том 9. - № 3. - С.66-75.
- Тарасов Б. Паскаль. – М.: «Молодая гвардия», 2006. – 340 с.
- Тихомирова А.Н. Теория алгоритмов. – М.: МИФИ, 2008. – 176 с.
- Тихомиров В.М. Жизнь и творчество Андрея Николаевича Колмогорова // Успехи математических наук. – 1988. - Том 43. - № 6 (264). - С.3-33.
- Тюлина И.А. Жозеф Луи Лагранж. – М.: «Наука», 1977. – 222 с.
- Тяпкин А., Шибанов А. Пуанкаре. – М.: «Молодая гвардия», 1982. – 415 с.
- Улам С.М. Приключения математика. – Ижевск: НИЦ РХД, 2001. – 272 с.
- Успенский В.А., Вьюгин В.В. Становление алгоритмической теории информации в России // Информационные процессы. – 2010. - Том 10. - № 2. - С.145-158.
- Урусов В.С. Теоретическая кристаллохимия. – М.: изд-во Московского университета, 1987. – 275 с.
- Фалькович Г.Е. И вправду чуден был язык воды // Наука из первых рук. – 2014. - Том 57/58. - № 3/4. – С.34-35.
- Фет Я.И. Конрад Лоренц и кибернетика // сборник «Из истории кибернетики». Под ред. Я.И. Фета. – Новосибирск: изд-во «Гео», 2006. - С.312-327.
- Фиников С.П. О научном направлении кафедры дифференциальной геометрии в МГУ // Успехи математических наук. – 1954. - Том 9. - № 4. - С.3-18.
- Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. – М.: «Прогресс», 1987. – 495 с.
- Фортноу Л. Золотой билет. Р, NP и границы возможного. – М.: «Лаборатория знаний», 2016. – 219 с.
- Фрадлин Б.Н. Юрий Дмитриевич Соколов. – М.: «Наука», 1984. – 105 с.
- Френкель И.Б., Леповски Й., Мерман А. Введение из книги «Алгебры вершинных операторов и монстр // Функциональный анализ и его приложения. – 1991. - Том 25. - № 4. - С.36-52.
- Фриш У. Турбулентность. Наследие А.Н. Колмогорова. – М.: «Фазис», 1998. – 346 с.
- Цварава Г.К. Прокоп Дивиш. - Москва-Ленинград: «Наука», 1965. – 103 с.
- Чандрасекхар С. Эллипсоидальные фигуры равновесия. – М.: «Мир», 1973. – 288 с.
- Чеботарев Н. Основы теории Галуа. Часть 1. - Ленинград-Москва: ОНТИ ГТТИ, 1934. – 221 с.
- Чертанов М. Эйнштейн. – М.: «Молодая гвардия», 2015. – 397 с.
- Четверухин Н.Ф. Проективная геометрия. – М.: «Просвещение», 1969. – 368 с.
- Шейнин О.Б. Якоб Бернулли и начало теории вероятностей // Бернулли Я. О законе больших чисел. – М.: «Наука», 1986. - С.83-115.
- Шень А. Gauss multiplication trick? // Математическое просвещение. – 2019. - Вып.24. - С.19-33.
- Широков Д.С. Некоторые вопросы теории алгебр Клиффорда, возникающие в теории поля // Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. – М.: Математический институт имени В.А. Стеклова, 2012. – 151 с.

- Ширяев А.Н. Неземное притяжение // сборник «Колмогоров в воспоминаниях учеников». – М.: МЦНМО, 2006. – С.10-27.
- Штейнгауз Г. Математика – посредник между духом и материей. – М.: «Бином. Лаборатория знаний», 2005. – 351 с.
- Юшкевич А.П. Первый печатный курс дифференциального исчисления // Лопиталь Г.Ф. Анализ бесконечно малых. – Москва-Ленинград: ГТТИ, 1935. – С.10-46.
- Юшкевич А.П., Копелевич Ю.Х. Христиан Гольдбах. – М.: «Наука», 1983. – 224 с.
- Яглом А.М. Турбулентность // Колмогоров А.Н. Избранные труды. Математика и механика. – М.: «Наука», 1985. – С.421-433.
- Яковлев В.И. Предыстория аналитической механики. – Ижевск: НИЦ РХД, 2001. – 328 с.

### Список литературы к главе 7 (открытия в области геологии и геофизики)

- Аглонов С.В. Геодинамика. – СПб.: изд-во Санкт-Петербургского университета, 2001. – 360 с.
- Астрономы России 1917-2017. Под ред. А.М. Черепашука. – Казань: Казанский Федеральный университет, 2017. – 570 с.
- Браун Д., Массет А. Недоступная Земля. – М.: «Мир», 1984. – 262 с.
- Зоненшайн Л.П. Приоритеты в тектонике плит // Природа. – 1991. - № 10. - С.127-128.
- Канаев И.И. Жорж Кювье. – Ленинград: «Наука», 1976. – 212 с.
- Кезина Т.В. Основы палеонтологии и общая стратиграфия. – Благовещенск: изд-во Амурского государственного университета, 2014. – 161 с.
- Кеннет Дж. Морская геология. Том 1. М.: «Мир», 1987. – 397 с.
- Корякин Е.Д. Морская гравиметрия // Природа. – 2008. - № 8. - С.86-88.
- Кузнецов В.В. Введение в физику горячей Земли. - Петропавловск-Камчатский: изд-во Камчатского государственного университета, 2008. – 366 с.
- Кэри У. В поисках закономерностей развития Земли и Вселенной. – М.: «Мир», 1991. – 447 с.
- Майданов А.С. От проблем к открытиям. – М.: Институт философии РАН, 2014. – 443 с.
- Маркин В. Земля «меняет кожу» // Наука и жизнь. – 1975. - № 1. - С.50-56.
- Мурашко Л.И. Историческая геология. – Минск: БГУ, 2011. – 148 с.
- Плакс Д.П. Основы стратиграфии. – Минск: Белорусский национальный технический университет (БНТУ), 2017. – 259 с.
- Прозоровский В.А. Общая стратиграфия. – М.: «Академия», 2010. – 208 с.
- Равикович А.И. Развитие основных теоретических направлений в геологии XIX века. – М.: «Наука», 1969. – 248 с.
- Романовский С.И. Великие геологические открытия. – СПб.: изд-во «ВСЕГЕИ», 2005. – 224 с.
- Сергеев М.Б., Сергеева Т.В. Планета Земля. – М.: изд-во ТО «Земля» Ассоциации «Экост», 2000. – 144 с.
- Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. – М.: изд-во Московского университета, 2002. – 560 с.
- Уеда С. Новый взгляд на Землю. – М.: «Мир», 1980. – 214 с.
- Холмовой Г.В., Ратников В.Ю., Шпуль В.Г. Теоретические основы и методы стратиграфии. – Воронеж: изд-во Воронежского государственного университета, 2008. – 154 с.
- Швец А.И. Физика Земли. – СПб.: Национальный открытый институт, 2015. – 208 с.

## Список литературы к главе 8 (открытия в области техники и технологии)

- Адамский В.Б., Смирнов Ю.Н. Еще раз о создании советской водородной бомбы // Успехи физических наук. – 1997. - Том 167. - № 8.
- Алубаев А. Кумулятивный эффект // сайт «Элементы большой науки», 01.12.2017 г.
- Андрюшин И.А., Илькаев Р.И., Чернышев А.К. Решающий шаг к миру. Водородная бомба с атомным обжатием РДС-37. – Саров: ФГУП «РФЯЦ - ВНИИЭФ», 2010. – 132 с.
- Андрущенко В.А., Ступицкий Е.Л., Моисеева Д.С. и др. Исследования и математическое моделирование явлений, связанных с развитием и воздействием взрывов. – М.: Институт автоматизации и проектирования РАН, 2020. – 192 с.
- Апокин И.А., Майстров Л.Е. История вычислительной техники: от простейших счетных приспособлений до сложных релейных систем. – М.: «Наука», 1990. – 264 с.
- Атаманов А.Н. Динамическая итеративная оценка рисков информационной безопасности в автоматизированных системах // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 22 с.
- Бабенко Л.К., Ищукова Е.А. Криптографическая защита информации: симметричное шифрование. – М.: «Юрайт», 2017. – 220 с.
- Багоцкий С.В. Николас Кристофилос, неизвестный крупный физик // Химия и жизнь. – 2016. - № 12. - С.52-53.
- Бажанов В.А. Очерки социальной истории логики в России. – Ульяновск: изд-во Средневолжского научного центра, 2002. – 124 с.
- Беспалов В.Г. Основы оптоинформатики. Часть 1. Информационные технологии – от электронного к оптическому компьютеру. – СПб.: изд-во СПбГУ ИТМО, 2006. – 52 с.
- Бобров Л.В. В поисках чуда. – М.: «Молодая гвардия», 1968. – 336 с.
- Бондаренко Б.Д. Роль О.А. Лаврентьева в постановке вопроса и иницировании исследований по управляемому термоядерному синтезу в СССР // Успехи физических наук. – 2001. - Том 171. - № 8. - С.886-894.
- Борисов В.П. Владимир Козьмич Зворыкин. – М.: «Наука», 2004. – 147 с.
- Борисова Н.А. Отечественные и зарубежные разработки телевизионных систем в 1920-е годы // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Серия «Гуманитарные и общественные науки». – 2018. - Том 9. - № 2. - С.44-55.
- Борисова Н.А. Отечественный вклад в зарождение и начальный этап развития электросвязи (1820-е – 1930-е гг.) // Диссертация на соискание ученой степени доктора исторических наук. – СПб.: ИИЕТ им. С.И. Вавилова, 2021. – 561 с.
- Бродский И.С., Макушин Л.М. Тележурналистика: история, теория и практика. Документы, тексты. – Екатеринбург: изд-во «Уральский университет», 2000. – 304 с.
- Бронштэн В.А. Гипотезы о звездах и Вселенной. – М.: «Наука», 1974. – 384 с.
- Бронштэн В.А. Кирилл Петрович Станюкович. – М.: «Наука», 2004. – 142 с.
- Брусникин В.В. Эволюция схемно-технологических решений вещательных ламповых радиоприемников в СССР (1924-1975 годы) // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – СПб.: ИИЕТ им. С.И. Вавилова, 2005. – 212 с.
- Булюбаш Б. Антиветер в нанопарусах // сайт журнала «Вокруг света», 23.06.2021 г.
- Буткевич А., Шаевич Я. Звездный мечтатель // Авиация и космонавтика. – 1962. - № 8. - С.30-31.
- Буш Г. Электронная оптика // Успехи физических наук. – 1937. - Том 27. - № 4. - С.470-476.
- Ветров Г.С. Роберт Эсно-Пельтри. – М.: «Наука», 1982. – 192 с.
- Владимиров В.С. Воспоминания (1948-1956 гг.) // сборник материалов конференции по истории разработок первых образцов атомного оружия «Хочешь мира – будь сильным». - Арзамас-16: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1995. - С.88-96.
- Владимиров В.С. Математик божьей милостью // сборник «Николай Александрович Дмитриев. Воспоминания, очерки, статьи». – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2002. - С.41-45.

- Ву Т. Главный рубильник. Расцвет и гибель информационных империй от радио до Интернета. – М.: «Манн, Иванов и Фербер», 2012. – 384 с.
- Гафаров Ф.М., Галимянов А.Ф. Искусственные нейронные сети и их приложения. – Казань: изд-во Казанского университета, 2018. – 121 с.
- Герасимов А.И. Из прожитого и сотворенного (воспоминания ученого-электрофизика и ускорительщика). – Саров: ФГУП «РФЯЦ - ВНИИЭФ», 2013. – 451 с.
- Герштейн С.С. На пути к универсальному слабому взаимодействию // сборник «Я.Б. Зельдович. Воспоминания, письма, документы». – М.: «Физматлит», 2008. - С.178-201.
- Гладких Б.А. Информатика от абака до интернета. Введение в специальность. – Томск: изд-во НТЛ, 2005. – 484 с.
- Глебова А.Н. О приоритете создания магнетронного генератора высокочастотных колебаний // украинский журнал «Наука и науковедение». – 2016. - № 4. - С.78-87.
- Глекин Г.В. Николай Николаевич Андреев. – М.: «Наука», 1980. – 88 с.
- Глесстон С. Атом, атомное ядро, атомная энергия. Развитие современных представлений об атоме и атомной энергии. – М.: изд-во иностранной литературы, 1961. – 648 с.
- Глушко В.П. Работы Ю.В. Кондратюка в области ракетно-космической науки и техники // Избранные работы академика В.П. Глушко. Часть 2. – Химки: ОАО «НПО Энергомаш», 2008.
- Голованов Я. Дорога на космодром. – М.: «Детская литература», 1982. – 551 с.
- Горелик Г. «Лидочка Гинзбург» и другие термоядерные идеи // Наука и жизнь. – 2010. - № 3. – С.32-37.
- Горяев М.О. История физики от Архимеда до Эйнштейна. – СПб.: изд-во «ЛОИРО», 2002. – 120 с.
- Григорьян А.Т., Вяльцев А.Н. Генрих Герц. – М.: «Наука», 1968. – 309 с.
- Грошев А.С., Закляков П.В. Информатика. – М.: «ДМК Пресс», 2015. – 588 с.
- Губарев В.В. Информатика: фрагменты истории. – Новосибирск: изд-во НГТУ, 2007. – 180 с.
- Гуляев Ю.В. От редактора // Известия вузов. ПНД. – 2017. - Том 25. - № 2. - С.3.
- Гуревич И.И. Яков Борисович Зельдович. Одна глава из многих его научных свершений // сборник «Я.Б. Зельдович. Воспоминания, письма, документы». – М.: «Физматлит», 2008.
- Гуревич С.Б., Константинов В.Б. Александр Павлович Константинов // сборник «Академик Б.П. Константинов. Воспоминания, статьи, документы». Редактор – О.И. Сумбаев. – Ленинград: «Наука», 1985. - С.155-158.
- Гуревич С.Б. В атомной проблеме // сборник «Из истории ФТИ им. А.Ф. Иоффе. Выпуск 5. Участие в атомном проекте СССР». – СПб.: ФТИ, 2013.
- Гуревич С.Б. Семь десятилетий в физике. – СПб.: ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 2013. – 192 с.
- Гуриков В.А. Эрнст Аббе. – М.: «Наука», 1985. – 157 с.
- Гутер Р.С., Полунов Ю.Л. От абака до компьютера. – М.: «Знание», 1981. – 208 с.
- Девятков Н.А. Пути развития электроники сверхвысоких частот в Советском Союзе // Известия вузов. Радиофизика. – 1958. - Том 1. - № 3. - С.3-12.
- Домингос П. Верховный алгоритм: как машинное обучение изменит наш мир. – М.: изд-во «Манн, Иванов и Фербер». – 2016. – 336 с.
- Дунаевская Н.В., Урвалов В.А. Леонид Александрович Кубецкий. – Ленинград: «Наука», 1990. – 120 с.
- Душкин Р. Криптографические приключения: таинственные шифры и математические задачи. – М.: «АСТ», 2017. – 352 с.
- Ермолов П.П., Кузьменко А.И. Фессенден, Леви, Шоттки или Армстронг? К 100-летию изобретения гетеродина // сборник «Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций». – 2018. - № 1. – С.243.
- Жданов В.М. Тайны разделения изотопов. – М.: НИЯУ МИФИ, 2011. – 224 с.
- Железняков А. «Поехали!» Мы – первые в космосе. – М.: «Эксмо», «Яуза», 2014.



- Жизан Н. Квантовая случайность. Нелокальность, телепортация и другие квантовые чудеса. – М.: «Альпина нон-фикшн», 2016. – 202 с.
- Жоль К.К. Логика в лицах и символах. – М.: «АСТ», 2006. – 352 с.
- Завенягина Е.А., Львов А.Л. Завенягин. Личность и время. – М.: «МИСИС», 2006. – 872 с.
- Зельдович Я.Б., Харитон Ю.Б. Деление и цепной распад урана // Успехи физических наук. – 1993. - Том 163. - № 4. - С.107-122.
- Измайлов И.В., Пойзнер Б.Н. О науке, событиях в истории изучения света, колебаний, волн, об их исследователях. – Томск: изд-во Томского государственного университета, 2015. – 410 с.
- Илькаев Р.И. К 90-летию со дня рождения Я.Б.Зельдовича // сборник «Я.Б. Зельдович. Воспоминания, письма, документы». – М.: «Физматлит», 2008. - С.94-100.
- История отечественной математики. Том 4. Книга 2. Редактор – И.З. Штокало. Киев: «Наукова думка», 1970. – 668 с.
- Иоффе Б.Л. Без ретуши. Портреты физиков на фоне эпохи. – М.: «Фазис», 2004. – 160 с.
- Казакова И.А. История вычислительной техники. – Пенза: изд-во Пензенского государственного университета, 2011. – 232 с.
- Кан Р. Становление материаловедения. - Нижний Новгород: изд-во Нижегородского университета, 2011. – 619 с.
- Килби Дж. Возможное становится реальным: изобретение интегральных схем (Нобелевская лекция) // Успехи физических наук. – 2002. - Том 172. - № 9. - С.1102-1109.
- Козлов С. От Оби до Оки // сборник «Тайны «гения в обмотках». Юрий Кондратюк». Автор-составитель В.К. Рыбников. – Орел: ПФ «Картуш», 2020. - С.95-115.
- Колесников Ю.В. Вам строить звездолеты. – М.: «Детская литература», 1990. – 207 с.
- Комшина А., Телибаев С., Михлин Б. Сборка RS-триггера на микросхемах, содержащих элементы «ИЛИ-НЕ», «И-НЕ» // Информатика в школе. – 2018. - № 7 (140). - С.17-25.
- Константинова А.П. Вклад В.К. Зворыкина и А.П. Константинова в развитие электронного телевидения // Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ». – 2014. - № 2. – С.91-96.
- Корякин Ю.И. Биография атома. Рассказы об открытии и использовании атомной энергии. – М.: «Госатомиздат», 1961. – 208 с.
- Косолобов С.С. Как начиналась ОЭМ (отражательная электронная микроскопия) // Наука из первых рук. – 2014. - № 6 (60). – С.60-63.
- Кочегаров И.И., Полтавский А.В., Юрков Н.К. Эволюция вычислительных систем. – Пенза: изд-во Пензенского государственного университета, 2015. – 124 с.
- Крутман С.А., Поспехов В.Г. Методы глобальной оптимизации оптических систем // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Приборостроение». – 2012. - № 1. – С.84-99.
- Курихин О. Микрофоны – электрические уста планеты // Техника – молодежи. – 1971. - № 12. - С.16-19.
- Куроуз Дж., Росс К. Компьютерные сети: нисходящий подход. – М.: изд-во «Эксмо», 2016. – 912 с.
- Левин А. Да будет светодиод! // газета «Троицкий вариант», № 165 от 21.10.2014 г.
- Лейтес Л.С. Очерки истории отечественного телевидения. – М.: ТТЦ Останкино, 2015. – 166 с.
- Лемжин М.И. Применение сингулярных интегральных уравнений для анализа поля в ближней зоне электрических вибраторных антенн и решеток // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. - Самара, ПГУТИ, 2009. – 20 с.
- Леонтьев А.И. Вклад отечественных ученых в теорию теплообмена // Теплофизика и аэромеханика. – 1999. - Том 6. - № 2. - С.141-155.
- Лопатин А.С. Метод отжига // сборник «Стохастическая оптимизация в информатике». – СПб.: изд-во СПбГУ, 2005. – Вып.1. – С.133-149.
- Ляпунов Б.В. Люди, ракеты, книги. – М.: «Книга», 1972. – 96 с.

- Марчук Г.И. Избранные труды. Том 5. Методы расчета ядерных реакторов. – М.: Институт вычислительной математики РАН, 2018. – 600 с.
- Мейсон Э., Малинаускас А. Перенос в пористых средах: модель запыленного газа. – М.: «Мир», 1986. – 200 с.
- Микеров А.Г., Вейнмейстер А.В. История науки и техники в области управления и технических систем. – СПб.: изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2016. – 120 с.
- Микеров А.Г. Первые полупроводниковые приборы // Control Engineering Россия. – 2020. - № 5 (89). - С.84-87.
- Нитусов А. Транзисторная история // журнал «PC Week/RE». – 2007. - № 41 (599).
- Новаковский С.В. 90 лет электронному телевидению // Электросвязь. – 1997. - № 6. – С.38
- Новиков М.А. Олег Владимирович Лосев – пионер полупроводниковой электроники (к столетию со дня рождения) // Физика твердого тела. – 2004. - Том 46. - № 1. - С.5-9.
- Одинец В.П. Зарисовки по истории компьютерных наук. – Сыктывкар: Коми пединститут, 2013. – 421 с.
- Одинцов В.А. К.П. Станюкович и имплозивный взрыв. – М.: ЗАО «Группа МФЦ», 2005. – 37 с.
- Охочинский М.Н. Введение в ракетно-космическую технику. – СПб.: Балтийский государственный технический университет, 2006. – 192 с.
- Петров Р.В. Сфинксы XX века. – М.: «Молодая гвардия», 1971. – 256 с.
- Погребыский И.Б. От Лагранжа к Эйнштейну. Классическая механика XIX века. – М.: «Наука», 1966. – 328 с.
- Полунов Ю. Гражданин граф и его машины // Подводная лодка. – 1998. - № 12.
- Поляхова Е.Н. Космический полет с солнечным парусом. – М.: «Либроком», 2011. – 320 с.
- Попов А.И., Ташлыков О.Л. Основы изобретательской деятельности (в области использования атомной энергии). – Екатеринбург: изд-во Уральского университета, 2021. – 204 с.
- Пупко С.Л. Электронный микроскоп // Успехи физических наук. – 1940. - Том 24. - № 4. - С.487-513.
- Рабинович Б.И., Брусиловский А.Д. От баллистической ракеты Р-1 до космического комплекса Энергия-Буран. – М.: Институт космических исследований, 2009. – 480 с.
- Радунская И.Л. Четыре жизни академика Берга. – М.: изд-во «Московские учебники», 2007. – 479 с.
- Развитие физики в СССР. Том 2. – М.: «Наука», 1967. – 364 с.
- Ржонсницкий Б. Никола Тесла. Первая отечественная биография. – М.: «Яуза», «Эксмо», 2009. – 256 с.
- Ритус В.И. В.Л. Гинзбург и Атомный проект // Успехи физических наук. – 2017. - Том 187. - № 4. - С.444-449.
- Родионов В.М. Зарождение радиотехники. – М.: «Наука», 1985. – 240 с.
- Рожанский И.Д., Рожанская М.М., Филонович С.Р. Дмитрий Аполлинариевич Рожанский. – М.: «Наука», 2003. – 159 с.
- Ролдугин В.И. Борис Владимирович Дерягин (1902-1994) // Российский химический журнал. – 2006. - Том 50. - № 5. - С.134-137.
- Роудс Р. Создание атомной бомбы. – М.: «Колибри», «Азбука-Аттикус», 2020. – 1056 с.
- Рыбников В.К. «Мое место на небе!» // сборник «Тайны «гения в обмотках». Юрий Кондратюк». Автор-составитель В.К. Рыбников. – Орел: ПФ «Картуш», 2020. - С.11-17.
- Рыжов К.В. 100 великих изобретений. – М.: «Вече», 2006. – 528 с.
- Рылев Ю.И. 6000 изобретений XX и XXI веков, изменившие мир. – М.: «Эксмо», 2012. – 432 с.
- Рытов С.М. Шестнадцать далеких лет // сборник «Сергей Михайлович Рытов: жизнь, воспоминания, интервью, записки, стихи. – М.: «Ленанд», 2012. – С.127-139.
- Салахутдинов Г.М. Фридрих Артурович Цандер. – М.: «Знание», 1987. – 64 с.

- Сахаров А.Д. Взрывамагнитные генераторы // Успехи физических наук. – 1966. - Том 88. - № 4. - С.725-734.
- Сахаров А.Д. Научные труды. – М.: изд-во «ЦЕНТРКОМ», 1995. – 528 с.
- Сегре Э. Энрико Ферми. – М.: «Мир», 1973.
- Сивак М.А. Робастное обучение нейронных сетей с простой архитектурой для решения задач классификации // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Новосибирск: НГТУ, 2022. – 20 с.
- Сименс В. Как я изобретал мир. - СПб.: «Питер», 2015. – 576 с.
- Сокольский В.Н. Основные направления развития ракетно-космической науки и техники (до середины 40-х годов XX в.) // сборник «Исследования по истории и теории развития авиационной и ракетно-космической науки и техники». Вып.2. – М.: «Наука», 1983.
- Стародумов М. Самые популярные изобретения из прошлых веков, актуальные сегодня, или Кто придумал первого робота. – М.: «Центрполиграф», 2021. – 383 с.
- Тарас А.Е. Путь к «большой ракете. 1931-1944. – Рига: ИБИК, 2022. – 344 с.
- Трутнев Ю. Жизнь для России // сборник «Игорь Васильевич Курчатов в воспоминаниях и документах». – М.: «ИЗДАТ», 2004. - С.327-332.
- Трутнев Ю.А. Термоядерное оружие России: некоторые этапы большого пути // материалы Международной научной конференции «Ядерный век: наука и общество». – М.: «ИЗДАТ», 2004. - С.271-289.
- Урвалов В.А. Очерки истории телевидения. – М.: «Наука», 1990. – 216 с.
- Урвалов В.А. Твой сын, Петербург. - СПб., НТОРЭС им. А.С. Попова, 1997. – 112 с.
- Фет Я.И. Первые советские ЭВМ // сборник «Хрестоматия по истории информатики». Редактор - Б.Г. Михайленко. – Новосибирск: изд-во «Гео», 2014. - С.202-205.
- Фет Я.И. Сергей Алексеевич Лебедев // сборник «Хрестоматия по истории информатики». Редактор – Б.Г. Михайленко. – Новосибирск: изд-во «Гео», 2014. - С.206-209.
- Фигурнов В.Э. IBM PC для пользователя. Краткий курс. – М.: «ИНФРА-М», 1998. – 480 с.
- Фолта Я., Новы Л. История естествознания в датах. – М.: «Прогресс», 1987. – 494 с.
- Формирование радиоэлектроники. Под ред. В.М. Родионова. – М.: «Наука», 1988. – 380 с.
- Фролов А.В. Еще один метод распараллеливания прогонки с использованием ассоциативности операций // Труды международной конференции «Суперкомпьютерные дни в России». – М.: изд-во МГУ, 2015. - С.151-162.
- Фролова О. Павел Михайлович Голубицкий – один против судьбы // Первая миля. – 2020. - № 2. - С.75-79.
- Хайкин С. Нейронные сети. – М.: «Вильямс», 2006. – 1104 с.
- Халатников И.М. Дау, кентавр и другие. – М.: «Физматлит», 2008. – 192 с.
- Харитон Ю.Б., Сагдеев Р.З. и др. Труды и творческий путь Якова Борисовича Зельдовича // Зельдович Я.Б. Избранные труды. Химическая физика и гидродинамика. – М.: «Наука», 1984. - С.5-47.
- Харитон Ю.Б., Адамский В.Б., Смирнов Ю.Н. О создании советской водородной (термоядерной) бомбы // Харитон Ю.Б. Эпизоды из прошлого. - РФЯЦ – ВНИИЭФ, 1999. - С.132-139.
- Харитон Ю.Б., Адамский В.Б., Смирнов Ю.Н. О создании советской водородной (термоядерной) бомбы // Успехи физических наук. – 1996. – Том 166. - № 2. – С.201-205.
- Хлебников А.А. Информационные технологии. – М.: изд-во «КНОРУС», 2016. – 466 с.
- Чернов И.А. Траектория решения Седова как серии промежуточных асимптотик в течении от сильного взрыва // Известия вузов. Прикладная нелинейная динамика. – 2010. - Том 18. - № 4. - С.33-43.
- Черняк Л. Незаметная пакетная революция // Computerworld Россия. – 2006. - № 28.
- Чичинадзе М.В. Морские гирокомпасы, развитие и перспективы // Гироскопия и навигация. – 2018. - Том 26. - № 3 (102). - С.136-142.
- Шарыгина Л.И. События и даты в истории радиоэлектроники. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2011. – 306 с.

- Шателен М.А. Русские электротехники XIX века. - Москва-Ленинград: Государственное энергетическое издательство, 1955. – 432 с.
- Шматько А.А., Одаренко Е.Н. Электроника сверхвысоких частот. Основы теории и лабораторный практикум. – Харьков: изд-во «Факт», 2003. – 248 с.
- Шматько А.А. Электронные приборы сверхвысоких частот. – Харьков: ХНУ им. В.Н. Каразина, 2006. – 328 с.
- Шостак А.С. Антенны и устройства СВЧ. Часть 2. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2012. – 168 с.
- Щербаков А.В., Родякина Р.В., Новокрещенов В.В., Ластовирия В.Н. Технология обработки материалов. Оборудование электронно-лучевых комплексов. – М.: «Юрайт», 2018. – 208 с.
- Щука А.А. Электроника. - СПб., изд-во «БХВ-Петербург», 2008. – 752 с.
- Юрий Кондратюк // портал «Научная Россия», 05.07.2017 г.
- Якимов А.В. Физика шумов и флуктуаций параметров. – Нижний Новгород: ННГУ, 2013. – 85 с.
- Якимов А.В. Введение в физику шумов. - Нижний Новгород: ННГУ, 2017. – 107 с.
- Ясницкий Л.Н. О приоритете советской науки в области нейроинформатики // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2019. - Том 21. - № 1. - С.6-8.

### Список литературы к заключению

- Белл Э.Т. Творцы математики. – М.: «Просвещение», 1979. – 256 с.
- Бюлер В. Гаусс. Биографическое исследование. – М.: «Наука», 1989. – 208 с.
- Гельвеций К.А. Сочинения в 2-х томах. Том 1. – М.: изд-во «Мысль», 1973. – 647 с.
- Джэкс К. Гибкое сознание. Новый взгляд на психологию развития взрослых и детей. – М.: изд-во «Манн, Иванов и Фербер», 2013. – 400 с.
- Максвелл Дж. 21 неопровержимый закон лидерства. – Минск: «Попурри», 2005. – 320 с.
- Паундстоун У. Как сдвинуть гору Фудзи. Подходы ведущих мировых компаний к поиску талантов. – М.: «Алпина Бизнес Букс», 2004. – 266 с.
- Сабадвари Ф., Робинсон А. История аналитической химии. – М.: «Мир», 1984. – 304 с.
- Старосельская-Никитина О.А. История радиоактивности и возникновения ядерной физики. – М.: изд-во АН СССР, 1963. – 428 с.
- Уилсон Д. Тело и антитело. Рассказ о новой иммунологии. – М.: «Мир», 1974. – 286 с.