

В.В. Митрофанов

**ОТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО БРАКА
ДО НАУЧНОГО ОТКРЫТИЯ**

Санкт-Петербург
1998г.

Митрофанов В.В. "От брака до открытия"

ББК 30у

М 67
УДК 501



Рекомендовано к изданию Ассоциацией ТРИЗ С.-Петербурга, научно-техническим советом АОЗТ Инжиниринг-центр “Изобретающая машина”, методическим советом Международного университета научно-технического творчества и развития.

Митрофанов В.В.

От технологического брака до научного открытия. – Ассоциация ТРИЗ Санкт-Петербурга, 1998. - 395 с.

Предложена оригинальная методология решения научно-технических проблем, позволяющая усовершенствовать как технологию изготовления изделий, так и их конструкцию, искать и устранять брак, рассматриваемый здесь в более широком, чем это принято, смысле. На основе анализа некоторых из рассмотренных принципов показана целесообразность и эффективность их использования в научной работе, венцом которой возможно научное открытие. Предложено применение методологии для объяснения элементов организации и функционирования представителей животного и растительного мира. Приведено множество примеров из литературных источников и практической деятельности автора, которые сопровождают теоретические постулаты.

Рекомендуется студентам, научным, инженерно-техническим работникам, а также всем, кто изучает теорию решения изобретательских задач (ТРИЗ).

© В.В.Митрофанов, 1997.
© В.Б.Богорад, рисунки в тексте перед началом глав.
© АОЗТ "ИМИЦентр", оформление, 1998.

СОДЕРЖАНИЕ

Об авторе	5
Вместо предисловия	7
ВВЕДЕНИЕ	9
Глава 1. Что такое брак.....	11
Глава 2. О технологии изготовления интегральных схем.....	18
Глава 3. Как делаются открытия	24
Глава 4. Несостоявшиеся и состоявшиеся открытия.....	30
Глава 5. Противоположный эксперимент	36
Глава 6. Противоположности и противоречия	51
Глава 7. Эффект Тваймана и асимметрия.....	58
Глава 8. Принципы компенсации и эквивалентности.....	68
Глава 9. Идеальное конечное решение.....	86
Глава 10. Исследование эффекта Рассела	105
Глава 11. Вепольный анализ	112
Глава 12. Объединение альтернативных систем.....	119
Глава 13. Где искать открытия?	125
Глава 14. Использование аналогий	130
Глава 15. Допустить недопустимое.....	138
Глава 16. Момент истины.....	143
Глава 17. О методах научных исследований.....	164
Глава 18. Каждое открытие - шок.....	170
Глава 19. Сверхэффекты.....	173
Глава 20. Предел и уровень понимания научных истин	177
Глава 21. Использование "нот".....	180
Глава 22. Гений на час	185
Глава 23. Невидимое должно стать видимым	194
Глава 24. Ищи, где потерял	208
Глава 25. Противоречие и диссимметрия при решении задач.....	214
Глава 26. Фантазии на тему о перенапряжении водорода	

на катоде	224
Глава 27. От брака к открытиям	249
Глава 28. Ученые не всегда профессионалы	253
Глава 29. Как можно делать открытия	267
Глава 30. Очередная гипотеза о тайне Л. Пастера	277
Глава 31. Жизнь как химия	298
Глава 32. "Живая вода" доктора Тринчера	302
Глава 33. Об исследованиях М. Перельмана	306
Глава 34. О структуре молекул белка	311
Глава 35. О нобелевской лекции Ричарда Фейнмана	321
Глава 36. О поисках единой теории природы	335
Глава 37. О разнообразии живого	339
Глава 38. Почему мы не похожи друг на друга	348
Глава 39. Как решал задачи Роберт Вуд	357
Глава 40. Советы из книги А. Абрагама	360
Глава 41. Таинственная семерка	362
Глава 42. Применения вепольного анализа	365
Глава 43. Импровизации	371
Глава 44. Возникновение жизни	393
Глава 45. Неотглаженные мысли	401
Глава 46. Проба сил	406
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	411
ЛИТЕРАТУРА	415
Аббревиатуры	
.....	395

ОБ АВТОРЕ

Митрофанов Волюслав Владимирович родился в 1928 году. С 1943 года – юнга Северного флота, матрос, а с 1950 года лаборант–механик в Ленинградском Государственном Университете. В период с 1953 года по 1960 работал лаборантом, младшим научным сотрудником в Радиовом институте им. В.Хлопина, а с 1960 года старшим инженером, ведущим инженером, начальником лаборатории и главным инженером СКТБ. Затем заместителем главного конструктора полупроводникового производства Объединения “Светлана”. В процессе работы окончил ЛИТМО.

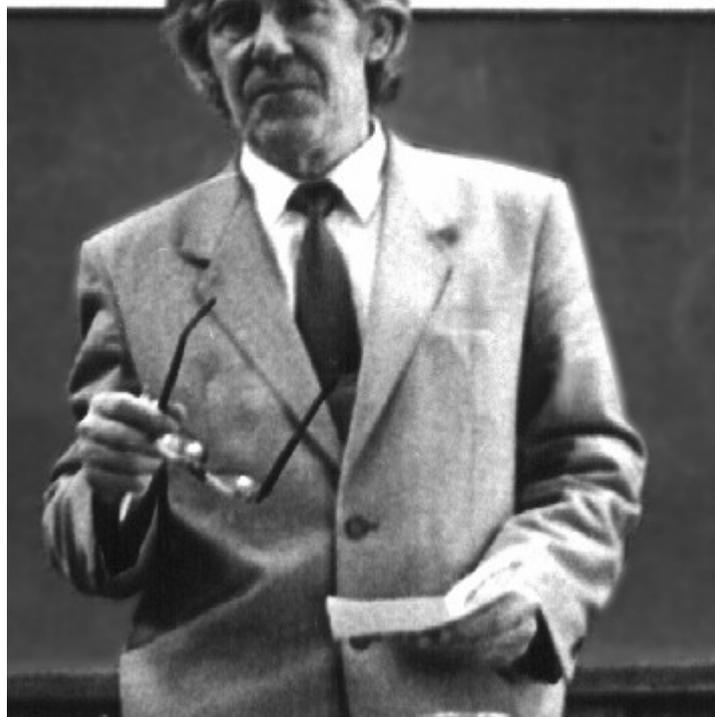
В.В. Митрофанову присвоено звание “Заслуженный технолог РСФСР”.

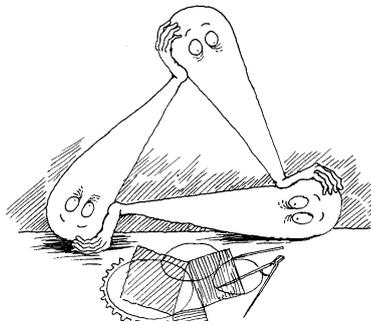
В 1973 году он организовал школу изобретателя, а затем при Выборгском Дворце культуры и техники - Народный Университет научно–технического творчества, ректором которого является и сейчас. В основе университетского курса лежат научные труды Г.С. Альтшуллера – инженера, писателя-фантаста, автора знаменитой Теории решения изобретательских задач (ТРИЗ). В.В. Митрофанов – один из немногих “апостолов”, т.е. прямых учеников и соратников Г.С. Альтшуллера – является основателем и руководителем крупнейшей в стране научной школы “практической ТРИЗ”. Из стен Университета вышли не только изобретатели, разработчики, но и блестящие преподаватели ТРИЗ. Среди них Герасимов В.М., Герасимов О.М., Злотин Б.Л., Крячко В.Б., Кислов А.В., Литвин С.С., Петров В.М. и многие другие.

В.В. Митрофанова отличают энциклопедичность, глубокие и разносторонние интересы, активное научное любопытство, умение взглянуть с неожиданной стороны на серьезнейшие проблемы в различных областях знаний, в том числе - далеких от его основной специальности, предложить оригинальные подходы к решению этих проблем, а в ряде случаев найти сами решения на уровне открытий. Все это нашло отражение в книге, однако, серьезность материала не помешала увлекательности его изложения.

Книга предназначена для слушателей школ и университетов научно-технического творчества, но может быть полезна научным сотрудникам, технологам, аспирантам, студентам Вузов и просто любителям – всем, кто хочет познакомиться с нетрадиционным подходом при поиске причин брака в технологических процессах, а также при решении научных задач.

ИСТВОВАТЬ ДАЛЬНЕЙШЕ
ВА ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ И





ВМЕСТО ПРЕДИСЛОВИЯ

Учителю и основателю ТРИЗ, писателю-фантасту Генриху Сауловичу Альтшуллеру и его неутомимой и прекрасной помощнице - жене, писателю фантасту Валентине Николаевне Журавлевой посвящается эта книга от всех выпускников Санкт-Петербургского Народного Университета научно-технического творчества, начиная с 1976 года.

“Узаконенная научным сообществом незыблемость принятых представлений, постулатов, понятий и методов предопределила безысходность сегодняшнего состояния науки, создала предпосылки не только драмы идей и людей, но и трагедии всего нашего времени.

Наука оказалась бессильной не только в объяснении массы новейших методов, явлений, технологий, но и в понимании простейших и давно известных фактов. Увы, вся история физики изобилует такими трагическими примерами. И это - трагедия не просто отдельных личностей, а всего человеческого сообщества. И в наше критическое время важно, чтобы пути в незнание не были закрыты для творчества тех, кто стремится к познанию реальностей и кому даны эти удивительные свойства человеческого сознания. И совсем не обязательно, чтобы физикой занимались только профессионалы, ибо история свидетельствует о том, что основы физики созданы отнюдь не физиками-профессионалами, а такими, как врач Майер, учитель Эрстед, теолог Ньютон, лаборант Фарадей, пивовар Джоуль и др., а если говорить о профессионалах, то это прежде всего те, чья деятельность не вписывается в общепринятый стиль мышления (Максвелл, Больцман, Гиббс).

После длительного подавления в нашем обществе творчест-

ва и самостоятельности в жизненных решениях время требует вернуться к анализу исходных положений, к осознанию тех законов Природы - ключей к познанию, которыми она нас наделила, и попытаться пойти по надежной и прямой дороге, развивая динамический подход к описанию явлений.

Поэтому весьма ценными для нас будут любые добросовестные попытки восстановления рациональной логики для описания явлений на базе существующих объективных законов, с неумолимой точностью и последовательностью выполняющихся на практике. Необходимо проследить цепь причинно-следственных связей, но отдавая должное и случаю, где это возможно и необходимо. [1]

Лучше не скажешь. Мы старались придерживаться этих мыслей и руководствовались ими как компасом.

ВВЕДЕНИЕ

"Жизнь слишком коротка, чтобы мы могли извлекать пользу из своих ошибок"

Д. Гранин [147]

Это означает, что нам следует извлекать пользу из чужих ошибок

В.М.

Стою у открытой двери вагона метро и вижу проходящую по перрону молодую женщину. Идет прямо, грудь вперед, голова слегка откинута назад - легкая, гордая, свободная. И вдруг появилось желание выскочить из вагона, подойти к ней и сказать: "Сударыня, научите, как мне также красиво и свободно ходить". Но дверь закрылась, сударыня прошла, а я поехал дальше и начал вспоминать. Очевидно, многим хотелось бы научиться отлично, красиво ходить, говорить, бегать, играть в различные игры, например, в теннис, футбол, хотелось бы научиться писать стихи, рассказы, рисовать, исполнять музыку или даже сочинять самому. Возможно, кое-кому хотелось бы научиться решать технические задачи. Когда мне рассказывают отличное, красивое техническое решение, мне всегда хочется задать вопрос: "А как же Вы его получили?" Аналогично, когда читаешь какую-нибудь научную статью, в которой приводятся блестящие результаты, так и хочется спросить: "Ну а как же Вы получили эту идею, результат?" Очевидно, можно согласиться с Р. Фейнманом [2] и И.М. Гельфандом [3], которые утверждают, что для каждой научной задачи должен быть свой подход. Подобное же утверждалось и для решения технических задач. Однако за последние десятилетия, благодаря работам целого ряда инженеров и ученых, это утверждение частично сломлено. Так в работах Г.С. Альтшуллера не только показаны подходы к решению технических задач, но и приведены результаты по решенным задачам [4, 5, 6]. Его последователи создали компьютерную версию методики решения изобретательских задач, при помощи которой к началу 1995 года решены сотни задач. Естественно, существует раз-

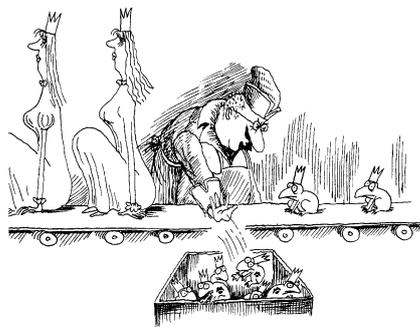
ница в подходах при решении научных и технических задач, хотя бы уже потому, что для научных задач верное решение должно быть одно, а для технических задач, как правило, возможно несколько решений. Научные задачи окружают нас - это загадки Природы, человека, живого и растительного мира, космоса и т.д. Отгадать эти загадки представляет громадный интерес. Можно утверждать, что как многообразен мир, в котором мы живем, так же многообразны и методы решения научных задач. Каждый, кто решал научные задачи, знает, что когда ответ найден и рассматривается пройденный путь к нахождению ответа, то становится наиболее ярко видно, сколько было проделано лишней работы и сколько времени затрачено впустую. И из каждой работы можно почерпнуть некий опыт, который, возможно, пригодится при решении других задач.

За годы работы автору пришлось решать ряд научных задач. Это задачи, связанные с эффектом Тваймана, эффектом Рассела, образованием локальных выпрямляющих контактов при пробое термического окисла кремния, образованием сквозных пор в окисле, неравномерным травлением алюминия и т.д. Все эти исследования вытекали из поиска причин брака, который образовывался в технологическом процессе изготовления интегральных схем. Найдя причину брака и устранив ее, мы не ограничивались этим, а пытались выдвинуть гипотезу и подтвердить ее экспериментально. Как правило, на это требовалось много времени, но ответ мы все же находили. Полученный опыт с использованием элементов *теории решения изобретательских задач* (ТРИЗ) излагается ниже.

Автор - технолог. Именно в различных технологиях переплетаются и идут одновременно физические, химические, биологические процессы. И иногда при отклонениях от заданных режимов, даже самых незначительных, образуются такие узлы, что распутывать их технологам достаточно сложно.

У автора нет сомнений в том, что такого рода публикации могут оказать помощь в работе инженерам-технологам, научным сотрудникам, аспирантам в их прекрасной деятельности.

И последнее, что мне хотелось бы сказать здесь - это выразить глубокую благодарность авторам книг, статей, журналов, список которых я привожу в конце работы. Особенно мне хотелось поблагодарить редакцию журнала «Химия и жизнь». Отрывки из статей этого журнала я часто привожу в тексте. Именно они, независимо от того, правильные или спорные выводы в них приводятся, помогали мне работать и жить. Именно они вдохновляли на исследовательскую работу. И я считаю своим долгом передать другим то малое, что мне удалось найти, связать, систематизировать, обобщить.



ГЛАВА 1. ЧТО ТАКОЕ БРАК

Растрата чего-либо попусту считается грехом.

Акио Морита [7].

Все эти случаи свидетельствуют о том, что Пастер обладал удивительной способностью видеть в необычном - обычное, в случайном - закономерное. Они говорят также о том, что величайшие открытия Пастера первоначально возникали из неудач. Эта особенность достойна специального изучения.

А. Шеелев [8].

Что бы мы ни делали, всегда возможно оценить сами процессы проведения работы и конечный результат нашего труда как с качественной, так и с количественной точек зрения. Сумму всех процессов мы можем назвать технологией изготовления того, что нам необходимо. Технологию мы можем зафиксировать - расписать по многим аспектам.

В технологических картах (ТК) указываются условия проведения технологических процессов - какие должны использоваться инструменты, оборудование, оснастка, измерительные приборы и установки, химические реактивы; какое требуется оснащение рабочих мест, какие нужны контрольные точки в технологии и какие энергоносители (вода, воздух, кислород, аргон и т.д.).

Это же относится и к отдельной операции технологического цикла. Указывается режим проведения операции - температура, давление, расход газов, время проведения каждого перехода и т.д.

Несомненно, должны быть указаны и допуски на заданные режимы. Таким образом, мы знаем, как проводить операцию, и теперь желательнее знать, как проверить качество проведенной операции. Для этого есть маршрутно-контрольные карты, в которых указано в каких точках проверяется полуфабрикат на соответствие параметров. Это могут быть электрические параметры: сопротивление, напряжение, ток, частота; это могут быть геометрические параметры, например, размеры, расположение областей, где следует проводить измерения и т.д. Это могут быть физические параметры, например, время жизни, длина свободного пробега носителей заряда, величина постоянного заряда на границах раздела кремний - окисел кремния, стабильность заряда и т.д. Если после выполнения операции измеренные нами параметры - выборочно или стопроцентно - лежат в области заданных значений, то мы можем утверждать, что на данной операции процент выхода составляет 100%. Если же в процессе проведения операции часть наших заготовок разломалась, разбилась, вышла за пределы норм, установленных в документации, то эти заготовки (полуфабрикаты) представляют собой то, что определяется термином «брак».

Иногда в технологии есть способы исправления брака - введение дополнительных операций, например, термообработки, шлифовки, химической обработки и т.д. Поэтому можно разделить брак на окончательный и исправимый. То, что не соответствует нормам и не может быть исправлено, составляет окончательный брак. Доля этого брака на операциях, в зависимости от характера процессов, может составлять от нескольких до десятков процентов. На величину процента брака влияют разнообразные причины. Это окружающая среда, качество инструмента, различные эффекты и явления. Очевидно, что в процессе разработки изделия многие из них должны быть выявлены и записаны в документации. Но также очевидно, что технология - это набор физических, химических и биологических эффектов, происходящих одновременно. Даже при незначительном отклонении режимов проведения технологической операции от заданных иногда возникают новые неизвестные эффекты и явления, с которыми ранее никто не встречался. Быстрое нахождение причин их появления часто бывает затруднительным. Иногда на их отыскание требуется много времени и сил. Бывает, что брак удается устранить быстро, а вот объяснить причину никто не спешит, так как для этого требуется желание провести научное исследование.

После изготовления полуфабриката, например, кристаллов транзисторов или интегральных схем, остова электронных ламп и т.п. проводится сборка их в корпусах и измерение параметров на

соответствие техническим условиям (ТУ). Как правило, на этих операциях также имеется брак. Годные изделия подвергаются различным воздействиям - повышенной и пониженной температуре, термоциклам, старению и т.д. После чего опять проверяются параметры на соответствие нормам ТУ. Часть продукции подвергается различным испытаниям - механическим, климатическим, по сроку службы (1000 часов в режиме при повышенной температуре), после чего также идет проверка изделий не только на соответствие параметров нормам ТУ, но и на их стабильность.

Теперь практически считается, что ни одно изделие не должно отойти в брак. Тем не менее, иногда это происходит, и это опять задачи, которые требуют быстрого решения. Причинами брака могут быть неполадки в оборудовании, нестабильные (ненадежные) приборы, в которые произошло попадание примесей, возникновение дефектов в процессе изготовления и сборки, пробой диэлектрика, порча контактной системы. Часть причин обычно уже известна, но часто появляются и новые причины, которые требуют быстрого обнаружения. И, наконец, часть приборов может быть возвращена покупателем, например, из-за катастрофического или параметрического отказа изделия в аппаратуре или устройстве. Анализ этих видов брака также представляет громадный интерес, так как причины появления брака заложены в технологию изготовления приборов, на одной из стадий техпроцесса. Упомянем еще об одном. Очевидно, как количество, так и качество выпускаемых изделий зависит от умения персонала работать, его отношения к работе, а также от физиологического и психического состояния работников. Приведем несколько цифр, характеризующих брак. Общий процент выхода транзисторов с учетом всех операций от начала до конца может составить до 70%, а интегральных схем (ИС) до 40-50%. Если же учесть сложность интегральных схем, то выход может быть и меньше.

Я побывал на заводе изготовления бутылок. Процент брака по всему циклу, как утверждают руководители, составляет 2-3 %. Это тысячи бутылок ежедневно. Практически нет ни одного предприятия, где бы не «добывали» брак. А брак - это потери материалов, энергии и труда. Устранение брака - важнейшая задача предприятия. Так, например, в Японии устранению брака уделяется громадное внимание. Разработаны специальные организационно-технические мероприятия, резко уменьшен контроль ОТК, за каждую операцию отвечают сами рабочие. Приведу один пример. Одна из американских фирм разобрала у японского автомобиля трансмиссию и измерила все детали. Параллельно измерили детали со своей машины. «Свои» детали имели отклонения размеров

от номинала в пределах допусков, записанных в документации. Японские же детали вначале никак не могли измерить, думали, что испорчен измерительный инструмент. Оказалось, что их детали изготовлены все «в номинал», без допуска. Эти сведения опубликовал журнал «Америка» [9].

Для поиска причин брака есть два подхода - последовательный и параллельный. Последовательный подход означает прерывание технологического процесса до тех пор, пока не будет найдена и устранена причина брака на операции. Очевидно, что параллельный подход состоит в том, что операции, где возник брак, продолжают выполняться и одновременно отыскивается причина брака.

Приведем пример. ИС изготавливают на пластинах кремния диаметром 76 мм и толщиной 0,4 мм. В кварцевую трубу (\varnothing 100 мм) при $T = 1100$ °С загружают 40-60 пластин кремния. Вначале осуществляется операция диффузии примесей. Теперь представьте, что на следующей операции охлаждения мы видим, что две пластинки треснули и развалились на отдельные кусочки. По «японскому» подходу - операция завершается и начинается поиск причины их поломки. По нашему подходу - операция продолжается и начинается поиск причины поломки. Несомненно, «бой» пластин будет продолжаться до тех пор, пока не будет найдена и устранена причина, например, введением дополнительной обработки периферии пластин, где могут быть мелкие трещины, царапинки. Одна из трудностей определения причин брака состоит в том, что мы имеем дело со скрытыми дефектами, которые почти невидимы или совсем невидимы.

Мы рассмотрели самые общие представления о браке в технологии изделия. Теперь обратимся к живой природе - животному и растительному миру, человеку. Я думаю, что вся биохимия клеток, организмов представляет собой «технологические процессы». Они чрезвычайно сложны. Достаточно прочитать о делении клетки, чтобы убедиться, что мы имеем очень неполные представления об этих процессах. В клетках происходят самые разнообразные процессы - химические, электрохимические, физические, физико-химические, биологические и другие. Это роднит их с обычными, разработанными человеком, технологиями. В работе клеток и организмов имеются сбои, т.е. где-то также образуется брак. Повидимому, мутации тоже можно назвать браком. Болезни - это тоже брак в технологическом цикле. Однако мы еще очень далеки от полных представлений о «технологических процессах» в живом. Учитывая то, что мы обычными технологическими процессами в различных производствах в какой-то степени управляем, выявляем брак и устраняем его, возможно использование некоей общности

процессов для переноса полученных сведений о браке и на “технологии процессов” в живом организме, на открытие новых явлений и эффектов.

Дальше мы рассмотрим много примеров, а пока приведем только один. Известно, что тонкие пластины кремния, как впрочем, и все другие материалы, обработанные различно с двух сторон, изгибаются, причем так, что более грубо обработанная сторона становится выпуклой. Чем тоньше пластинка и чем больше ее диаметр, тем больше изгиб. Как нам удалось показать, изгиб возникает за счет неравновесия сил поверхностного натяжения. Теперь можно поставить вопрос - а не влияет ли это неравновесие на мембраны клеток, митохондрии и ядра?

Очевидно, что условия действия этих сил различны: пластинки кремния размещаются на воздухе, а мембраны - в биоплазме. Однако на мембранах всегда присутствует разность зарядов на поверхностях, и к тому же они очень тонкие. Так, например, С.Э. Шноль пишет [10]: “Асимметричное распределение ионов в системе клетка - среда является эволюционным результатом и способом осуществления возникновения раздражимости и возбудимости клеток”. А проще можно сказать, что мембрана под действием сил поверхностного натяжения, присутствующих с обеих сторон, может колебаться - сжиматься или растягиваться, так как эти силы все время изменяются.

Очевидно, что полученные ответы о явлениях и эффектах, выявленных при исследованиях брака в технологии, и предложенные гипотезы для живых организмов где-то следует публиковать, причем так, чтобы о них узнали биохимики и биофизики. В противном случае это будет «холостой» выстрел.

Можно утверждать, что, доведя до сведения ученых результаты анализа брака и причин, его вызывающих, мы можем помочь им пройти по этим мостикам из одной науки в другую. Занимаясь решением конкретных задач, выхватывая отдельные явления и процессы, мы не видим всю сложность совокупности многих процессов. Именно поэтому следует собирать разбросанные по различным журналам любопытные материалы, обобщать их и показывать общие тенденции развития науки.

Заканчивая главу, приведу две фотографии (см. рис. 1), на которых отчетливо виден брак контактной системы - на одной части схемы замыкание, а на другой «протрав» системы (круги) и отсутствие алюминия там, где ему следует быть.

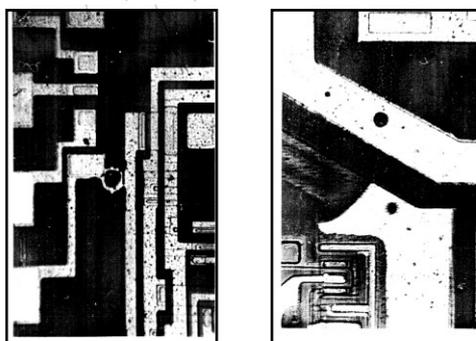


Рис. 1. Брак контактной системы.

Не могу удержаться от еще одной иллюстрации брака - в фармацевтической промышленности. Приводимая ниже таблица 1 дает представление о разнообразии причин брака и масштабах потерь, к которым он ведет.

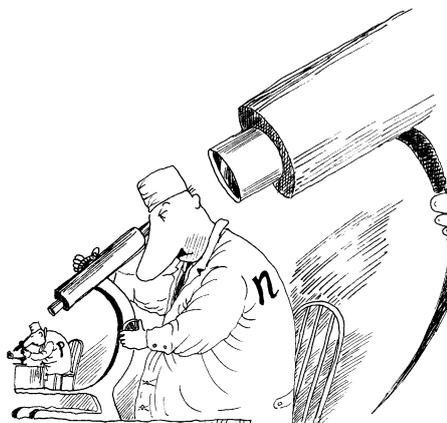
Таблица 1.

Лекарственные средства, предлагаемые для незамедлительного изъятия из аптечной сети и лечебно-профилактических учреждений Северо-Западным центром по контролю качества и сертификации лекарств

Лекарственные средства	Серия	Производитель	Показатель, по которому забракован препарат
1	2	3	4
АПАПУРГИН драже	3390495	"Словакофарма", Словакия	Маркировка (отсутствует маркировка на русском языке)
БРОНХОЛИТИН сироп	007 от 03.96	"Фармахим", Болгария	Описание, плотность, маркировка (на флаконе не указаны партия и дата изготовления)
БРОНХОЛИТИН сироп	011195 021195	"Болгарская роза",	Негерметичность укупорки

	031195	Болгария	флакона
БРОНХОЛИТИН сироп	0205996	"Фармакон-93", Болгария	Маркировка (на упаковке указан невер- ный срок год- ности)
БРОНХОЛИТИН сироп	411295	"Медика ЕАД", Болгария	Описание (хлопьевид- ный осадок)
БРОНХОЛИТИН сироп	550296	"ЕАД Сандан- ски", Болгария	Описание (хлопьевид- ный осадок)
БРОНХОЛИТИН сироп	660296	"Медика", Болгария	Описание (хлопьевид- ный осадок)
БРОНХОЛИТИН сироп	770196 770196 780196 870196 880196 910196	"Медика", Болгария	Негерметич - ность укупорки флакона
ВИКАСОЛА 1% раствор для инъекций	251195	Одесский ПХФО "Биостимулятор"	Маркировка (на ампулах не указаны серия и срок годности)

Из таблицы видно, что "браки" лекарств, если их не изъять из торговли, могут привести к непредсказуемым последствиям.



ГЛАВА 2. О ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИНТЕГРАЛЬНЫХ СХЕМ

Физика полупроводников - это физика загрязнений.

Шоттки

Почему мне чрезвычайно важно представить читателю технологический процесс изготовления кремниевых интегральных схем?

Дело в том, что в процессе разработки планарной технологии ИС в течение очень короткого времени были созданы многочисленные уникальные технологии, о которых мало кто знает. Даже простое упоминание о них позволит читателю заложить их в память и при надобности найти их описание и применить в различных областях науки и техники. Кроме того, в книге есть ссылки на некоторые операции из этой технологии.

Начнем со слитков кремния. Слитки кремния выращиваются методом Чохральского из расплава с различной ориентацией кристаллов, различным удельным сопротивлением и проводимостью p - и n - типа [111, 110, 100].

Буквально за несколько лет диаметр слитков увеличился с 40 мм до 150-300 мм. Разработаны установки для резки слитков на пластины. От полотен и наждака технология шагнула к дискам с внутренней режущей алмазной кромкой. Диски вращаются с большой скоростью, а слиток, ориентированный в заданной плоскости, нарезается на пластинки. Далее идет шлифовка и полировка пластин кремния таким образом, чтобы на поверхности не было рельефа и разрушенного слоя, а также царапин, сколов и т.д. Эта тех-

нология по классу обработки поверхности выше, чем в оптической промышленности при обработке линз или призм.

Следующая операция химическая обработка пластин. Все химреактивы имеют марку ОСЧ (особо чистые), а используемая вода - деионизованная с удельным сопротивлением порядка 15-20 МОм.

Одна из важнейших операций в планарной технологии - это окисление кремния. На поверхности пластины получают защитный окисел с заданными толщиной (от 0,01 мкм до 1 мкм) и значением положительного заряда в окисле, а также его стабильностью во времени. Разработаны уникальные высокотемпературные печи с кварцевыми трубами. Печи многоканальные. Длина труб несколько метров, а их диаметр зависит от диаметра пластин. Точность поддержания температуры $\pm 0,5$ °С в диапазоне от 500 до 1200 °С. Используется архичистый кварц как для труб, так и для оснастки.

Окисление может быть влажным, сухим и комбинированным. Выраженный окисел контролируется по параметрам - толщине, заряду, пористости.

По термически выращенному окислу осуществляют операцию «фотолитография» (ФЛГ). Для этой операции разработано оптическое оборудование, установки совмещения и экспонирования, послойные фотошаблоны с рисунками топологии ИС и фоторезист (ФР), чувствительный к ультрафиолетовому свету. Очевидно, имеется и набор оборудования для изготовления самих фотошаблонов.

Разработаны технологические линии нанесения ФР на поверхность пластин, задубливания и сушки его после экспонирования, проявления, задубливания, травления, промывки, сушки и удаления ФР.

Как правило, число операций ФЛГ в технологии колеблется от 6 до 15, и это обстоятельство предъявляет чрезвычайно высокие требования к фотошаблонам (ФШ). Иногда ФШ поставляются комплектом сразу 15 штук.

Для целого ряда ИС оказалось необходимым проводить их изготовление не на «массивной» пластине кремния, а на тонких эпитаксиальных слоях кремния, имеющих толщину от 0,15 мкм до 5 мкм.

Разработаны полуавтоматические установки, позволяющие в одном процессе выращивать десятки эпитаксиальных пленок на пластинках кремния с заданными свойствами - удельным сопротивлением, типом проводимости, толщиной и чистотой поверхности. Эпитаксиальная пленка - это тонкий слой кремния, имеющий ту же ориентацию, что и подложка, но свойства этого слоя отличаются от подложки. Например, на кремнии с ориентацией [111] и сопро-

тивлением $\rho \cong 10^{-3}$ Ом·см выращивается эпислой с той же самой ориентацией [111], имеющий $\rho = 1$ Ом·см. Выращивание осуществляется при $T = 1250^\circ\text{C}$ в атмосфере архичистого водорода (точка росы: -70°C).

Дальнейшие операции связаны с созданием в приповерхностном слое кремния *p-n* переходов и *n-p-n* транзисторов. Для этой цели раньше использовали различные источники примесей - P_2O_5 , VBr_3 и др. Однако в последнее время широко применяется ионная имплантация бора, фосфора, сурьмы, мышьяка и других элементов. Это достаточно высокопроизводительные установки, работающие на принципе масс-спектрометра. Полученные ионы примеси разгоняются электрическим полем до заданных энергий. С помощью магнитного поля пучок ионов выводится на пластины кремния. Бомбардировка ионами позволяет исключительно точно знать количество вводимой примеси и не загрязнять кремний неконтролируемыми примесями. После введения в кремний контролируемых примесей с помощью ионной бомбардировки только в открытые «окна» в окиси кремния - проводятся две операции - отжиг пластины и «разгонка» примесей. Таким образом получают коллекторный и эмиттерный переходы, причем глубина их залегания строго контролируется. На рис. 2а и 2б представлены внешний вид и схема изготовления ИС. Теперь, после изготовления переходов, сопротивлений, емкостей, проводится вскрытие всех окошек в окисле для создания контактной системы. Отметим, что для стабилизации заряда в окисле, на его поверхность наносится слой стабилизирующего стекла.

Для очистки кремния в окнах используется так называемая плазмохимическая обработка, после чего осуществляется нанесение алюминия на всю поверхность пластин в специально разработанных установках с вакуумом до 10^{-6} мм рт.ст. Толщина алюминия лежит в пределах 1-1,5 мкм.

Далее проводится ФЛГ по алюминию, причем ширина дорожки может составлять от 2 мкм и выше. Выжигание алюминия для получения хорошего омического контакта и защита поверхности пластин тонким слоем окисла являются завершением планарного процесса. Для того, чтобы открыть контактные площадки, проводится последняя ФЛГ.

Далее идет проверка параметров и функционирования ИС. Для этого разработаны уникальные установки, позволяющие в течение нескольких секунд проверить кристалл ИС и либо маркировать его как бракованный, либо указать, что кристалл годный.

Теперь начинается сборка кристаллов ИС в корпус. Пластина кремния, на которой может разместиться в зависимости от размера кристалла и диаметра пластины от 300 - 400 до 10000 ИС, подвергается разделению на кристаллы, как сейчас говорят – «чипов», контролю внешнего вида кристаллов, припайке кристаллов на ножки и приварке выводов к каждой контактной площадке. Для этой цели разработаны автоматы, позволяющие затрачивать на сварку буквально секунды. Обычно используется ультразвуковая или термокомпрессионная сварка. После различных термообработок кристалл на ножке закрывается крышкой (колпачком) и проводится герметизация.

Итак, ИС готова. Я не буду описывать дальнейшие процессы - проверку герметичности, окраску, клеймение, тренировку, измерения и т.д. Все эти операции тоже были подвергнуты усовершенствованиям, а сама планарная технология вызвала к жизни такие уникальные процессы, материалы, установки, что иногда такой бросок вперед вызывает громадное удивление и преклонение перед теми, кто это совершил.

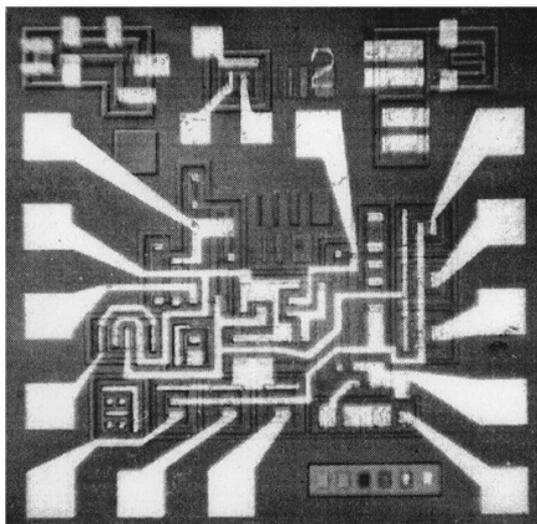


Рис.2а. Вид сверху интегральной схемы.

По периферии размещены контактные площадки. Разводка алюминия подходит к базам и эмиттерам транзисторов.

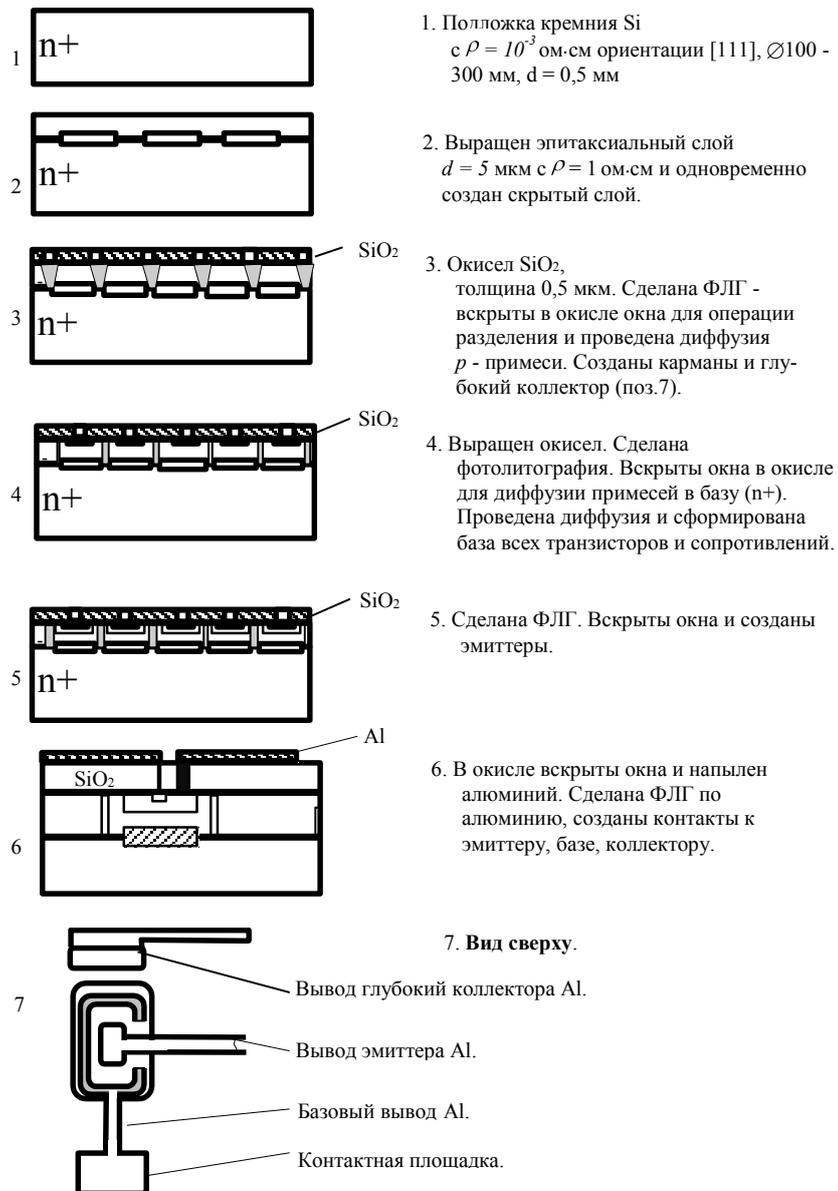


Рис.26. Схема изготовления ИС. Стадии технологического

процесса.



ГЛАВА 3. КАК ДЕЛАЮТСЯ ОТКРЫТИЯ

Вы, американцы, всегда стараетесь выяснить, как можно что-то использовать. Это отличный способ делать открытия!
Йеле [2].

Я сделал открытие. Я сделал открытие для себя. Я его не публикую, не кричу о нем на каждом углу и не могу его реализовать. Это открытие - эффект, которого я раньше не знал. Сделал я его случайно, это открытие не лежит в области моих интересов. Если лечь на спину, закрыть глаза, а затем резко сдвинуть зрачки влево, то на какую-то долю секунды вы увидите яркие дуги (рис.3). Их обычно 2-3. Иногда удается повторить эффект, не открывая глаза. Если эффект свечения не получается, можно открыть глаза, а затем все повторить. Удивительно, но этот эффект проявляется только в левом глазу, в правом его нет, причем наиболее ярко он проявляется в темноте и обязательно лежа. Объяснить его я не могу.



Рис. 3. Яркие синие дуги, видимые при сдвиге зрачков глаз влево.

Я попросил несколько человек проверить, видят ли они аналогичную картину. Утверждают, что нет. Недавно, правда, обнаружилось, что это просто результат болезни левого глаза (отслоение сетчатки). Однако этим примером мне хочется подчеркнуть, что каждый человек, который готов к восприятию нового, может сделать *открытие для себя*, а затем либо его самому опровергнуть, либо довести до уровня научного обсуждения. Важно быть готовым к восприятию.

Много лет тому назад я сделал другое открытие для себя, но прошел мимо, не стал его объяснять. Причин для этого было много, но главная - мы делали очень интересную работу и отвлекаться было нельзя. Однако этот эффект был новым для меня, но не для ученых. Многие его знали, видели и как-то сами себе объясняли, но не исследовали.

Опишу этот эффект. По-видимому, с момента изобретения счетчика Гейгера-Мюллера авторы обнаружили этот эффект, но...

Счетчик представляет собой тонкостенный цилиндр с вырезанным окошком. Внутренняя поверхность цилиндра полируется. Материалом для счетчика является медь. На обоих концах цилиндра размещаются пробки с отверстиями, между которыми натягивается нить из вольфрамовой проволоки. Нижний конец проволоки закрепляется в пробке, а верхний служит для ее натяжения и как электрический контакт. Пробки изготавливаются из хороших диэлектриков, например, плексигласа. На окошко наклеивают тонкую пленку. Счетчик заполняется рабочей смесью - парами метана, спирта и т.п. Перед размещением нити ее тщательно зачищают, например, обычной шкуркой. Итак, счетчик готов к работе, его подключают к питанию и механическому счетчику, который регистрирует число импульсов, полученных в счетчике Гейгера.

И вот здесь начинается самое интересное. Вместо того, чтобы при выходе счетчика в рабочую область он стал считать, фиксировать фон, который составляет 5-10 частиц в минуту, он считает тысячи каких-то частиц, или создает ложные разряды. Когда я спросил, что же делать, мне ответили: "Подожди несколько дней, и он войдет в норму. Пусть «состарится». Действительно, через три дня счетчик стал вести себя нормально.

Можно ли было начать изучение этого эффекта самопроизвольного счета? Очевидно. Но я не был им заинтересован. Я не был готов к восприятию нового для меня. Более того, я очень верил старшим, которые этот эффект как-то не жаловали, а считали, что это досадная помеха в нашей работе.

Прошло много лет, и я снова столкнулся с этим эффектом. Немецкий физик Крамер провел тщательное исследование наблю-

даемого нами эффекта. Он начал измерять зависимость числа импульсов от времени в течение всего срока “старения” счетчика и обнаружил, что кривая выглядит, как показано на рис.4. Крамер выдвинул гипотезу: с внутренней поверхности счетчика происходит эмиссия электронов, которые он назвал экзоэлектронами, а сам процесс эмиссии - экзоэлектронной эмиссией. Несколько статей Крамера вызвали живейший интерес у ученых в нашей стране. Начались конференции, симпозиумы, появилось много работ, гипотез и т.д. Одна из первых книг, посвященная этой проблеме, была написана Кобозевым [11]. Однако, по моему мнению, истинной картины “старения” ни один из авторов не дал. Ниже мы вернемся к этой проблеме.

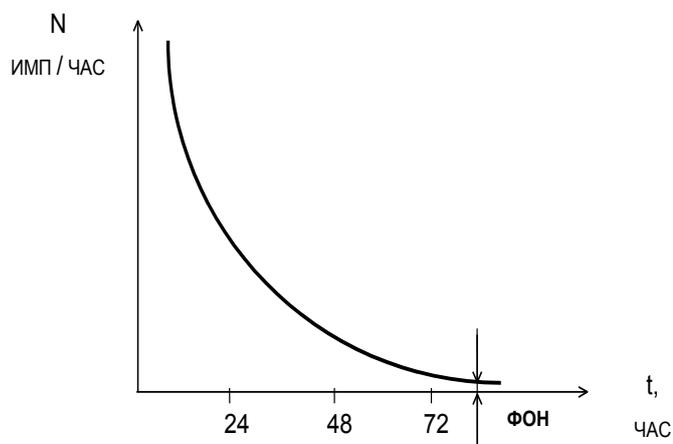


Рис. 4. Зависимость числа импульсов от времени в период старения счетчика.

Обратимся еще к двум открытиям и попытаемся сделать из них выводы рекомендательного характера.

В 1897 году английский физик Рассел проводил изучение радиоактивных веществ. Для этой цели он использовал цинковую кассету с углублениями, куда насыпал порошок, а сверху размещал фотопластинку. Перед каждым экспериментом Рассел зачищал поверхность кассеты. Однажды он, проводя эксперимент, обнаружил, что забыл насыпать радиоактивный порошок. Сняв фотопластинку с кассеты, он тем не менее не выбросил ее в корзину, а решил посмотреть, что будет без порошка. И был чрезвычайно удивлен! На

фотопластинке оказалась область почернения в отсутствие порошка!

Он проверил ряд металлов и показал, что фотопластинка, находясь в контакте со свежеобработанной поверхностью металла, чернеет, то есть в ней образуется скрытое изображение, которое после стандартной обработки (проявление, фиксирование) становится видимым. Все свои результаты Рассел опубликовал [12].

В последующие годы этот эффект открывали еще несколько раз и было выдвинуто порядка 9 гипотез, причем некоторые из них авторы статей подтверждали экспериментально.

Итак, открытие совершилось, но объяснения нет.

Главное, Рассел не прошел мимо открытия, опубликовал описание экспериментов и не выбросил фотопластинку, которую многие из нас выбросили бы без сожаления.

При работе с тонкими пластинками кремния толщиной 100 мкм и диаметром 40 мм нами было обнаружено, что они самопроизвольно ломаются. Конечно, история обнаружения этого эффекта более сложная, но суть, главное в том, что если пластинка обработана различно - одна сторона полированная, а другая шлифованная, то пластинка изогнута шлифованной стороной вверх (рис. 5).

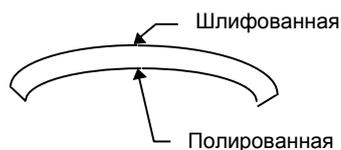


Рис. 5. Эффект Тваймана. (Стрела прогиба зависит от диаметра и толщины пластинки и может составлять сотни ангстрем.)

Нас было трое, и мы посчитали, что сделали открытие. Подняв литературу по обработке стекол, мы узнали, что этот эффект открыл в 20-х годах американский физик Твайман. Однако, он открыл этот эффект на стекле, а мы на монокристаллах германия и кремния. Так как этот эффект нам мешал, то мы быстро решили эту задачу: стали одинаково обрабатывать обе поверхности, и пластинки больше не ломались. Ниже мы рассмотрим этот эффект более подробно, а сейчас приведем еще фотографию (рис. 6), на которой показано отражение симметричных концентрических кругов от кремниевой пластины, представляющей собой кривое зеркало.

Ю. Чушло в статье [13] показывает, что через четыре года планету Земля ждут глобальные и разрушительные потрясения - так считают многие ученые. Оказывается, что за нашим Солнцем на

расстоянии порядка 20 триллионов километров находится нейтронная звезда Немезида. Как она влияет на Солнце и на Землю - вот вопрос, который требует решения.

А вот как пишет Н. Максимов [14] об открытии генной терапии:

“Генная терапия человека родилась 14 сентября 1990 года, когда четырехлетней американской девочке были введены ее собственные белые кровяные тельца, “снабженные” перед этим геном, которого ей не доставало. Это была простая, не содержащая внешне ничего драматического процедура. Но она открыла новую эру. Кровяные тельца были извлечены из крови девочки и снабжены копиями гена, кодирующего необходимый фермент. Ее собственные Т-лимфоциты (белые кровяные тельца, играющие критическую роль в иммунной системе) размножились с недостаточной скоростью, и их содержание было слишком низким. Это делало девочку беззащитной против инфекции. Даже неопасные возбудители, которых нормальный человек и не заметил бы, могли оборвать ее жизнь”.

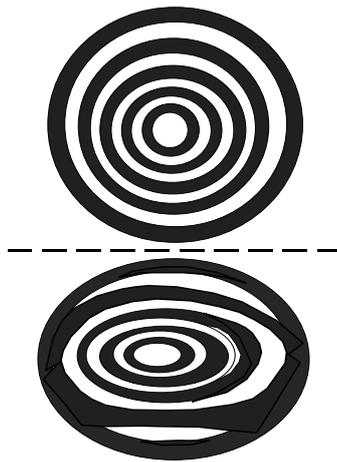
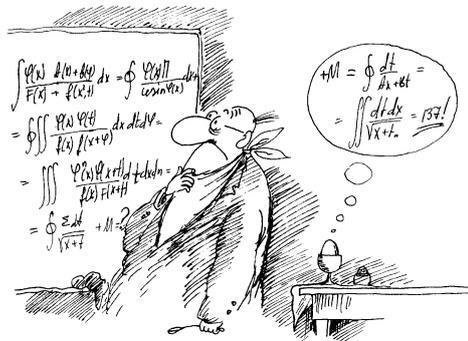


Рис. 6. Отраженное изображение концентрических кругов, нарисованных на картоне и расположенных сверху от полированной поверхности пластинки кремния. (Толщина пластинки 0.04 мм. Обратная сторона шлифована КЗМ 14.)

Понятно, сколько надо сделать открытий в генной терапии для того, чтобы устранить те болезни, которые издревле преследуют человечество и которые появляются вновь.

Даже такой короткий перечень открытий, приведенный мной, позволяет заключить, что открытия могут быть сделаны в любой области науки и техники. Вопрос только в том - можно ли хотя бы чуть-чуть делать их быстрее, выдвигая более правдоподобные гипотезы, чтобы превратить метод проб и ошибок в метод проб и удач.

Вывод: надо не только обнаружить новый эффект или явление, желательно его объяснить. На основе открытия можно сделать изобретение, а также вписать результат открытия в общее представление о природе.



ГЛАВА 4. НЕСОСТОЯВШИЕСЯ И СОСТОЯВШИЕСЯ ОТКРЫТИЯ

Он неоднократно высказывал мысль о том, что единственно посильная обязанность каждого смертного - это внести скромный вклад в науку или какую-либо другую область. Успех зависит от сотрудничества целой группы людей, объединенных стремлением добиться общей цели.

Нильс Бор (об отце) [17].

Очевидно, один из методов нахождения приемов для проведения исследовательских работ - это анализ работ исследователей всех поколений и их опыта. Мы уже писали, что все равно все открытия будут сделаны, но за неоправданно большое время, а неиспользование полученных результатов тормозит развитие науки и приносит ущерб человечеству.

Я обратил внимание на тот факт, что открытия в разных книгах преподносятся по-разному. Так, например, я читал, что вирусы были обнаружены в 1903 году. Затем их действие было зафиксировано в опытах Зильбера в 1922 году, но объяснения причин найдено не было, и открытие не состоялось. А официально они были открыты американскими учеными в 1944 году. Эта информация взята из книги великолепного популяризатора науки Товарницкого [15]. Приведем отрывок из этой книги о несостоявшемся открытии вируса.

“Ученым иногда приходят в голову довольно странные, на первый взгляд, идеи, после чего они начинают экспериментировать, т.е. ставить опыты с целью доказать правильность этих идей. опыты могут подтвердить догадку ученого или ее опровергнуть. В последнем случае прежняя идея заменяется новой и ставятся опыты уже в другой аранжировке. Но во всех случаях

перед исследователем стоит всегда одна и та же конечная цель - вскрыть природу явления и установить истину.

В 1922 году молодой в то время микробиолог, а потом известный советский ученый Лев Александрович Зильбер поставил следующий любопытный опыт. Он заразил морских свинок в брюшную полость возбудителями сыпного тифа, а затем ввел туда же очень маленький коллоидный мешочек со взвесью бактерий так называемого "вульгарного протей" и зашил брюшину. Бактерии вульгарного протей, находящиеся в мешочке, не могли проникнуть в брюшную полость морских свинок и соприкоснуться там с возбудителями сыпного тифа, точно так же, как последние не могли проникнуть в мешочек и соприкоснуться с бактериями вульгарного протей. Через поры коллоидного мешочка могли проникнуть лишь растворимые неорганические и органические вещества. (Итак, автор знал о порах и это параметр, который следовало изменять! – В.М.)

Спустя несколько дней ученый извлек из брюшины морских свинок коллоидный мешочек и исследовал находящиеся в нем бактерии вульгарного протей. Он установил, что с этими бактериями произошли странные изменения: они не аглютинировались, то есть не осаждались как раньше антисывороткой к протей, но аглютинировались антисывороткой к возбудителю сыпного тифа, чего раньше не наблюдалось. Другими словами, бактерии вульгарного протей изменили свою природу и стали как бы сыпнотифозными.

Это вновь приобретенное ими свойство не было случайным или временным, а передавалось по наследству в течение ряда лет, то есть было наследственно закрепленным. Все это казалось тогда весьма непонятным и загадочным."

Ни в коем случае не критикуя автора эксперимента, можно только сожалеть, что не был проведен другой, противоположный эксперимент.

Мы уже отмечали, что Рассел сделал открытие - в фотопластинах при их контакте со свежеработанной поверхностью металла на воздухе в темноте образуется скрытое изображение. Его можно сделать видимым, обработав пластину стандартными методами. Об этом открытии я узнал совершенно случайно. Я занимался разработкой кремниевого бескорпусного транзистора и возникла необходимость посмотреть, достаточно ли полно вскрываются окна в окисле кремния, нет ли на кремнии остатков окисла. Присутствие окисла на кремнии не позволяло получать хорошие электрические контакты между кремнием и алюминием, а это, в свою очередь, не позволяло получать необходимые параметры транзистора. Я как-то

шел по коридору и встретил приятеля Ю. Комаишко. Он поинтересовался моими делами, и я рассказал ему о «контактной эпопее», сетуя, что нет метода «влезть» в окно окисла размером 10x10 мкм. Он посоветовал мне посмотреть книгу [11], в которой автор пишет об эффекте Рассела. «Возьмешь фотопластинку и проверишь, - сказал Юра, - Это просто. Если отпечаток получится - окно чистое, если нет, то на кремнии есть окисел. Я зажегся этой идеей. Взял первые попавшиеся фотопластинки и начал проводить эксперимент. Не буду описывать детали. Затратил я примерно полгода, пока не получил положительный результат и не нашел именно такие фотопластинки, которые за время экспонирования 5 минут давали ответ. На рис.7 показана фотография, полученная с пластинки кремния с окислом, в котором вскрыты окна. Брак был устранен - подобраны режимы вскрытия окон в окисле и режимы вжигания алюминия.

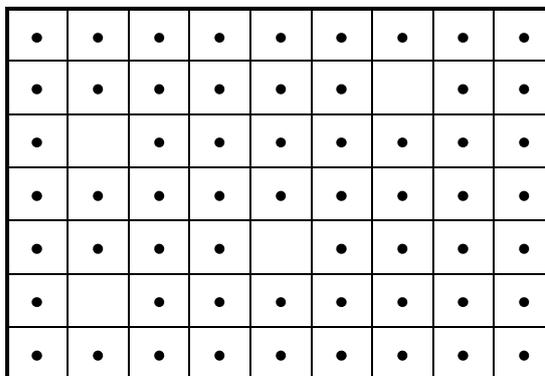


Рис. 7. Пластина кремния с окислом, в котором вскрыты окна. (Там, где в центре кристалла чёрные точки - окисел вскрыт до кремния).

Дальше можно было эту работу не продолжать, но... Стало интересно, а что же вылетает с поверхности металла и кремния на воздухе в процессе атмосферной коррозии?

Подняли имеющийся литературный фонд по этому эффекту и были поражены. Нашли более тридцати публикаций, из которых следовали гипотезы, что это: кислород, водород, «металлическое излучение», свет, рентгеновское излучение, экзозлектронны.

Больше всего оказалось статей автора И.Л. Ройха о том, что с поверхности при окислении происходит эмиссия молекул перекиси

водорода [16]. Веря в печатное слово, а тем более в статьи из академических журналов, я не мог усомниться в их неправдоподобности и поэтому проверил все гипотезы, за исключением «металлического излучения», ибо не знал, как это можно проверить. Например, если фотопластинка над металлом чернеет от молекул перекиси водорода, то, естественно, она должна чернеть и над раствором H_2O_2 . Однако известно, что H_2O_2 отбеливает фотоэмульсию, а не создает в ней скрытое изображение. Если же фотопластинка сенсibiliзируется, как это делал автор [16], то действительно она чернеет. Но это не означает, что происходит эмиссия H_2O_2 .

Проверив все гипотезы и не получив ни одного подтверждения, мы решились сами выдвигать гипотезы и проводить эксперименты.

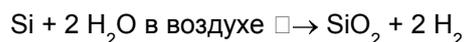
Результат первого эксперимента: фотопластинка, находясь в контакте со свежеработанной поверхностью монокристаллического кремния, фиксирует «нечто», образующее в фотоэмульсии AgBr скрытое изображение. Это «нечто» - частицы или волны? Проведем второй чрезвычайно простой *противоположный эксперимент*, такой, что, получив результат, не хочется в него верить: перевернем пластину кремния шлифованной стороной вниз и снова разместим фотопластинку на ней. И что же? фотопластинка по-прежнему чернеет!

Если бы это было излучение света, то никакого почернения не было бы. На самом деле мы видим, как это «нечто» обтекает пластину Si и в фотоэмульсии создает скрытое изображение. Очевидно, это частицы. Но так хочется проверить это более доказательно!

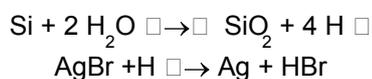
Проведем еще один *противоположный эксперимент*, но изменим два параметра: создадим расстояние между фотопластинкой и поверхностью кремния и нарушим поток «нечто» в зазоре между ними за счет струи воздуха. На рис. 8 приведена схема эксперимента и фотография полученного изображения. На рисунке видно, что струя воздуха «сдувает» частицы и они, в области потока воздуха, не попадают на ФП.

Теперь нет сомнений, что происходит эмиссия частиц.

Если посмотреть отстраненно и ничего не выдумывать, то можно утверждать, что кроме водорода здесь ничего быть не может:



Однако, молекулярный водород скрытого изображения в фотопластинке не создает, значит, надо решиться и утверждать, что происходит эмиссия атомарного водорода:



Открытие для себя состоялось. Был сделан доклад по эффекту Рассела на конференции в Новосибирске, и он был принят на "Ура!". Все поверили, и мы были довольны некоторое время.

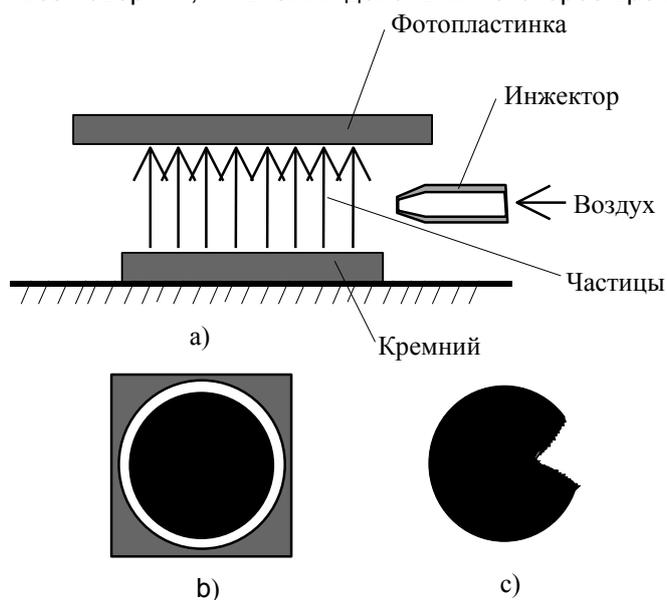


Рис. 8. Действие металла на фотопластинку. Противоположный эксперимент.

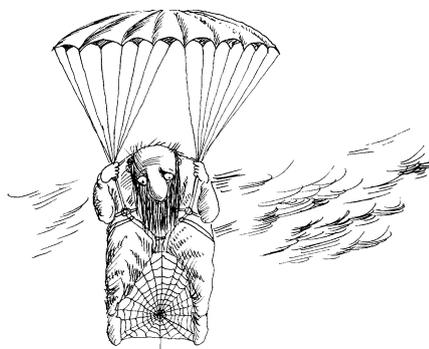
- a) Схема эксперимента.
- b) Изображение, полученное от прямого контакта фотопластинки со шлифованной поверхностью кремния.
- c) Изображение, полученное на фотопластинке, расположенной на расстоянии 5 мм от пластинки кремния. В зазор направлен поток воздуха.

Что же помешало открыть вирусы Зильберу, а Расселу понять природу обнаруженного им явления? Ведь требовавшиеся для этого эксперименты чрезвычайно просты.

*Творец нас в мир однажды бросил
И дал бессмысленную прыть,*

*Нас по судьбе несет без весел,
Но мучит мысль, куда нам плыть.*

Игорь Губерман [146]



ГЛАВА 5. ПРОТИВОПОЛОЖНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Полноту свойств любого физического объекта можно в принципе определить только при постановке по крайней мере двух взаимоисключающих экспериментов, а не одного, как обычно принималось в физике. Сущность этого подхода заключается в том, что гипотезу, объясняющую новое явление или новую закономерность, существующую в природе, следует выдвигать только после того, как проведен второй, взаимоисключающий эксперимент.

Нильс Бор [17]

История этого открытия показывает, что если какой-то закон верен, то при его помощи можно открыть другой закон.

Р. Фейнман [2]

Если Вы технолог или экспериментатор-исследователь, то, получив какой-либо брак на операции технологического процесса или в результате опыта, не укладывающегося в ваши представления, - начинаете выдвигать гипотезы. Выбираете ту, которая Вам нравится больше всех и решаете как устранить брак. Какой же ставить эксперимент?

Очевидно, у каждого есть свой опыт работы, знания, умение, память и т.д. Но все-таки, что же делать? Можно ли найти прямые рекомендации, указания - "Делай так"? Многое можно найти в книгах ученых, описывающих свои открытия, в статьях, в которых авторы довольно детально рассказывают о своих приемах в работе, озарениях, находках, подходах. Может быть, они что-нибудь и подскажут? Но ведь хочется скорее начать действовать, дело не ждет.

Задачи, с которыми мы встречаемся - самые разнообразные. Нет, пожалуй, ни одного технологического процесса, где не присутствовал бы брак. И его желательно было бы устранить. Но сперва необходимо найти причину его образования: является ли он следствием грубого нарушения технологии, или нам неизвестны более тонкие процессы, которые возникают из-за малых отклонений от режимов проведения операций, либо причина - в попадании неконтролируемых примесей и т.д.

Редко кому удается сразу же дать правильный ответ. Обычно к нему идут, выдвигая гипотезы и проверяя их. Конечно, чем больше имеется экспериментальных результатов, тем легче выдвигать гипотезу. Здесь работает закон перехода количества в качество.

Наш подход состоит в том, что, имея гипотезу, следует провести противоположный эксперимент по отношению к первому эксперименту, в котором мы получили отклонения от установленной нормы или от наших представлений о процессе, эффекте, явлении.

Прежде чем рассказать, как его наметить, то есть выбрать, что изменить, обратимся к некоторым высказываниям.

"Наука - это искусство понимания Природы," - говорил Дж. Боас. А вот Г. Хромов [18] пишет: *"Научные занятия - это все же не искусство, а только ремесло, хотя и чрезвычайно изощренное. В высших своих проявлениях они соприкасаются с искусством, но и только. Если бы не было, скажем, Бетховена или Пушкина, никто бы не создал того, что оставили они. Наука же всегда имеет дело с описанием объективной реальности, что придает исследованиям жесткую определенность. Поэтому, если бы не было любого из великих ученых прошлого или современности, их открытия были бы сделаны другими. Пусть позднее, пусть с иной степенью достоверности и убедительности, но были бы сделаны. Собственно говоря, в науке сплошь и рядом так и случается, что различные ученые независимо и одновременно получают один и тот же результат. Отсюда, кстати сказать, нередкие споры о приоритете, ссорящие и изматывающие ученых, но, обычно совершенно бесплодные."*

Двойственность высказываний налицо. В нашем случае можно говорить, что наука - это и искусство и ремесло. А двойственность всего сущего присутствует везде. Уметь ее выявить - одна из задач ученого.

Теперь обратимся к противоположному эксперименту. Мне иногда говорили слушатели Народного университета научно-технического творчества, что они не очень четко понимают, что такое противоположные эксперименты и как их намечать. Поэтому я попытался, как мне представляется, "копнуть" поглубже, чтобы по-

нятие “противоположного эксперимента” стало более четким и привлекательным.

Сам я этим подходом пользуюсь уже много лет. Откуда я взял этот прием, подход? Из анализа большого числа открытий и исследований, взятых из различных областей науки и техники. Многие из них описаны ниже. Это и работы нобелевских лауреатов - физиков, химиков и биологов. Пока же я очень кратко опишу несколько широко известных фактов, в которых использовался противоположный эксперимент.

У Резерфорда была гипотеза о том, что ядра атомов должны отклонять проходящие вблизи них α -частицы. Это подтвердилось - пучок α -частиц на выходе из тонкой слюды расширяется. Это первый эксперимент. Через несколько лет Резерфорд провел противоположный эксперимент - он поставил детектор не за фольгой, а перед ней, считая, что α -частица может попадать в ядро атома и отскакивать от него на 180° . Результат этого противоположного эксперимента подтвердил гипотезу. Это означает, что атомы действительно имеют положительно заряженное ядро. Дальнейшая работа - исследование углового распределения α -частиц. На основе этих двух экспериментов начала развиваться теория строения атома.

Открытие космических лучей. Ионизационные камеры (ИК), инструмент для регистрации α - β - γ -излучений, после изготовления всегда показывали остаточный ток, от которого никакими способами избавиться не удавалось. Была высказана гипотеза о том, что ИК регистрируют какое-то внешнее излучение. Подняли их на высоту нескольких километров и обнаружили увеличение значения остаточного тока. Это был противоположный эксперимент - изменили расстояние от поверхности Земли. Очевидно, можно предсказать, что если опустить ИК в шахту, то остаточный ток снизится. Так и произошло [19].

Камеры Вильсона и Глейзера. В камере Вильсона (нобелевского лауреата) используется водяной пар (туман), в котором пролетающая частица создает трек из водяных капелек. По этим трекам можно определить ряд параметров частиц. В камере Глейзера (тоже нобелевского лауреата) частицы, пролетающие в жидкости, тоже создают треки, но - из газовых пузырьков. Камера Глейзера появилась в результате проведения противоположного эксперимента. Изменение агрегатного состояния вещества позволило создать “пузырьковую камеру” для регистрации частиц с большой энергией.

Эффект Юткина. Рассказывают, что Юткин видел действие молнии, попадающей в воду озера. Это первый эксперимент. Он провел противоположный эксперимент - электрический разряд непосредственно в воде - электрогидравлический удар. Область применения обширна. Произошел перенос разряда из воздуха в воду.

Как-то, сидя в кафе, Лауэ и Вагнер, в то время молодые ученые, поспорили и решили проверить, будут ли рентгеновские лучи каким-то образом взаимодействовать с атомами решетки кристалла, так как их размеры (длина волны рентгеновского излучения, размер атома и межатомное расстояние) близки. Попросили аспиранта Фридриха положить на кристалл, через который проходил поток рентгеновского излучения, фотопластинку. Ничего не получилось, но спорщики заставили Фридриха продолжить опыт, а ему нужна была установка для других целей. Тогда, для того, чтобы хоть что-то получилось, он поставил фотопластинку перпендикулярно пучку - за кристаллом. Получилась *лауэграмма*. Отметим, что у авторов была гипотеза, а Фридрих изменил расположение фотопластинки [20]. На тему открытия интерференции рентгеновских лучей существуют и другие версии.

Известно, что перенапряжения водорода на катоде (η) электрохимической ячейки для разных элементов имеют разные значения. Так, на ртутном электроде $\eta_{\square} = 1,3- 1,6$ В, а на платине - $\eta = 0,36$ В. Очевидно, на значение η_{\square} влияет природа металла. Можно проводить противоположный эксперимент по этим двум металлам и смотреть, что у них так различается, что приводит к таким разным η_{\square} . Наконец, что следовало бы сделать, чтобы у металлов были именно такие значения η_{\square} ? Гипотез много, но они не подтверждаются экспериментально. Решение, полученное с помощью нашего подхода, показано в главе 26.

Доктор Слынько обнаружил, что потовая железа на какое-то время перестает выделять пот и переключается (примерно три минуты) на всасывание веществ из окружающей среды [21]. Очевидно, что по действию это - противоположный эксперимент. Нередки случаи, когда оба эффекта соседствуют одновременно, но действуют по очереди.

Митогенетические лучи Гурвича. Основной эксперимент, выполненный в 1923 году, выглядел так. Кончик корешка лука (индуктор) нацеливали на боковую стенку корешка другой луковицы (детектора), а затем пересчитывали клетки, приступившие к делению в разных участках детектора. Оказалось, что на стенке детектора, обращенной к индуктору, митозов было значительно больше, чем на противоположной стороне. Почему? Противоположный экспери-

мент: если между индуктором и детектором помещали стеклянную пластину, эффект исчезал. При замене стеклянной пластины на кварцевую усиленное деление клеток продолжалось. Вывод: живой организм способен продуцировать некое излучение, которое стимулирует деление клеток. Г.М. Франк установил, что лишь фотоны в диапазоне от 190 до 326 нм вызывали учащение митозов в культуре дрожжей.

Еще о лаборатории А.Г. Гурвича. В середине 30-х годов в лаборатории А.Г. Гурвича открыли нечто поразительное: спустя 15-20 минут после кратковременного облучения, раствор глицина или другой аминокислоты сам становился источником *митогенетического излучения* (МГИ). Это противоположный эксперимент во времени.

1-й эксперимент: облучил, посмотрел;

2-й эксперимент: облучил, посмотрел через 15 - 20 минут.

Очень важный подход - увеличить время после какого-то воздействия, а не делать заключение сразу после эксперимента [22].

10. Чтобы измерить массу тела, можно это тело использовать в качестве маятника, подвесив его и качая с известной амплитудой и частотой. В качестве противоположного эксперимента для измерения массы тела можно осуществить эксперимент со сбрасыванием тела с высоты, зная высоту и ускорение свободного падения. Проведение Галилеем этих опытов показало, что два противоположных эксперимента дают одно и то же значение массы, то есть масса качания и масса бросания равны. Более подробно об измерении массы - в главе 8.

Можно еще привести много широко известных примеров, подобных описанным выше, но и так очевидно - только проведение второго противоположного эксперимента позволяет подтвердить или опровергнуть гипотезу, если она выдвинута, и выдвинуть гипотезу, если ее нет.

Итак, результатом противоположного эксперимента должно быть получение либо значительной разницы между значениями параметра в первом и втором экспериментах, либо их равенство (эквивалентность).

Для проведения противоположного эксперимента следует найти параметр, значение которого требуется изменить так, чтобы получился результат (B_2), отличающийся от первоначального (B_1):

$$B_2 \gg B_1 \text{ или } B_2 \ll B_1.$$

В этом случае данные по двум противоположным экспериментам могут подсказать правильность выдвинутой гипотезы или ее

опровергнуть. Если же $B_2 = B_1$, имеет место *эквивалентность*, суть которой подробно изложена ниже.

При проведении противоположного эксперимента возможно введение дополнительных воздействий, если они позволяют “усилить” разницу между значениями параметров, полученных в первом и втором противоположном эксперименте. При необходимости между взаимодействующими элементами вводится новое вещество, например, струя воздуха, фильтры, поглотители и т.д.

Как видно из приведенных примеров, исследователи для проведения противоположных экспериментов изменяли время наблюдения, структуру объекта, его геометрические размеры, расположение детекторов, расстояния, действия, агрегатное состояние вещества и т.д., в то время как другие параметры сохранялись неизменными. Иногда возможно изменять и два параметра, но это чревато усложнением для понимания изучаемого эффекта. Имея результаты двух противоположных экспериментов, можно провести третий *решающий* эксперимент. Полученный результат может либо подтвердить наш прогноз, и это отлично, либо не подтвердить - тогда надо начинать все сначала, естественно, не выбрасывая данные в корзину. Можно придумать идеальный эксперимент, который тоже представляет собой противоположный эксперимент. В процессе его проведения или при его окончании, вещества и поля, участвующие в нем, должны сами сообщить о причине явления, например, за счет звука, света, запаха.

Рассмотрим несколько примеров из нашей практической деятельности в области технологии полупроводниковых приборов.

Загадка электрического пробоя. На кремнии *n*-типа проводимости с удельным сопротивлением 1 ом·см выращивают окисел кремния толщиной 0,1 мкм. Если на окисел опустить металлический зонд и подать постоянное напряжение вплоть до пробоя окисла, то, наблюдая пробой на экране осциллографа, можно увидеть, что в процессе пробоя в кремнии под окислом образуется *локальный выпрямляющий контакт* (ЛВК) или просто диод, *p-n* переход с вольт-амперной характеристикой, показанной на рис. 9.

Что делать? Как объяснить образование диода? Сформулируем противоречие. При пробое окисла, по нашему убеждению, не может формироваться диод, потому что при пробое образуется короткое замыкание («закоротка») между зондом и кремнием. И в то же время мы формируем диод, то есть цепь “зонд – проводящий канал в окисле - область *p*-типа проводимости - область *n*-типа (исходный материал).”

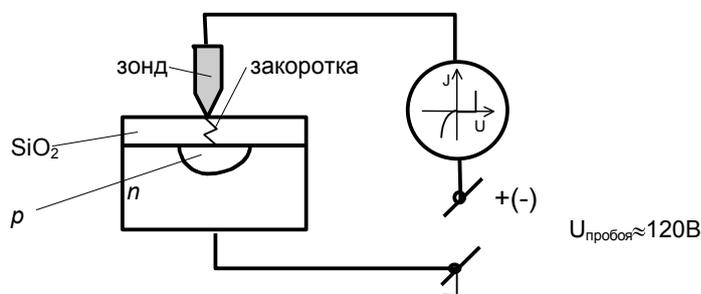


Рис.9. Схема получения локального выпрямляющего контакта на кремний *n*-типа проводимости.

Разрешим эти противоречия, выдвигая гипотезы.

Первая гипотеза: в процессе пробоя образуется *диод Шоттки*.

Вторая гипотеза: это - *сплавной диод*.

Третья гипотеза: образуется *сплавно-диффузионный диод*.

Теперь можно составить таблицу с перечнем всех параметров элементов, участвующих в процессе (см. табл. 2 на следующей странице).

Наметим противоположный эксперимент. Очевидно, можно изменить один из основных параметров - тип проводимости. Направляется гипотеза - противоречие: если на кремнии *n*-типа образовался участок *p*-типа проводимости, то уж на кремнии *p*-типа точно будет «закоротка» двух участков *p*-типа проводимости. Провели эксперимент и получили *вольт-амперную характеристику* (ВАХ), показанную на рис. 10. В первые минуты после получения ВАХ (как, впрочем, и несколько дней спустя) мы не смогли определить, что же это за вид ВАХ.

Несомненно, я видел такие ВАХ неоднократно, но это были ВАХ транзисторов с оборванной базой, а в нашем случае ведь не должно было быть транзистора, мы же были уверены, что должна быть «закоротка»!

Итак, мы убедились, что наша гипотеза не подтвердилась, но мы получили результат, о котором и не мечтали: *на кремнии p-типа проводимости образовался p-n-p-транзистор с оборванной базой*.

На рис. 11 приведены две фотографии участка на кремнии, где был осуществлен «пробой» и образовался ЛВК.

Теперь можно высказать гипотезу более определенно. Это как бы сплавно-диффузионный транзистор. Каков же механизм образования ЛВК?

Таблица 2.

Параметры элементов в экспериментах.

Удельное сопротивление	Толщина окисла	Материал зонда	Толщина пластины	Значение напряжения	Тип проводимости	Результат
1 ом-см	0,1 мкм	Вольфрам	300 мкм	150 В	n-тип	1-й эксперимент ЛВК
1 ом-см	0,1 мкм	Вольфрам	300 мкм	150 В	p-тип	2-й эксперимент ?

При пробое под зондом в окисле происходит микромолния, вызывающая, по-видимому, следующие процессы:

- восстановление SiO_2 до кремния, т.е. в окисле образуется тонкий проводящий слой из кремния;
- расплавление кремния в месте удара микромолнии;
- образование микрокапли жидкого кремния в твердом кремнии как в изложнице, причем эта изложница имеет в монокристалле определенную ориентацию;
- остывание капли и перераспределение, сегрегация примесей, часть которых остается в твердом кремнии, а другая часть, кристаллизуясь, образует область p-типа проводимости.

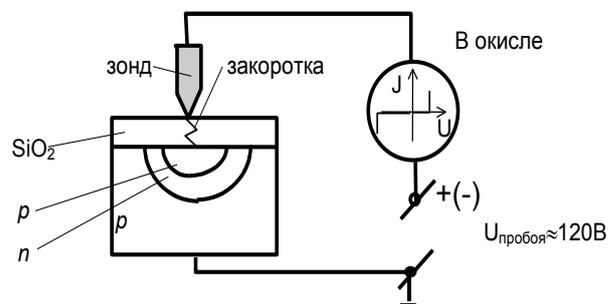


Рис. 10. Схема получения локального выпрямляющего контакта на кремнии p-типа проводимости.

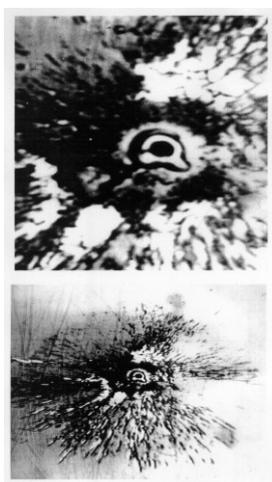


Рис. 11. На фотографии приведено место пробоя в кремнии после удаления окисла (увеличение $1000\times$ и $500\times$).

Разумеется, это только предполагаемая картина. Но вот что поражает – все эти процессы протекают мгновенно. Пробой, – и вы уже видите локально выпрямляющий контакт по виду его вольт-амперной характеристики.

Теперь вернемся к нашему противоречию. Действительно, мы были правы, когда говорили, что при пробое должна быть «закоротка». Но мы считали, что так должно быть для всех толщин окисла. Оказалось же, что при описанных условиях пробоя это неверно для толщин больших и меньших $0,1\text{ мкм}$, что обычно и наблюдалось экспериментаторами. И только при толщине окисла порядка $0,1\text{ мкм}$ имеет место образование ЛВК. Исследование этого процесса, несомненно представляет интерес для физики твердого тела.

Но наша цель была достигнута – мы увидели и *p-n* и *p-n-p* переходы, образующиеся от пробоя окисла. Нам казалось, что диоды, изготовленные таким простым способом, могут найти применение в технике, однако разработчики с нами не согласились, и эту работу мы дальше проводить не стали. В главе 42 мы еще раз обратимся к ЛВК, см. также [23, 24].

Загадки тонкой пластины. Рассмотрим ещё раз эффект Тваймана (см. гл.3). Напомним, что он состоит в том, что тонкие пластинки, имеющие одну поверхность полированную, а другую шлифованную, изгибаются в сторону полированной поверхности. Так, подобная пластинка из кремния диаметром 40 мм при толщине

около 100 мкм может иметь прогиб около 500 мкм. По поводу природы сил, создающих деформацию, известны мнения целого ряда ученых. Сделаем противоположный - *идеальный* эксперимент. В качестве параметра возьмем толщину пластинки. Если пластинку кремния отполировать до толщины 10 мкм, то при снятии пластинки с блока, на котором она закреплена (рис. 12), не только видно, но и слышно, как пластинка начинает трещать, хрипеть, свертываясь в свитки, рулончики. Разве это не подсказывает, какие силы ее скручивают? Впрочем об этом - в главе 7 («Эффект Тваймана»).

Загадки окисла кремния. Известно, что в термически выращенном окисле на кремнии есть сквозные поры. Число их бывает различно и может составлять от 1-2 до 10-20 пор/см². Если есть сквозные поры, то в них могут попадать органические примеси, атомы и ионы металлов и т.п., а это может привести к загрязнению кремния и снижению процента выхода годных приборов. На вопрос: "Что надо сделать, чтобы уменьшить число пор в окисле?" ответ разработчиков был однозначен - чище мойте пластинки перед окислением. Мыли, но поры все равно были, мы ими не управляли. Наконец, я решил провести противоположный эксперимент. Надо было отказаться от того, что отмывка пластин перед окислением является главной причиной образования пор и найти другую, более важную. Надо было выдвинуть гипотезу.

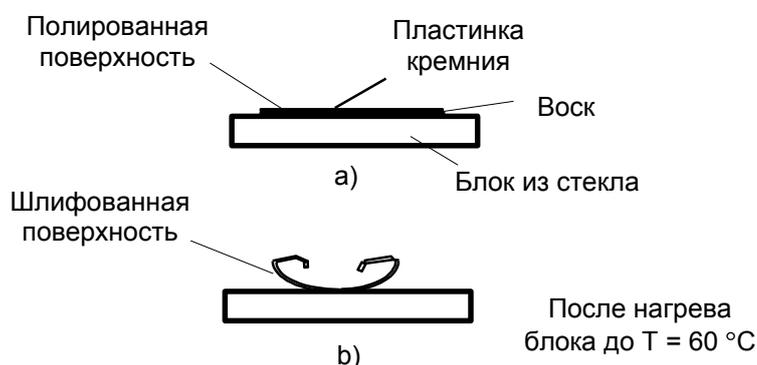


Рис. 12. Эффект Тваймана:

- а) кремниевая пластинка, приклеенная воском к стеклянному блоку, полированная до толщины 10 мкм.
- б) пластинка после растапливания воска

Следует подчеркнуть, что в процессе исследования происходит накопление опыта, фактов, которые могут подсказать гипотезу. У нас появилась идея, а нельзя ли зарастить, “заштопать” поры? Предполагалось, что, если взять пластину кремния с окислом, в котором выявлены сквозные поры, а затем пластинку снова поместить в печь для окисления кремния при температуре $T=1000^{\circ}\text{C}$, то сквозные поры «зарастут» и окисел будет без сквозных пор. Потирая руки от удовольствия, предвкушая получить хороший результат, мы провели эксперимент и были повергнуты в шок: старые поры заросли, но появились новые в других местах окисла. Вывод: поры и их концентрация это - явление, присущее системе кремний - окисел кремния.

Представим себе процесс окисления. Когда мы вводим чистую пластинку Si в канал печи, температура которой 1000°C , окисла на поверхности пластины нет и, естественно, поры отсутствуют. В процессе роста окисла образующиеся поры тут же зарастают, а вот в процессе охлаждения пластинки (время ее извлечения из канала составляет 5 минут) из-за разности в коэффициентах термического расширения кремния и окисла образование пор вполне возможно. Итак, давайте проведем противоположный эксперимент - с охлаждением. Установим время охлаждения пластин 24 часа. Впервые мы увидели, что возможно регулировать как размер, так и концентрацию пор. В противоположном эксперименте мы получили число пор поменьше, а их размеры побольше. Дальше начались исследования пористости окисла и даже удалось получить «беспористый» окисел, когда число сквозных пор было равно нулю (рис. 13), а все поры сосредоточились в дорожках для скрайбирования (разрезания пластины на элементы).

Однако при дальнейших термообработках поры опять «переползают» в окисел.

Обратим внимание на любопытный факт. Когда мы писали статью по образованию пор в окисле и подбирали литературу для ссылок, оказалось, что по этой теме работало 44 автора, но никто из них не предложил противоположный эксперимент. А ведь еще Н. Бор говорил о его необходимости.

Мы рассмотрели подход, когда сделан один эксперимент, а затем по его результатам выбирают второй - противоположный. Но возможен и другой подход. Теперь, когда его идея найдена (а как она появилась, сказать не могу), она кажется, удивительно простой, и то, почему она не появилась раньше, я совсем не понимаю. Идея в следующем.

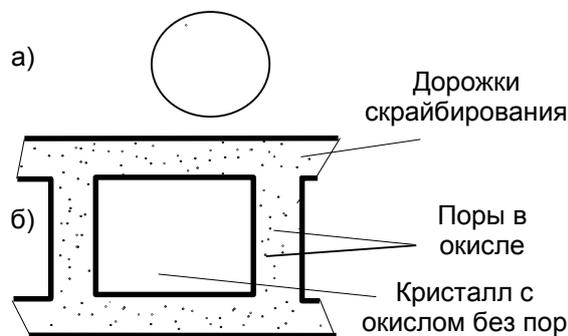


Рис. 13. Образование пор в термически выращенном окисле на поверхности кремния:

- а) рисунок расположения пор в окисле, полученный методом электрографии: окисление Si при $T=1200^{\circ}\text{C}$ в сухом кислороде (Толщина окисла 1,2 мкм. Дефектность $0,2\pm 0,3$ пор/см². Диаметр пластинки 60 мм.);
- б) рисунок кристалла с «беспористым» окислом.

На пластине кремния изготовлено 1000 интегральных схем. Половина из них - годная, а вторая - брак. Так вот: «*годные-брак*» - это получение результатов одновременно проведенных двух противоположных экспериментов. Это было достижение мысли, но что делать дальше я сообразил только через несколько месяцев. Можно сделать следующее. С помощью метода фотолитографии специальным шаблоном рассечь, разорвать некоторые связи по алюминиевой разводке и начать измерять электрические параметры одних и тех же элементов на годных и бракованных схемах. Таким способом можно получить сравнительные количественные характеристики диодов, транзисторов, сопротивлений, емкостей, как на годных, так и на бракованных ИС. Имея такие данные, можно более глубоко понять технологию и найти причины, приводящие к браку.

Загадки алюминия. Рассмотрим один вид брака, с которым мы долго бились. Он то появлялся, то исчезал, то достигал почти 100%. Изучив механизм его появления, мы ликвидировали брак, но как? Мы ввели *дополнительную операцию*, которая гарантировала невозможность его образования. Более того, мы нашли несколько операций, которые позволяли предотвращать этот брак. Но мы не нашли, а лучше сказать, и не искали основную причину брака. Причем, что очень странно, сам процесс подсказывал: «Смотрите, вот на пластине есть годные и негодные, а часто вообще брака нет».

Итак, после того как на пластине изготовлены ИС, их следует защитить окислом кремния. Вся пластина покрывается тонким окислом 0,2 - 0,5 мкм, а затем с помощью операции фотолитографии вскрываются окна фоторезиста в тех местах, где надо вытравить окисел, чтобы был доступ к алюминиевым контактным площадкам. Размер окон в окисле - 100×100 мкм, а толщина алюминия 1,1 мкм.

Для травления используется «травитель» на основе уксусной кислоты и бифторида аммония. После травления пластинки вынимаются из «травителя» и быстро опускаются в проточную воду.

После сушки пластин при их наблюдении под микроскопом видно, что алюминиевые контактные площадки, которые должны быть белого цвета, имеют самую разнообразную окраску - от черного или темно-синего до фиолетового. Довольно быстро удалось доказать, что после травления защитного окисла алюминий - чистый, а после промывки в воде становится разноцветным, т.е. алюминий в воде дополнительно подтравливается и его цвет определяется рельефом, образующимся на алюминии. И вот сразу появилась идея: уксусная кислота с бифторидом довольно густая, на поверхности окна окисла она хорошо сцепляется с алюминием, и в процессе смывания водой в каплях, оставшихся на поверхности пластины, происходит растворение бифторида водой, а он в малой концентрации травит алюминий. Что делать? Ясно, нейтрализовать бифторид щелочью, благо она у нас есть под рукой, и быстро смывать эти зависшие капли. И, наконец, позднее пришла еще одна идея - промывать сначала в чистой уксусной кислоте, а затем в воде. Все эти дополнительные операции дают приличный результат: брак практически исчезает. Но вот в чем вопрос - почему это происходит? Ведь неспроста этот брак то отсутствовал, то появлялся. Найдя идею, гипотезу, сейчас ее можно расписать очень хорошо, но почему не удалось сразу?

Итак, механизм травления нам более или менее ясен. Сформулируем несколько противоречий.

1. «Травитель» не должен взаимодействовать с алюминием, т.к. концентрация ионов фтора такова, что взаимодействия быть не должно, а на самом деле оно есть.
2. Капля «травителя» не должна «зависать», прилипнуть к алюминию, т.к. в этом случае происходит травление алюминия при промывке в воде, а она «зависает». Причем иногда на одной и той же пластине в разных зонах есть и «зависание» и «независание».

Чтобы разрешить противоречие 2, которое более инструментально, выдвинем гипотезу: «зависание», сцепление капли травителя с алюминием зависит от какого-то свойства травителя, а именно - его вязкости.

В этом случае можно даже не составлять табличку, т.к. очевидно, что вязкость зависит от температуры.

Можно, конечно, вспомнить и о подсказке - в декабре месяце на одном участке был стопроцентный брак, а температура была градусов пятнадцать! Поэтому можно сразу провести два противоположных эксперимента. В первом эксперименте взять «травитель» при возможно более низкой температуре, например, при $T=+10^{\circ}\text{C}$. Во втором, при температуре $T=+(25 - 30)^{\circ}\text{C}$. Очевидно, при $T=+10^{\circ}\text{C}$ весь алюминий должен удалиться, а при 25°C он не будет подтравливаться. Все параметры можно представить в таблице (аналогичной той, которая приведена в подразделе «Загадка электрического пробоя»), откуда сразу будет видна сущность противоположного эксперимента.

Итак, встретившись с браком, следует понять сущность процесса, хотя бы в первом приближении, сформулировать противоречия, выдвинуть гипотезу, выписать в таблицу все параметры, а затем, выбрав с вашей точки зрения главный, изменить его, провести противоположный эксперимент.

В дальнейших параграфах мы будем дополнять приемы и подходы к решению задач по определению причин брака и его устранению.

По времени проведения противоположных экспериментов их можно классифицировать следующим образом:

- *последовательные* противоположные эксперименты, когда после получения результата первого эксперимента выдвигают гипотезу и проводят второй эксперимент (можно, представив механизм явления и не выдвигая гипотез, сформулировать противоречие и ставить второй - противоположный эксперимент).
- *параллельные* противоположные эксперименты - с контрольным опытом, который проводится при условиях первого эксперимента. В технологии его называют «параллелью».
- *параллельно-одновременные* противоположные эксперименты, когда получают результаты двух противоположных экспериментов, например, по параметру «годен-негоден» (брак). Изменения параметра следует брать в диапазоне допустимых значений максимума и минимума, хотя извест-

ны случаи, когда делались открытия за счет ухода за все мыслимые, на первый взгляд, нормы.

*От Бога в наших душах раздвоенье
Такой была задумана игра,
И зло в душе божественно не менее
Играющими белыми добра*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 6. ПРОТИВОПОЛОЖНОСТИ И ПРОТИВОРЕЧИЯ

И так всегда: каждое противоречие являлось неприятелем, которого следовало мгновенно атаковать и против которого Бор направлял всю силу своей вдохновенной мысли

О.Р. Фриш [17]

На эффекте Рассела можно поставить точку, но... Сомнения, сомнения, сомнения. Это важный фактор при проведении исследований. Надо искать, где же корень сомнений. Известно, что атомарный водород чрезвычайно активен, и маловероятно, что на воздухе он проходит большие расстояния. Нам же удавалось его зафиксировать на расстоянии до 50 мм от поверхности пластин. Как это объяснить? Для формирования новой задачи можно составить противоречие. Этому вопросу посвящено просто громадное количество статей и книг, но, по моему мнению, почти никто не приводит инструментального подхода, прямой рекомендации, как же составлять противоречия. Поэтому сначала поговорим о *противоположностях*.

Известно, что почти для каждого вещества, свойства, действия можно найти противоположное вещество, свойство или действие. В ТРИЗ обычно формулируют *физическое противоречие*, суть которого в том, что к одному объекту предъявляют противоположные требования. Например, молчаливо подразумевают, что, если есть одно свойство, то должно быть и другое - противоположное.

Приведем пример из работы Г.С. Альтшуллера [6]. Для шлака, находящегося в ковше при $T=1300$ °С, необходимо придумать крышку, которая бы защищала поверхность шлака от образования корки, препятствующей сливу шлака. Составим противоречие.

Крышка должна образовываться после того, как шлак налит в ковш, не пропускать холодный воздух во время перевоза шлака и пропускать шлак при его сливе. Конечно, можно дать и более краткую форму противоречия - крышка не должна пропускать холодный воздух и должна пропускать шлак.

Для нас важно понять и научиться составлять противоречия, так как можно утверждать, что, пользуясь ими, легче найти решение. *Противоречие* - это загадка с подсказками. Более того, никто нам не запрещает составлять целую систему противоречий, например, по веществу, свойству, действию (или в другой терминологии - по существительному, прилагательному или глаголу). Во время составления противоречий и при их разрешении может появиться момент истины.

Вернемся к эффекту Рассела. Противоречие можно представить в следующем виде.

Это *атомарный* водород (H), так как он взаимодействует с AgBr и создает скрытые изображения, и в то же время это *не атомарный* водород, так как он не может совершать большой путь по воздуху. Это как бы общая загадка, которую надо отгадать или разрешить. Можно записать разные формулировки противоречия. Например:

"Это H и не H. Это H с точки зрения взаимодействия с AgBr, и не H с точки зрения его не взаимодействия с молекулами, атомами, ионами воздуха." Или:

"Это молекулярный водород с точки зрения его перемещения по воздуху и немолекулярный водород с точки зрения взаимодействия с зернами AgBr". Или:

"Это молекулярный водород с точки зрения его перемещения по воздуху и атомарный водород с точки зрения взаимодействия с зернами AgBr.", т.е. это - молекулярный и атомарный водород одновременно.

Теперь мы должны придумать такой H₂ и H, чтобы удовлетворить обеим половинкам противоречия. У меня в подсознании была заложена мысль о возбужденных молекулах водорода, которую я почерпнул из работы [25]. Но я ее как-то не принимал. Когда же я сформулировал противоречие, то я невольно сам высказал эту мысль и вспомнил о ней, но уже с ее принятием. Я перерыл много книг по химии и больше нигде не нашел этой идеи, кроме работы [25]. Суть ее в следующем. Атомы H при взаимодействии не могут сразу образовать молекулы, так как при их образовании выделяется избыток энергии, который должен быть передан третьей частице, готовой принять эту энергию. Поэтому эти атомы образуют так называемые возбужденные молекулы, время жизни которых доста-

точно мало. Это же имеет место и при взаимодействии атомов кислорода и образовании молекулы кислорода. То же - и с атомами азота.

Атом Н подходит к другому атому Н, сближается с ним до тех пор, пока не начинают действовать силы отталкивания. Одновременно эти два атома поднимаются вверх. Если считать, что с поверхности идет поток атомов Н, то они попеременно образуют H_2^* , распадаются и, опять соединяясь с соседними Н, образуют другие H_2^* . Если это так, то требуется провести эксперимент, подтверждающий эту гипотезу. Помог прошлый опыт. Работая в лаборатории спектрального анализа, я кое-что слышал о ртути, в частности о том, что она легко возбуждается. На рис. 14,а представлена схема опыта.

В замкнутом объеме есть пары воды, которые окисляют кремний. Образующийся H_2^* взаимодействует с ртутью, передавая ей избыток энергии. Атомы ртути, возбуждаясь, возвращаются в нормальное состояние, испуская кванты света. Испускаемый свет проходит через кварцевую пластину и регистрируется фотопластинкой. На рис. 14,б показана полученная фотография. Подчеркнем, что первый опыт сразу дал положительный результат, однако затем пришлось довольно длительное время подбирать оптимальные условия его проведения.

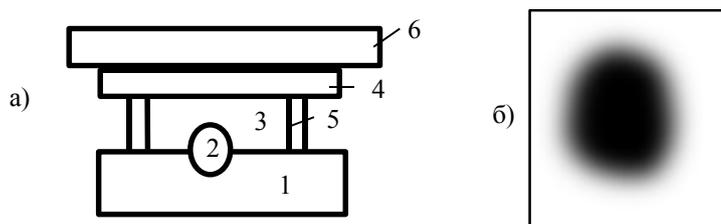


Рис. 14. Опыт, доказывающий выполнение реакции



а) Схема проведения опыта (1 - кремний, 2 - капля ртути, 3 - влажный воздух, 4 - кварцевое стекло, 5 - пластилин; 6 - фотопластинка).

б) Изображение, полученное в результате опыта: фотопластинка засвечена эмитируемыми ртутью квантами света.

Итак, мы привели противоречия в качестве инструмента для решения научных задач. Теперь, когда мы знаем, как они форму-

лируются, сформулируем противоречие для экзоэлектронов, о которых писали выше.

Когда я узнал, что Крамер выдвинул идею о том, что очищенная поверхность эмитирует электроны, я этому не поверил. Не поверил и все! Прошло много лет, я уже обнаружил H_2^* и вернулся к гипотезе Крамера. Вот как я ее сформулировал. Я не верю, что есть экзоэлектроны, так как они не могут эмитироваться с поверхности металла, поскольку для этого им необходимо преодолеть работу выхода из металла и окисла, пройти по воздуху несколько миллиметров, попасть в рабочий объем счетчика и вызвать разряд в нем. И в то же время эти электроны есть - их обнаруживают исследователи.

Разрешить это противоречие можно, если допустить, что возбужденные молекулы водорода могут распадаться, сталкиваясь друг с другом.

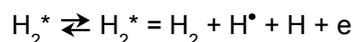
Именно возникающие при этом электроны считают экзоэлектронами. Об этой гипотезе мы написали в статье [26], однако откликов не было.

Я привел три противоречия (для шлака, для водорода и для экзоэлектронов) и теперь посмотрим их особенности.

В первом случае нам следовало бы найти такое вещество, которое обладало бы двумя противоположными свойствами - пропускать шлак и не пропускать тепло. При нахождении ответа нас смущает, что же это за вещество, которое пропускает шлак? Понимая буквально - само остается, а шлак через него проходит. Однако можно сделать попытку догадаться, что, вероятно, это вещество может само уходить вместе со шлаком. Таким веществом может быть сама шлаковая пена. Это тем более приемлемо, так как пена обладает свойством изолировать горячий шлак от холодного воздуха, благодаря своей низкой теплопроводности.

Во втором противоречии нам надо сконструировать структуру водорода, причем такую, чтобы она позволяла водороду быть в атомарном состоянии при взаимодействии с $AgVg$, и в каком-то другом состоянии, чтобы перемещаться по воздуху на большие расстояния. Это H_2^* .

И, наконец, в третьем противоречии нам надо было предложить источник экзоэлектронов, и мы предпочли общепринятой точке зрения - эмиссии экзоэлектронов - их образование из H_2^* :



Из анализа многих противоречий можно сделать вывод, что для каждой задачи составление противоречия - это творческий подход, который должен быть связан и с выдвигаемой гипотезой и с веще-

ствами, их свойствами и взаимодействиями. С термином «противоречие» мы сталкиваемся буквально в каждой статье, читая научно-популярную литературу, да и не только ее. Однако, по-моему, почти никто, упоминая о противоречии, его не формулирует. Приведу несколько примеров.

“В этом явлении содержится внутреннее противоречие очень большой глубины: предполагается навязывание силой того, что по самому принципу, обозначаемому словом «религия», то есть связь человека с богом, не приемлет внешнего насилия.” [27]

В чем же здесь противоречие?

“Традиционные ценности западной цивилизации - человеческая личность и рациональное мышление - приходят в непримиримое противоречие, и то, о чем раньше задумывались только философы и писатели, становится главной темой эпохи.” [28]

Опять-таки авторы, по-моему, использовали не противоположности и получили не *противоречие*, а *разноречие*, о чем писал Н. Гумилев. Противоречие имеет свою противоположность - разноречие. Для нас очень важно, что любое свойство (предмет, действие) должно иметь свою противоположность. Мы к этому еще вернемся, а сейчас приведем пример на противоположность гена.

Читая работу Р. Докинза “Эгоистичный ген” [29], я обратил на нее особое внимание. Поэтому, когда я ознакомился с рецензией на эту работу, я еще больше укрепился в мнении, что именно можно считать противоположностью гену.

Автор рецензии пишет: *“Докинз предложил единицей эволюции считать ген, а не вид, популяцию или особь, как было принято раньше. При этом организму отводится скромная роль инструмента выживания генов.*

Физическое тело животных и растений - это корабль, автомобиль или, если хотите, танк, в котором путешествуют гены. (Каково? Человек - самый главный в Природе, а оказывается - он танк для защиты генов. - В.М.) Биологическая эволюция - это прежде всего эволюция генов. Теория Докинза красиво и последовательно объясняет с позиции гена те явления живой природы, которым классический дарвинизм дает невразумительное толкование”.

Сам подход Докинза, как ученого, не просто смелый и оригинальный, но и интересен принципом, который он использовал. Мы говорим - наши гены, а гены «говорят» - наш организм. Это инверсия, это противоположный подход.

“Эта теория не ограничивается рамками биологии. В основе любого эволюционного процесса, по мнению Докинза, лежит репликатор - это самовоспроизводящаяся единица информации. В

биологии репликатор - это ген. Используя ограниченные ресурсы (Обратите внимание! - В.М.), репликатор создает свои более или менее точные копии. Только так он может победить в борьбе с другими репликаторами. Подтверждая универсальность законов эволюции, Докинз проводит аналогию между эволюцией живой природы и эволюцией человеческой культуры.

Эти два процесса в принципе очень похожи друг на друга. Проведенные аналогии так изящны и поучительны, что, право, на них стоит остановиться подробнее.

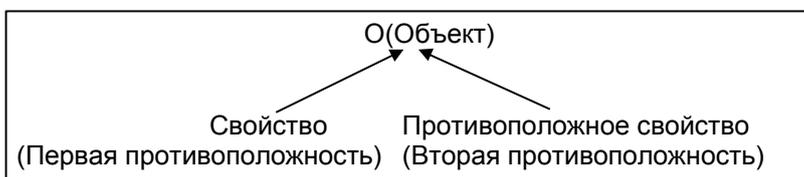
Культура - это то, что выделяет нас, людей, из остальной живой природы. Элементы культуры можно найти даже у самых диких представителей рода человеческого. Культура состоит из языка, искусства, религии, науки и т.д., которые, в свою очередь, состоят из идей, мыслей, образов. Выделим части культуры, которые могут самостоятельно существовать. Эти части Докинз назвал мимами.

Мим - это единица передачи культурного наследия. Примеры мимов - это и теорема Пифагора, и покрой платья, и популярная мелодия, и «Песнь песней», и многое, многое другое. Мимы могут поселиться в наших головах, могут жить на страницах книг, могут сыпаться на нас с экранов телевизоров, могут занимать мегабайты оперативной памяти компьютеров. Мимы - это как бы гены культуры. Обобщая, можно сказать, что мимы и гены - это две разновидности репликаторов.

У вас, наверное, возник вопрос, как можно приводить столь разношерстные примеры мимов? Почему слово - это мим, и сказка, состоящая из слов, тоже мим? На самом деле здесь противоречия нет. Докинз определил мим как единицу культурного наследия, способную самостоятельно существовать. И мим слова, и мим сказки подходят под это определение". Я думаю, те, кто заинтересуются, сами прочтут о мимах.

Теперь вернемся опять к противоречию, которое следует составить при решении научных задач. Его легко составить, если имеется объект и некоторое его свойство. Для любого свойства объекта всегда существует и противоположное свойство, являющееся отрицанием первого. Например, объект может быть подвижным или неподвижным, водород может быть атомарным или неатомарным (молекулярным) и т.д.

Графически наличие противоположных свойств можно изобразить следующей схемой:



Аналогичные схемы можно составлять для веществ и действий. Подобные схемы можно использовать для разрешения противоречий в процессе поиска решений задач.

Далее следует ответить на вопрос: "Почему решающий считает, что именно это вещество, свойство или взаимодействие должно существовать?"

Например: это атомарный водород (Почему?), т.к. он взаимодействует с зернами AgVg и не атомарный водород (Почему?), т.к. он имеет большой пробег на воздухе и не взаимодействует с атомами, молекулами, ионами воздуха.

Чтобы разрешить это противоречие, следует найти такую «молекулу» водорода, которая удовлетворяла бы обоим противоположностям. Она должна иметь такую структуру, которая позволяет либо распадаться, превращаясь в атомарный водород, либо рекомбинировать, выделяя энергию. В дальнейшем я вернусь к рассмотрению противоречия и его разрешению.

*Из под поверхностных течений
Речей, обманчиво несложных,
Текут ручьи иных значений
И смыслов противоположных*

Игорь Губерман [146]



ГЛАВА 7. ЭФФЕКТ ТВАЙМАНА И АСИММЕТРИЯ

*Асимметрия - неравенство.
Неравенство - сжатая пружина.*

Олег Крышталь [35]

<p>1 О жизнь! Стучат в мое окно Твои трепещущие крылья. Куда ни гляну, предо мной Прекрасная асимметрия:</p>	<p>2 На небе - легким виражом, В ночи - мерцанием неясным... Я с детства был заморожен Волнующим непостоянством</p>
--	---

<p>3 Судеб, молекул и светил. Мир создаемый - не создан! (Нам предстоит еще пройти Тревожные метаморфозы.)</p>	<p>4 Свой век из кубиков сложу, Переставляя свет и тени, Идя на ощупь к рубежу Разъятья и соединенья.</p>
--	---

5 О Разум! Поиском числа
Не подменяя поиск смысла,
Исчислишь ты волшебный Лад,
Который много выше чисел.

С.М. Шевченко [117]

Я уже упоминал об эффекте Тваймана (гл. 5), а сейчас рассмотрим его более детально. Если посмотреть на рис. 15, то можно сделать один вывод - чем тоньше пластинка, тем больше стрела прогиба. Так, для $D=40$ мм при толщине пластинки 100 мкм стрела прогиба достигает 500 мкм. Это подтолкнуло нас сделать идеальный эксперимент (см. Главу 5). Один из подходов состоит в том, что полученные нами зависимости должны сами показать нам при-

роду сил, приводящих пластинку к деформации. Вообще говоря, это могут быть либо объемные силы, либо поверхностные. Если это действуют поверхностные силы, то есть силы поверхностного натяжения (которые, как известно, пропорциональны периметру пластины), то зависимость их от периметра (диаметра) должна быть линейной.

Перестроив графики, приведенные на рис. 15а и рис.55а (стр. 272), я построил график, показанный на рис.15б. Как видно из этого графика, для диаметров пластин 10, 20, 30 и 40 мм и толщин 100, 150 и 200 мкм, все точки лежат на прямых, что подтверждает нашу гипотезу. Итак, гипотеза - это действуют *силы поверхностного натяжения* (СПН). Несомненно, при выдвижении гипотезы было два психологических барьера. Первый - мы не встречались с СПН на твердых телах. И второй - почему же в литературе приводились гипотезы и даже расчетные формулы, в которые всегда входит площадь пластины, а не ее периметр? Как же действуют эти силы? Сознание подсказывает: очень просто - здесь действует разность СПН:

$$\sigma_1 - \sigma_2 = F$$

Вот как здорово все получилось. Далее пришла мысль, что на шлифованной поверхности вообще СПН как бы стремятся к нулю, что, несомненно, является глупостью.

Несмотря на полученное решение, меня все время не оставляло беспокойство. Было опубликовано несколько статей [30, 31, 32, 33]. Никаких возражений и критики получено не было. Более того, в одном из отраслевых журналов мы встретили полученные нами кривые в статье, авторы которой перепроверили наш результат и согласились, что наш эксперимент проведен корректно. Но почему же нет удовлетворения? Я много рассматривал кривые, думал о формуле, и вот наступил "момент истины". Я вспомнил о работах Л. Пастера, вспомнил о полученных им результатах по винным кристаллам, по основному его выводу: "Никогда химия со всеми ее необыкновенными средствами не приготовила ни одного простого диссимметричного оптически активного вещества. Живая природа, если угодно, только это и делала" [34].

Л. Пастер называет *диссимметричной* такую фигуру, которая не может быть совмещена простым наложением на свое зеркальное изображение. Он обнаружил, что в живых организмах и растениях встречаются исключительно L-аминокислоты и D-сахара, то есть левосторонние аминокислоты и правосторонние сахара. В растворах же могут быть и те, и другие, и, как мне показалось, взаимодействие между ними он также назвал *диссимметричными* силами.

И вот здесь-то я увидел *аналогию* - взаимодействие СПН в эффекте Тваймана и взаимодействие L- и D- аминокислот. Однако, как оказалось, Л. Пастер подразумевал, что отсутствие равенства концентрации и переход правых в левые происходит под воздействием на организмы сил, которые он называл "космическими диссимметриче

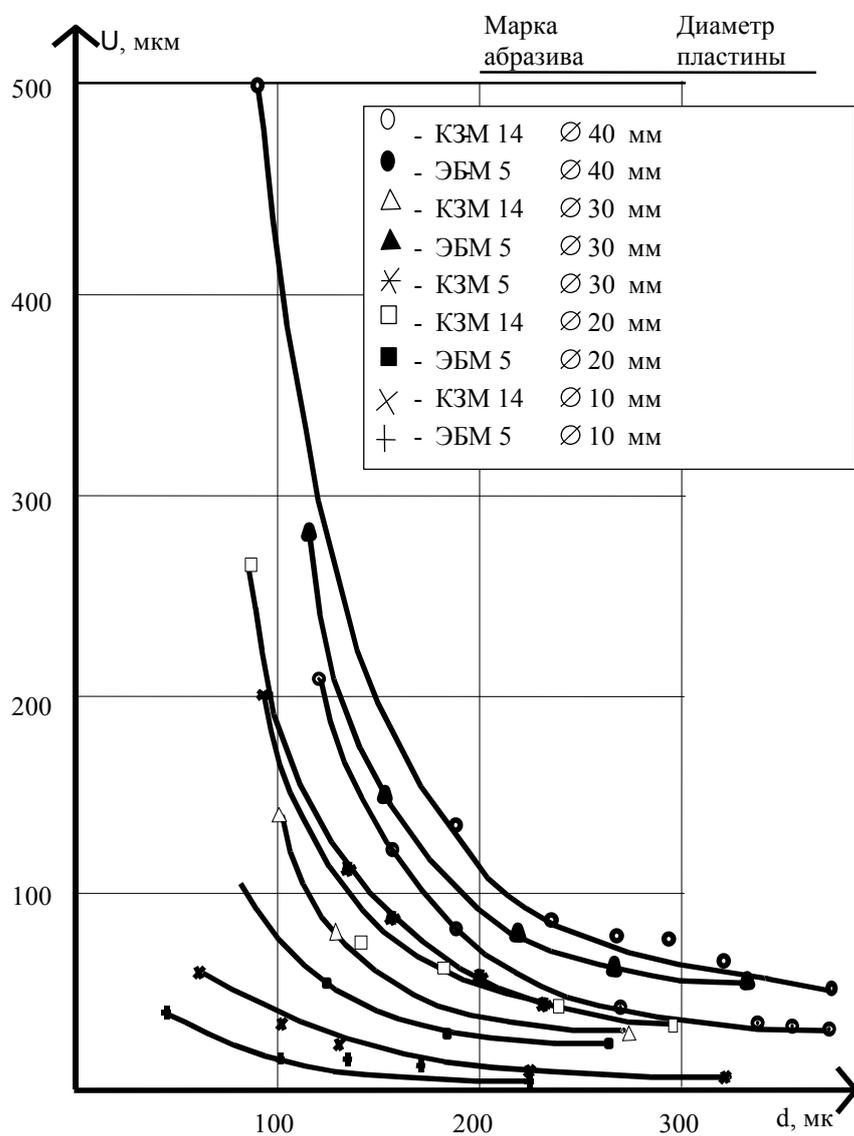


Рис.15а. Зависимость стрелы прогиба U кремниевых пластин от толщины d , диаметра \varnothing и применяемого при шлифовке абразива

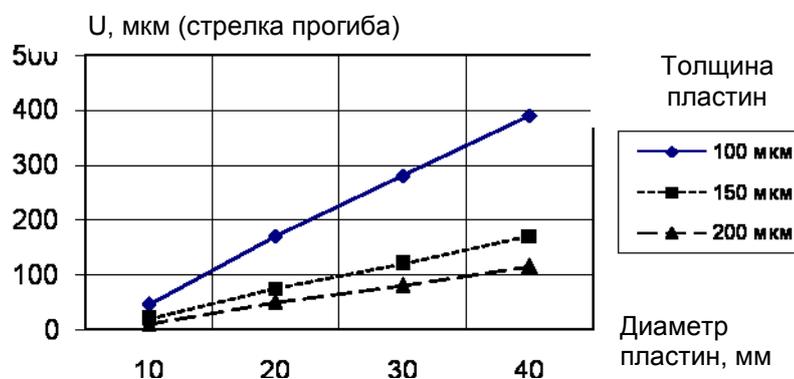


Рис. 15б.

скими силами”. Данных по таким силам пока нет. Таким образом, я назвал неравенство сил поверхностного натяжения *диссимметрией сил*. Эти силы не равны и взаимодействуют между собой через объем пластинки.

После Л. Пастера диссимметрией занимался П. Кюри, который сформулировал закон так: “Некоторые элементы симметрии могут сосуществовать с некоторыми явлениями, но это не обязательно. Необходимо, чтобы некоторые элементы симметрии отсутствовали. Это и есть та диссимметрия, которая создает явление”. П. Кюри писал о том, что понятие диссимметрии следует распространить на всю физику, потому что там, где есть диссимметрия, можно ожидать новые физические эффекты. Асимметрия порождает асимметрию [143]. Несмотря на то, что для ассиметрии, диссимметрии и хиральности известны определения, я для себя все три термина обозначил как неравенство, а действие, вызываемое этим неравенством, в честь Пастера назвал диссимметрией [99].

Действительно, если посмотреть на эффект Тваймана – изгиб пластинки от разности СПН, то можно утверждать, что таких явлений чрезвычайно много. Это и разность потенциалов, токов, зарядов, концентраций; это и разность давлений, диффузии и т.д., и т.п. Нам никто не запрещает полученные представления обобщить и написать, сформулировать постулат, хотя бы для себя.

Если в симметрично расположенных точках, линиях, плоскостях, объемах любых тел (газовых, жидких, твердых, составных, выращенных) имеется разность (или сумма) зарядов, токов, потенциалов, напряжений, сил, потоков, концентраций и прочих противоположностей, и существуют условия для скалярного или векторного

взаимодействия, то есть разность или сумма (диссимметрия) значительна, а расстояние между взаимодействующими элементами достаточно мало, то эта диссимметрия совершит работу и будет наблюдаться некий эффект, например, изгиб, осмос, диффузия, ток, растворение, высаживание и т.д. Это правило хорошо выразил О. Крышталь [35]:

*“Асимметрия - неравенство
Неравенство - сжатая пружина”...*

Таким образом, там, где есть диссимметрия, там можно ожидать новое явление. Как бы в подтверждение только что сказанного: “Сейчас, задним числом, нетрудно понять, что события в системе, где происходит экзотермическая реакция, будут определяться не только тепловым эффектом, но и условиями отвода тепла, которые в свою очередь, *зависят от разности* температур реакционной смеси и окружающей среды” [36]. Приведем несколько примеров.

На кремнии выращен окисел кремния. Между этими двумя материалами имеется диссимметрия по коэффициенту термического расширения, структуре и т.д. Никто не мог предположить, что на границе раздела Si-SiO₂ в окисле формируется положительный заряд. Этот заряд оказался нестабильным и его наличие привело к выходу из строя планарных транзисторов, которые были в радио-аппаратуре американского спутника. Пришлось посадить спутник и после вскрытия транзисторов обнаружить этот неприятный эффект. Пришлось разрабатывать систему защиты и стабилизации поверхности - между окислом и алюминием размещать слои фосфорно-силикатного стекла.

Посмотрим на обычное дерево. Его крона находится при температуре окружающего воздуха, а вот корни располагаются в земле, совершенно при другой температуре. Можно предположить, что это играет существенную роль в жизнедеятельности деревьев.

В книге [37] автор, ссылаясь на работы С.Н. Маслорода по электрофизиологии полярности растений, пишет: *“Исследования свидетельствуют о том, что электрическая система растений близка к квазинейтральному состоянию. При наличии же светового раздражителя возникают изменения проницаемости корневой системы вследствие сдвига зарядовых величин (сохранение квазинейтральности)”*.

Вернемся к нашим сомнениям относительно природы эффекта Тваймана. Наконец-то мы собрались и посчитали, какова же поверхностная энергия (зависящая от сил поверхностного натяжения) на пластине, и оказалось, что эта энергия на шлифованной поверхности на 3-4 порядка больше, чем на полированной стороне.

Однако, так как, силы поверхностного натяжения, находящиеся на выпуклостях (рельефе) поверхности складываются векторно, можно утверждать, что эти силы растягивают «свою» поверхность. Таким образом, в эффекте Тваймана получается, что обе поверхности помогают друг другу деформировать пластину: одна поверхность (полированная) сжимается, а другая (шлифованная) растягивается.

Итак, мы убедились, что пользуясь понятием диссимметрии, можно искать новые явления, эффекты, ставить задачи, выдвигать гипотезы. И еще раз напомним, что противоположный эксперимент - это тоже диссимметрия.

Заканчивая эту главу, приведем несколько примеров диссимметрии.

Последние известия из новостей науки [38]. *“Одна из нерешенных проблем - хиральная чистота природных оптических изомеров или энантиомеров: в живых организмах встречаются исключительно L-аминокислоты и D-сахара. Лево- и правосторонние хиральные молекулы долгое время считались энергетически эквивалентными, точными зеркальными отражениями друг друга. (Почему считались? Фраза нехороша. И в то же время обратите внимание - хиральные молекулы, то есть зеркально несовпадающие, считались энергетически эквивалентными и т.д. Как же так? Зеркально не совпадают, а энергетически совпадают? Должны быть сомнения. Мы их и высказали. Если есть диссимметрия - должно быть и взаимодействие - В.М.)*

В 1957 году физиками было сделано удивительное открытие: оказалось, что при слабом взаимодействии, например, при бета-распаде, электроны с право- и лево- ориентированными спинами рождаются с разной частотой, то есть нарушается зеркальная симметрия (иначе - «несохранение четности»). Казалось бы, этот эффект будет проявляться только на ядерном уровне. Но созданная А. Саламом и С. Вайнбергом объединенная теория слабого и электромагнитного взаимодействия предсказала (и это подтвердили экспериментально), что «электрослабые» силы, действующие между электронами и атомным ядром - его протонами и нейтронами, тоже будут отличать правое от левого. Поэтому атомы и молекулы, которые прежде рассматривали как зеркально симметричные, обретают хиральность, (диссимметричность - В.М.), а оптические изомеры становятся энергетически неодинаковыми - возникает обусловленный нарушением четности энергетический сдвиг (НЧЭС). Квантовомеханические расчеты показали, что L-аминокислоты имеют меньшую энергию, а статистическая физика утверждает: в любой

равновесной системе объекты с меньшей энергией должны встречаться чаще. И чем значительней будет НЧЭС двух энантиомеров, тем сильнее при синтезе из простых веществ будут различаться их концентрации. Для аминокислот разница концентраций составит всего лишь 10^{-17} . Поэтому, если предположить, что это начальная бесконечно малая асимметрия (диссимметрия) ответственна за доминирование L-изомеров, то она должна многократно усиливаться в результате каких-то биохимических эволюционных процессов.

Предложено несколько механизмов усиления, в том числе «бифуркационных катастроф» Кондепуди (P.U. Kondrupidi, «Biosys-tems», 1987г., v.20, p.75). Он включает автокатализ и антагонизм энантиомеров. При определенных условиях один вид в конечном итоге полностью вытесняет другой. Но для этого необходимо, чтобы разница концентраций была более 10^{-17} , в противном случае тепловые флуктуации подавляют эффект усиления.

В поисках соединений, способных более эффективно обеспечить гомохиральность природных объектов, авторы обратили внимание на то, что НЧЭС пропорциональна $Z^5 \cdot N - Z^6$, где Z - атомный номер, N - число нейтронов ядра данного атома. Кроме того, НЧЭС зависит от электронной плотности на атоме. Выбор авторов пал на тиозамещенные аналоги ДНК, в которых атомы серы входят в состав или замещают фосфатные группы скелета ДНК.

ДНК с такими измененными скелетами все еще способны образовывать двойную спираль путем спаривания оснований и, в принципе, могут иметь отношение к зарождению жизни на земле.

Расчеты показали, что для них разность концентраций - около 10^{-14} , то есть на три порядка превосходит ранее найденные значения, и при этом более энергетически выгодным оказывается энантиомер с естественной правой спиралью. Для таких НЧЭС по механизму Кондепуди гомохиральность достигается всего за один год в резервуаре объемом $4 \cdot 10^5$ литров, что вполне можно было бы проводить в лабораторных условиях. Возможно, мы приблизились к решению одной из самых интригующих загадок эволюции!"

Ярким примером диссимметрии является предлагаемая концепция гравитационного двигателя, которая приводится ниже. Она опубликована Л. Прокопьевым в [59].

Гравитационный двигатель. Схема гравитационного двигателя показана на рис. 16. "Микроволны гравитации, входя в щели статора, оказывают электромагнитное давление на массу ротора со стороны щели больше, чем с противоположной стороны, и заставляют его вращаться. Авторы изобретения (Б. Додонов, О. Гончаров, В. Ляховец, А. Терлецкий - заявка на изобретение №722575, 1984г.) достигли закрутки ротора, подвешенного на нити, на 4.5 оборота от нейтрального положения. Л. Прокопьев в 1990г. установил ротор на магнитный подшипник и получил вращение ротора на 10 оборотов больше в одну сторону, показанную стрелками, чем в противоположную при одинаковых задающих импульсах вращения. Обороты считались до остановки вращения ротора. (Заявка на открытие № ОТ-ЕП-131 от 12.05.93г.)

Данные модели. Диаметр статора $\cong 0,6\text{м}$, ротора $\cong 0,15\text{м}$, высота $\cong 0,08\text{м}$, длина штанги $\cong 0,6\text{м}$, вес статора $\cong 100\text{кг}$, вес ротора $\cong 4\text{кг}$. Сила отталкивания пары магнитов уравновешена весом ротора.

Между массами ротора и статора нет ни притяжения, ни отталкивания, но есть разные экранирующие действия статора в изотропных потоках поля микроволны. Так, сквозь щель (туннель) микроволна оказывает электромагнитное давление на массу ротора больше, чем с противоположной стороны закрытой массой статора. Для чистоты эксперимента детали статора переворачивались на 180° , при этом ротор начинал вращаться в противоположную сторону. Ротор накрывался стеклянным колпаком (3-х литровой банкой без дна.)

Мизерная величина коэффициента гравитации ($G=6.67 \times 10^{-11} \text{Нм}^2/\text{кг}^2$) - следствие высокой проницаемости микроволны сквозь массу вещества.

Расчеты показывают, что при использовании естественных мегатонных возвышенностей, оборудованных машинным залом с многотонным ротором в центре горы и туннелями по периметру (10-20 шт.), возможно появление новой мощной гравитационной электростанции, обладающей экологическим превосходством перед существующими дорогостоящими сооружениями электростанций.

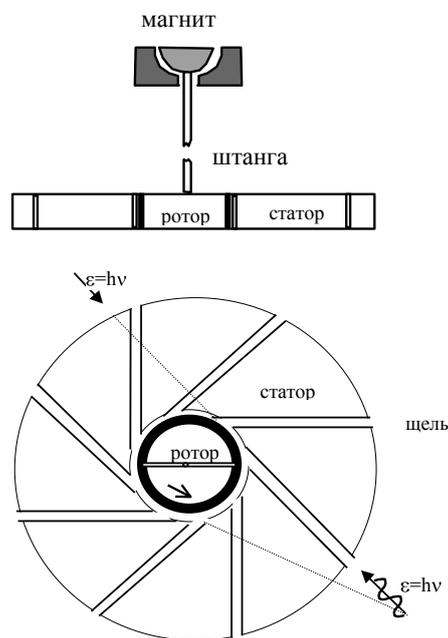


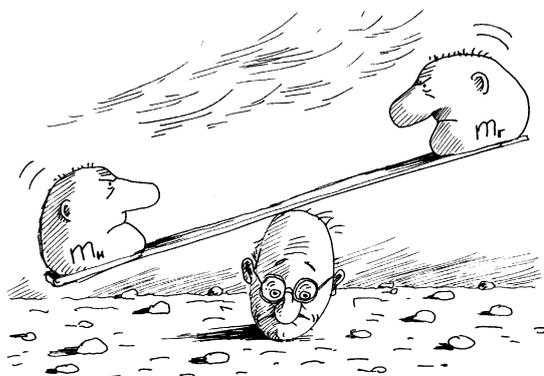
Рис. 16. Схема гравитационного двигателя.

Теоретически и экспериментально установлено существование электромагнитного поля вакуума, состоящего из спектра квантовых частот, несущего энергию стационарных квантовых состояний атомов вещества, ретранслирующих микроволну из вакуума в вакуум, от галактики к галактике, создающих электромагнитное давление, приводящее к всеобщему разбеганию галактик и всеобщему сжатию объемов галактик симметричными силами антигравитации-гравитации, обуславливающими “красное смещение”, “конденсацию” и “дисперсию” космических масс.”

Наверное, и в обществе не обойтись без диссимметрии.

*Талант и слеп и слишком тонок,
Чтоб жизнь осилить самому.
И хам, стяжатель и подонок
Всегда сопутствует ему.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 8. ПРИНЦИПЫ КОМПЕНСАЦИИ ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ

Карл фон Баер при изучении эмбрионов отступил от обычного хода наблюдений и начал работать в обратном направлении. Он решил прежде всего исследовать более позднюю фазу, чтобы проще было понять предшествующие. Вначале он наблюдал за 24-дневными эмбрионами, затем за 12-дневными, после этого - за бластулой в матке и, наконец, за яйцеклеткой в яичнике.

Ш. Спевачова [39]

“Наглость человечества беспредельна. Оно способно изменить даже скорость вращения Земли и ее орбиту” - таким парадоксом доктор Чао начал свой доклад на конгрессе геофизиков. “Виной всему крупнейшие рукотворные водохранилища. Их было построено 88, и каждое содержит в среднем по десять кубических километров воды весом в десять миллиардов тонн. В результате вращения Земли в соответствии с физическим законом инерции вся эта масса воды переместилась от экватора к более высоким широтам, несколько приблизившись к оси вращения планеты. Скорость вращения земного шара повысилась, продолжительность дня ежегодно уменьшалась, изменилась форма гравитационного поля Земли.”

По материалам «Российской газеты» от 24.05.96.

Из рассмотренных в предыдущей главе примеров диссимметрии на молекулярном и субатомном уровнях можно сформулировать ряд вопросов.

1. Со времен работы Л Пастера проводились сотни исследований, например, в [34] показана изнурительная работа, и почему ни-

кто не обратил внимание на то, что электрослабые силы, действующие между электронами и атомным ядром - его протонами и нейтронами, тоже будут отличать правое от левого?

2. Почему все считали, что правые и левые эквивалентны?

3. Почему никто не выдвинул гипотезу о диссимметрии между левыми и правыми?

Из этих вопросов можно сделать вывод о том, что некоторые исследователи недостаточно знакомы с принципами компенсации и эквивалентности. Нам представляется, что оба эти принципа весьма талантливо изложены в работе [1].

Я думаю, что лучше, чем сам автор - Ю. Белостоцкий - об этих принципах никто рассказать не сможет. Именно поэтому я цитирую его с большим удовольствием.

“Решая задачу, мы можем поставить вопрос - что с чем и как связано? Наша неспособность решать многие фундаментальные проблемы зачастую базируется на узости нашего научного мышления. Мы, рассматривая какое-нибудь природное проявление, почти всегда забываем, что оно скрыто на фоне других проявлений, которые, однако, являясь «родственниками» (эквивалентами) изучаемого явления, способны помочь нам в усилиях по познанию окружающего мира. Например, мы знаем, что электричество и магнетизм являются эквивалентами. Но этого факта оказывается явно недостаточно, чтобы однозначно пояснить, почему работает электротрансформатор. Мы не знаем ответа на этот вопрос. Вероятно, необходимо искать еще одну дополнительную эквивалентность. Такой эквивалентностью может явиться магнитострикционный эффект (упругая деформация сердечника под действием магнитного поля), известный еще со времен Джоуля (1842г.), но на который почему-то до сих пор никто не обращал внимания (в рамках рассматриваемой проблемы). Не исключено, что такой подход позволит довольно просто решить и эту проблему.

...А что же такое упругая деформация? Это по сути дела поляризация вещества. Точно так же можно поляризовать его электрическим, магнитным полем и даже электромагнитной волной. Направленное проникающее электромагнитное излучение, например, лазерное, поляризует прозрачное вещество, заставляя атомы поглощать кванты света и в то же время испускать точно такие же в том же направлении. Но в перпендикулярном направлении такого излучения нет. Следовательно, прозрачное тело под действием света направленно поляризуется. И если такое тело освещать импульсами света с частотой, равной собственной резонансной акустической частоте тела, то

оно начнет звучать. Озвученное таким образом тело должно начать генерировать направленное гравиизлучение в полной аналогии с обычным упруго колеблющимся телом.

...Если вернуться к рассмотрению процесса упругой деформации пробного тела, состоящего, как известно, из равновесной системы электрических зарядов, то можно представить себе, что в процессе такой деформации происходит нарушение равновесия этих зарядов. Это и есть поляризация вещества. Но если учитывать, что в Природе все взаимосвязано, то одновременно с упомянутой поляризацией следует ожидать появления (или изменения) другого параметра, характеризующего вещество. Таким параметром, как уже упоминалось, является гравиполе. Получается, что изменение электрического поля внутри вещества приводит к появлению поля гравитационного вне вещества.

При тщательном рассмотрении и других подобных взаимосвязей проявляется очень любопытная картина. Во-первых, изменение одной физической величины обязательно приводит к появлению другой физической величины. К этому обязывает структура взаимосвязей между природными явлениями. Во-вторых, процесс изменения изменения (как бы производная от процесса изменения) одного явления должен приводить к следующему, более высокому этапу проявления другого явления.

На примере с гравитацией изменение напряженно-деформированного состояния вещества приводит к изменению его собственного гравиполя. А сам процесс изменения гравиполя (изменение изменения) приводит к появлению уже гравиизлучения! Природа как бы компенсирует изменение одного параметра появлением другого. Назовем это природное явление *принципом компенсации*. Хотя это то же самое, что и принцип эквивалентности, но в названии «принцип компенсации» раскрыта сущность взаимосвязей между природными явлениями.

Принцип компенсации проявляется прежде всего в общепризнанном третьем законе Ньютона (действие равно противодействию). Опыт современного развития науки подтвердил всеобщность этого закона независимо от того, с какого рода явлениями мы имеем дело. Поэтому можно сказать, что принцип компенсации - суть принцип всеобщий, определяющий развитие процессов в Природе. Всякое описание процессов с помощью математических уравнений в физике и есть использование этого принципа для анализа и явлений и их взаимосвязей. По смыслу этот принцип компенсации и есть синоним существования всей Природы" (здесь и далее разрядка в цитатах В.М.).

А теперь вернемся к поляризации вещества и вспомним постулат о диссимметрии. На рис. 17 показана схема прохождения пучка света через пластину вещества, например, стекла. Свет проходит через область А и поляризует ее. Через области Б свет не проходит. Однако, зная постулат о диссимметрии, нам следует предположить, что между этими областями должны возникнуть некие взаимодействия. Эти взаимодействия можно не обнаружить как, например, в эффекте Тваймана, если пластинка толстая, а можно и обнаружить (если пластинка тонкая). Взаимодействия могут быть электрическими, механическими, изменяющимися во времени.

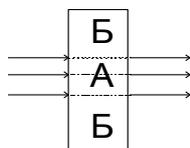


Рис. 17. Схема прохождения пучка света через пластину вещества.

Рассмотрим теперь принцип всеобщей эквивалентности. Несмотря на то, что этот принцип хорошо известен, впечатление такое, что он пока не нашел достаточно широкого применения. Вот что пишет об этом Ю. Белостоцкий [1].

“Термин «эквивалентность» часто используется в научных работах и в большинстве случаев трактуется как равнозначность, равенство величин и т.п. В нем может быть заключен глубокий познавательный смысл.

Первый принцип эквивалентности был провозглашен Ньютоном, который, используя наблюдения Галилея над свободным падением тел и качанием маятников, показал наличие равенства между массами инерционной и гравитационной. Именно этот принцип и позволил Ньютону построить классическую механику. Ньютон подчеркивает особое значение сформулированного принципа эквивалентности и обращает особое внимание на важность вопроса, является ли постоянным и равным единице отношение рассматриваемых масс.

Общая теория относительности основана на постулате, что это отношение всегда одно и то же. Назвав первый принцип «принципом слабой эквивалентности», Эйнштейн на его основе, используя идеи Пуанкаре, сформулировал другой принцип эквивалентности (эквивалентность между гравитационным полем и так называемым «полем ускорения»), который обычно иллюстрируется невозможностью для экспериментатора, находящегося

ся в работающем лифте, определить, действует ли на него гравиполе или «поле ускорения».

И вот второй принцип (Эйнштейн назвал его «сильным принципом») оказался фундаментом, на котором удалось построить всю релятивистскую физику.

Эйнштейн понимал чрезвычайную важность обоих принципов эквивалентности, подчеркивал необходимость постоянной проверки именно слабой эквивалентности в свете все более новых и новых технических достижений, ибо если будет найдено несоответствие указанных масс в любом знаке после запятой, то это укажет на наличие ранее неизвестных законов Природы, а все ранее известные законы придется уточнять, пересматривать и т.п. Так велико значение для физики этого принципа эквивалентности. Поэтому установлению новых эквивалентностей необходимо уделять самое пристальное внимание.

...Значимость принципа эквивалентности позволяет по-новому взглянуть на давно известные явления Природы. Этот подход предполагает наличие равенства между отдельными известными физическими факторами, но только на вполне определенном и ограниченном уровне. При переходе этого уровня принцип эквивалентности, как таковой, сохраняет свою силу, но сама эквивалентность трактоваться должна значительно шире, например, как «соответствие», «пропорциональность», но не равенство.

В Природе неизбежно действуют диалектические законы. Один из них - закон единства и борьбы противоположностей, который выражается тем, что Природе свойственен дуализм, двойственность, т.е. наличие в ней хотя и родственных, но антагонистических явлений. На основе этого предполагается, что познание или анализ одного явления может привести к познанию явления, ему непременно сопутствующего, ибо все явления Природы взаимосвязаны и не проявляются в «чистом» виде, изолированно одно от другого. Похоже, что диалектический закон единства и борьбы противоположностей является философским выражением обобщенного физического принципа эквивалентности. Такой подход позволяет шире использовать как философские, так и физические приемы обобщения, что может привести не только к получению новой информации об известных явлениях Природы, но и к обнаружению явлений новых, неизвестных.

Эта точка зрения при рассмотрении любого принципа эквивалентности предполагает наличие непрерывной цепи взаимосвязей между различными элементарными актами Природы. Такую взаимосвязь можно представить схематично в виде простран-

ственной сетки, каждая ячейка которой отображает сумму элементарных взаимосвязей (эквивалентностей) между отдельными элементарными проявлениями Природы. И эти связи необходимо устанавливать на самом элементарном уровне. Наиболее элементарная ячейка сетки - это треугольник. Несмотря на бесконечное разнообразие природных явлений, наше сознание способно воспринять лишь изменение положения какого-либо элемента системы, и по этому всеобщему механизму явлений мы судим об осуществлении Процесса и его законах. Именно поэтому, в рамках динамического подхода и рациональной логики, мы можем установить цепочку причинно-следственных отношений, обусловивших этот процесс. Отсюда следует, что Процесс является результатом, а его характеристики возникают как реакции на воздействие - на причину.

Это проявление чрезвычайно общего свойства в Природе: изменение какой-либо физической величины порождает новую физическую величину. Так, изменение скорости порождает ускорение, изменение напряженности электрического поля - электромагнитное поле и т.д.

В свою очередь, изменение изменения вновь порождает новую физическую величину и так далее.

Таким образом, возникает цепь эволюции системы, порождающая бесконечное разнообразие природных явлений. Природа как бы компенсирует изменение одного параметра появлением другого, а изменение этого - появлением опять нового. Эту особенность мы назвали принципом компенсации, который является, в сущности, более общим проявлением Законов Сохранения. Эти законы мы обычно используем при анализе элементарных процессов, т.е. в звеньях всей цепи эволюции системы. В каждом таком звене устанавливается равенство действия и противодействия с подчинением их какому-либо из законов сохранения. Но такое равенство свидетельствует об эквивалентности этих характеристик, хотя каждая из них по природе отличается от другой. И все это соблюдается во имя сохранения Природой самой себя.

Обратим внимание на то, что в фундаментальных физических законах проявление эквивалентностей обязательно представлено наиболее простыми соотношениями и, как правило, тремя параметрами, например, $F = m a$, $E = m C^2$, $r E = e^2$ и т.д. Это наводит на мысль о возможности установить знаковые изображения такой взаимосвязи параметров процесса в виде «логического треугольника» (рис. 18), стороны которого условно олицетворяют параметры процесса.



Рис. 18. Логический треугольник.

Взаимосвязь, взаимообусловленность параметров процесса в элементарном акте (типа $F = ma$) определена принципом компенсации. Это означает, что F существует лишь постольку, поскольку существует отклик, реакция в виде ma , которая является общей мерой эквивалентности для F . Хотя и F и ma разной природы, но их совместное изменение, в силу принципа компенсации, порождает новые явления, новые эквивалентности, которые также могут быть представлены «логическими треугольниками». Так, силе F эквивалентны движение и упругие напряжения, массе m - движение и гравитация, а ускорению a - гравитация и что-то нами пока не выявленное. То есть в такой системе просматриваются коллективизированные связи (эквивалентности), изображаемые плоской сетью логических треугольников (рис. 19).

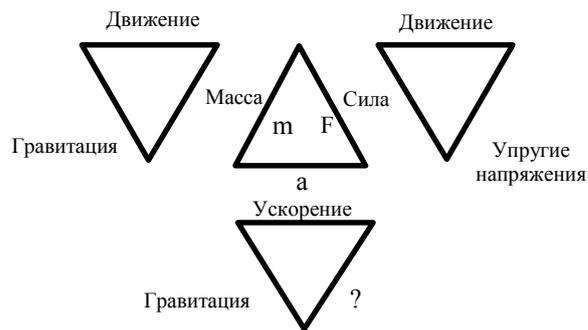


Рис. 19. Система логических треугольников

Используя логические треугольные схемы, а также положения диалектики о том, что нет изолированных явлений Природы, можно приблизиться к описанию многих неизвестных физических законов на основе анализа и синтеза законов известных. Более того, такой подход к рассмотрению множества связей между

природными явлениями наталкивает на мысль о возможности его универсальности и о возможности сведения таких смысловых треугольников в своеобразную систему, то есть создание таких треугольных схем позволит осуществить попытку рациональной систематики законов Природы, может быть, за счет проявления их периодичности наподобие периодической системы элементов Менделеева.

Известно, что Вселенная имеет ступенчатую структуру, т.е. наиболее мелкие известные ее части - элементарные частицы - образуют более крупные атомы, из которых складываются еще более крупные молекулы. Из молекул состоят макротела, в том числе и живые организмы. Из макротел составлены планеты, которые входят в состав солнечной системы. Солнечные (звездные) системы образуют галактики и т.д. И на каждом новом уровне, на каждой новой ступени элементы Вселенной «ступенчато» приобретают совершенно новые фундаментальные свойства.

Может быть, это качество - ступенчатость - и есть одна из основ всей Природы, а сумма известных элементарных законов Природы должна рождать качественно новые законы, сумма которых в свою очередь опять рождает новые и т.д. Например, может быть, загадочные биологические законы и есть сумма более «элементарных» физических и химических законов Природы, а сумма биологических законов рождает законы социальные. То есть более высокая ступень развития материи не может быть просто разложена на элементарные составляющие - исчезнет, разрушится сама ступень. Точно так же живой организм, состоящий из множества «отдельных» органов, не может полноценно существовать, если его расчленишь на отдельные части.

В данном случае практически предлагается «игра» в тетраэдры, когда из готовых треугольных схем, поясняющих элементарные эквивалентности, необходимо сложить простейшую объемную фигуру - тетраэдр, каждое ребро которого имеет одинаковый смысл для двух его граней. Например, рис. 19 сводится к рис. 20.

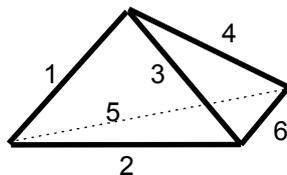


Рис. 20. Тетраэдр (1 - гравитация, 2 - ускорение, 3 - напряжение, 4 - движение, 5 - масса, 6 - сила.)

В свою очередь несколько тетраэдров, смыкаясь односмысловыми гранями и ребрами, будут образовывать пространственную сетку из более сложных фигур. И так до бесконечности, постепенно заполняя пространство, так как разнообразие природных явлений бесконечно, а также бесконечны эквивалентные связи между ними. Причем каждая новая ступень в этой иерархии эквивалентностей может характеризовать появление ранее неизвестных законов Природы, хотя внутри каждой ступени могут находиться известные законы и явления.

Таким образом, получается, что первая ступень в схематичном описании эквивалентностей - это сами элементарные эквивалентности. Но поскольку они проявляются только во взаимодействии, то первая ступень никакой полезной информации пока не несет. Поэтому начало изучения системы эквивалентностей - это вторая ступень, представляющая собой логические треугольники. Следующей, третьей ступенью в схематичном описании эквивалентностей являются логические тетраэдры, которые могут быть использованы для построения более высоких ступеней. С этой целью логические тетраэдры должны определенным образом заполнять пространство, образуя четвертую ступень.

Однозначного представления о форме фигуры IV ступени мы иметь пока не можем, поэтому разберем в качестве примера фигуру, составленную из шести тетраэдров. Отличительной особенностью такой фигуры является то, что все шесть тетраэдров имеют по одному ребру, заключающему в себе один и тот же смысл. Кроме того, тетраэдры должны попарно смыкаться другими односмысловыми гранями. В результате получается 12-гранная смысловая фигура IV ступени (рис 21).

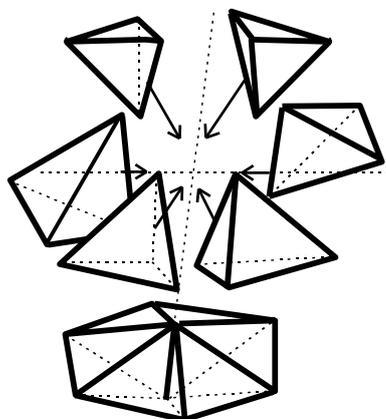


Рис. 21. Один из возможных вариантов смысловой фигуры IV ступени.

Если рассматривать эквивалентность, изображаемую ребром, расположенным по центральной оси 12-гранника, то получается, что каждому природному явлению должно соответствовать шесть пар или 12 наименований эквивалентностей. Если предположить, что любая эквивалентность может стать центральной в рассмотренной фигуре V ступени, то получается, что для полного познания любого природного явления необходимо изучить 12 родственных явлений, а также установить все эквивалентные связи между ними. Но это для случая рассмотренного 12-гранника, хотя из элементарных тетраэдров можно построить множество других пространственных фигур V ступени. Дальнейшее усложнение смысловой сетки - образование более высокой VI ступени должно происходить за счет смыкания отдельных многогранников V ступени и т.д.

Но если обратиться к математике, то оказывается, что заполнять пространство тетраэдрами без зазоров не удастся. В некоторых местах такого комплекса будут образовываться зазоры, имеющие форму четырехгранных пирамид. Не исключено, что и они будут нести вполне определенную смысловую функцию.

К сожалению, наши знания слишком отрывочны и несистематичны, то есть уровень наших знаний не созрел для полноценного осознания даже второй ступени системы эквивалентностей... При этом не исключается, что различные элементарные части тетраэдров - ребра, грани, вершины будут нести вполне определенную условно смысловую нагрузку. И такой подход в целом

может увеличить наши возможности в познании и овладении силами Природы.

Поэтому одной из задач любого исследования должно быть теоретическое и экспериментальное установление родственных связей (эквивалентностей) между пока разрозненными известными и вновь открываемыми природными явлениями, а также построение элементарных связующих схем с целью последующего их объединения в стройную систему.

Рассмотренные логические треугольные схемы позволяют предположить, что одно и то же природное явление в простейшем виде должно быть объяснено не менее чем с трех различных позиций. А каждое отдельное объяснение будет хоть и правильным, но далеко не полным. Вероятно поэтому нас никогда не удовлетворяет только одно отдельное объяснение какого-либо явления. Достаточная полнота должна проявиться только при одновременном рассмотрении не менее трех родственных факторов, т.е. в любом случае должна рассматриваться своеобразная триада эквивалентностей. И только при обнаружении периодичности среди многих таких триад можно будет утверждать о возможности построения стройной общей теории. Само по себе явление вне связи с другими не существует и при его познании необходимо учитывать, как минимум, еще два.

Несмотря на то, что основные положения рассматриваемой теории могут быть реализованы только в отдаленном будущем, все же даже теперь она, вероятно, сможет послужить некоторым простейшим инструментом, с помощью которого можно будет вполне целенаправленно вести поиск некоторых неизвестных закономерностей в Природе. Сейчас, к сожалению, этот процесс в любом случае происходит стихийно. Любое научное открытие носит характер случайности. Предложенная методика элемент случайности в значительной степени уменьшает (В дальнейшем обратите внимание на высказывания Р. Фейнмана в его нобелевской лекции - В.М.).

Например, построим логический треугольник для изложенного ниже эксперимента по проверке предложенной эквивалентности между гравитацией и упругими напряжениями (рис. 22).



Рис. 22. Триада эквивалентностей «Гравитация – упругие напряжения».

Согласно данной схеме необходимо догадаться, что же можно поместить в этом логическом треугольнике вместо знака вопроса.

В данной ситуации любая математическая теория, конечно, бессильна. Но у человека, вооруженного некоторым запасом знаний, имеется еще один мощный аппарат познания - интуиция. Конечно разные люди, имеющие разный тип мышления, разную степень профессиональной подготовки, разный тип и уровень интеллекта и т.п., будут вносить самые разнообразные предложения (Методом проб и ошибок В.М.).

Некоторые из них могут оказаться вполне приемлемыми. Но для начала и в целях упрощения изложения имеет полный смысл ограничить их число, а рассуждения пустить по вполне определенному руслу, пытаясь ответить на один - единственный вопрос. Например, а нет ли в момент упругого деформирования помимо гравитационного какого-либо еще излучения? Таким излучением может быть или поток электронов, или электромагнитные волны, или одновременно и то и другое.

Наши предположения легко проверить, поскольку устройства для обнаружения таких излучений очень просты."

Кто проявит интерес к этому, может обратиться к работе [1].

Каждый, кто занимается своей научной задачей, как правило, не находит времени или желания, чтобы окинуть проблему более широким взглядом, а возможно и не предполагает, что это важно и интересно. Исследуя эффект Тваймана, у меня была одна цель - определить, какие силы деформируют пластинки кремния. После того, как я их обнаружил, дальше я не пошел. Много лет спустя, начав снова изучение этого эффекта, ознакомившись с книгой Ю. Белостоцкого, я произвольно начал размышлять над этой проблемой, используя его подход. Итак, где на каждом «этаже» или ступеньке возможны действия сил поверхностного натяжения? В ядре атома! С.Э.Фриш пишет в [41]:

“Кроме того, капельная модель указывает на наличие у ядер «поверхностной» энергии, аналогичной энергии поверхностного натяжения у жидких капель. Очевидно, эта энергия $W_{\text{пов}}$ пропорциональна площади поверхности ядра:

$$W_{\text{пов}} = \sigma 4\pi R^2,$$

где σ - постоянная с численным значением $\sigma \cong 10^{20}$ эрг/см².

Зная энергию отрыва частиц от ядра, можно оценить численное значение σ , для которого получается $\sigma = 10^{20}$ эрг/см². Подставляя вместо радиуса ядра его значение для частиц в ядре, найдем:

$$W_{\text{пов}} = \sigma 4\pi r_0^2 M^{2/3},$$

где M - число частиц в ядре, а r_0 - постоянная, равная $1,5 \cdot 10^{-13}$ см.”

Здесь же приводятся сведения о делении ядра с оценкой изменения поверхностной энергии, которая возрастает за счет увеличения поверхности ядра-капли при делении на две капли. Возникает аналогия - а не так ли делится клетка и ее ядро? Можно обратиться к рассмотрению атома и сделать попытку представить - а есть ли силы поверхностного натяжения для электронов в атоме? Очевидно, раз внешняя оболочка электронов атома отделяет атом от внешней среды, то СПН должны быть. Понятие СПН, по-видимому, можно использовать и для сложных белковых молекул ДНК и РНК. Особое место СПН должны занимать в мембранах ядра, клетки, митохондрии. Более того, именно на мембранах должны работать не просто СПН, а их разность или сумма от обеих поверхностей. Несомненно, в клетках должны проявляться и силы Лапласа, выражающиеся для капли, имеющей форму сферы, как

$$P = 2\sigma/R,$$

где R - радиус капли.

Для пузырька, у которого две поверхности (мембрана), полное давление можно выразить в виде

$$P = 4\sigma/R.$$

Очевидно, что чем меньше пузырек, тем больше давление. Любопытна формула, связывающая гравитацию, массу висющей капли и силы поверхностного натяжения:

$$mg = 2\pi r \sigma,$$

где r - радиус шейки капли, m - масса капли.

Широко известно явление капиллярности - подъем или опускание жидкости в трубках диаметром доли миллиметра, погруженных

в сосуд со смачивающей или несмачивающей жидкостью. Высота поднятия жидкости может быть представлена выражением

$$h = 2\sigma \cos\theta / r\rho g.$$

Эта формула носит название закона Жювена. Чем меньше радиус трубки r , тем выше поднимается жидкость.

В работе [42] приводится вот такая интересная информация. *«Капиллярный эффект заключается в заметном подъеме уровня воды в тонкой трубке, концом опущенной в чашку с водой. Он связан с повышением давления внутри трубки из-за поверхностного натяжения на границе раздела воды и воздуха. Все это происходит согласно закону, открытому еще в 1806 г. П. Лапласом, однако, как выясняется, не для всех случаев жизни тот закон «писан». При появлении в чашке ультразвуковых колебаний закон Лапласа отменяется, вернее, может быть повернут в любую сторону. Это «ультразвуковой капиллярный эффект». Механизм его оставался неясным.*

Установлено было только то, что аномальный подъем жидкости в трубе сверх предписанной законом высоты обеспечивает не любой ультразвук, а только тот, что вызывает у нижнего входа в трубку пузырьки кавитации (рис. 23,а). Подозревались, правда, и другие факторы - температура и вязкость непокорной жидкости.» После исследований специалисты пришли к такому выводу: *«Аномальный эффект действительно связан с кавитацией, а вот его направление - подъем или опускание уровня, оказывается, регулируется: если вход в нижний конец трубки заточен внутрь так, что в нее облегчается приток жидкости, то эффект будет положительным - уровень поднимется много выше, чем это предписывается обычными законами. Наоборот, тот же конец, но заточенный в обратную сторону, с образованием на пути потока остроугольного барьера, вызовет отрицательный капиллярный эффект».*

В этом сообщении не говорится, почему происходит снижение столба жидкости в случае рис. 23,б. Однако, можно использовать такой прием: а что нужно сделать для того, чтобы столб жидкости понизился? По-видимому, в области А должно быть падение давления такое, чтобы атмосферное давление было выше. Это возможно, если за счет кавитации пузырьки будут в области угла α создавать дополнительное давление жидкости, которая будет уходить вверх (по стрелке). Появится диссимметрия давлений, и жидкость в капилляре начнет опускаться.

Можно говорить о СПН Земли, морей океанов, звезд, планет и т.д. Но все это вместе подводит к мысли, что в Природе превали-

руют силы сцепления, силы притяжения - они создают Мир вещества от ядра до Земли. И вот что интересно: многие поля, процессы и частицы имеют свои антиподы в то время, как “гравитационное поле оказывает только притягивающее воздействие на посторонние тела, обладая при этом абсолютной проникаемостью” [1].

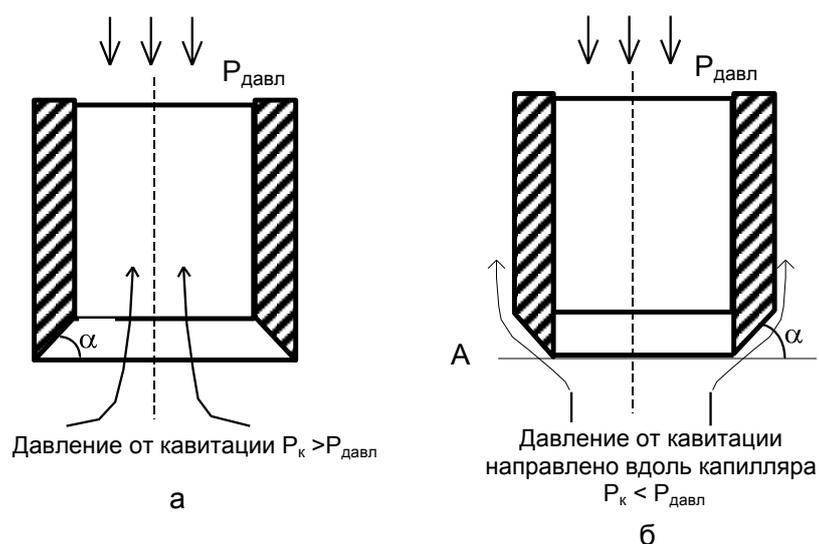


Рис. 23. Ультразвуковой капиллярный эффект с кавитацией.

Еще несколько слов о диссимметрии.

“На основании приведенных рассуждений мы убедились, что появляющиеся в любых физических телах упругие напряжения и деформации всегда изменяются от точки к точке, то есть они всегда неравномерны или, как говорят, в телах всегда имеется градиент напряжений. Вероятно, неравномерность заложена в самой основе вещества, да и во всей природе в целом. Видимо, этим обстоятельством и объясняется факт непрерывного развития этих объектов Природы, а также невозможность возникновения «тепловой смерти» Вселенной” [1].

Обратим внимание читателя, что в книге [1] буквально на каждой странице упоминается о неравномерности, несимметричности, поляризации, то есть о диссимметрии.

Можно обратить внимание еще на 3 вопроса.

1. *“В отличие от дипольного (дипольного) магнитного поля гравиполе всегда однополярно (монопольно), то есть его действие всегда направлено на «притягивание» тел, поэтому в эксперименте следует ожидать только уменьшение параметра L (длина)”* [1]. Но ведь и силы поверхностного натяжения тоже однополярны - они всегда работают на сжатие и, по-видимому, нет сил поверхностного растяжения? И что отсюда следует?

2. Вообще говоря, каждому эффекту вполне возможен обратный эффект, его надо определить и найти. Это не всегда делается просто, но знать об этом следует. Так вот: *“Даже великий Ньютон, сердито воскликнув «гипотез не измышляю!», выдвинул все же гипотезу, поясняющую механизм гравитации, проводя аналогию между ею и законом Архимеда. Кстати сказать, по современным воззрениям, изложенным ниже, он был не так далек от истины.”* [1].

Действительно, если между твердыми телами гравитационные силы вызывают их притяжение, то при взаимодействии жидкости с твердыми телами эти же силы приводят к отталкиванию, выдавливанию, выбрасыванию тел, погруженных в жидкость. Очевидно, этот закон эквивалентен закону притяжения.

“Следовательно, это еще раз доказывает, что в Природе все неравномерно, в том числе и любые деформации тел и связанные с ними упругие напряжения. Даже в условиях невесомости, когда жидкость под действием сил поверхностного натяжения приобретает форму шара, внутри нее давление повышается при приближении к центру сферы. Это явление неравномерного распределения давления внутри жидкости описывается законом с трудным названием «Вирилайзинг» [1] Эта фраза ведет к продолжению размышлений об участии сил поверхностного натяжения на мембране клетки в ее жизнедеятельности, функционировании. Во-первых, мембрана имеет две обкладки и, таким образом, могут работать как сумма, так и разность СПН, т.е. повышается управляемость. Во-вторых, дополнительное давление - сила Лапласа, зависящая от СПН, может изменяться и передавать давление на мембрану ядра, мембрану митохондрии и т.д. Изменение этого давления влияет на жизнедеятельность этих элементов и не исключено, что эта сила пульсирующая и несет некую информацию. Во всяком случае, все это желательно проверить.

Теперь, имея несколько выражений для СПН, попытайтесь построить хотя бы треугольники, а затем тетраэдры. Посмотрите, что из этого получится.

3. Обратимся к работе [43].

“Экспериментальной проверкой гравитационной и инерционной масс в конце прошлого века много и упорно занимался венгерский физик барон Лоранд фон Этвеш. Его усилиями установлена тождественность обеих масс с точностью до одной стомиллионной. Казалось бы, вопрос исчерпан. Однако почти через сто лет американские ученые провели тщательную обработку на ЭВМ результатов Этвеша и выяснили, что в них все-таки содержатся данные по аномальности гравитационного взаимодействия вещества, которые сам Этвеш истолковывал как следствие несовершенства приборов. На эту информацию обратил внимание наш соотечественник, доктор технических наук Георгий Успенский. Он решил выяснить, к чему может привести подобное расхождение инерционной и гравитационной масс. Так вот, Успенский провел количественные оценки аномального гравитационного взаимодействия в опытах Этвеша и аномальной силы, вызывающей дрейф перигелиев планет Солнечной системы, наиболее близких к Солнцу. В итоге он вывел два варианта формул, позволяющих определить силы, дополняющие ньютоновские и вызывающие аномальный уход перигелиев планетных орбит. И что удивительно, эти аномальные силы прекрасно совпали по порядку величины со значениями погрешностей из экспериментов Этвеша! Это уже, по мнению Успенского, дает солидный фундамент для построения некоей многообещающей «концепции гравитации»”. Читатель может сам просмотреть эту статью.

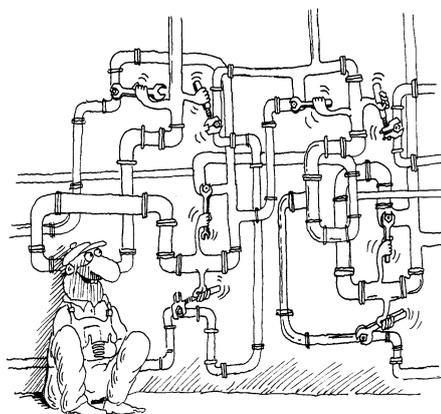
“И именно гравитационная материя ответственна за существование вещества: она порождает все известные нам элементарные частицы, она поддерживает взаимодействие между электроном и ядром в атомах, а иначе получается, что атом с его электронными оболочками - просто вечный двигатель”.

Когда я писал этот параграф, у меня наступил момент истины. Возможно, читатель уже сам догадался, что два эксперимента по определению массы - гравитационной и инерционной - есть не что иное, как два противоположных по принципу воздействия эксперимента. Это бросание и качание. И если мы в результате проведения противоположного эксперимента хотим обнаружить разницу или дополнительные данные для выдвижения гипотез, то и в этом случае, когда массы оказываются равными - выполняется противоположный эксперимент, возможно, сделать определенные выводы. Сколько лет я знал о противоположном эксперименте и об эквивалентности масс, но только сейчас связал их! Если вспомните, я задавал вопросы - почему ученые не увидели отличия левых от правых молекул? А сам?

Теперь к тем, рассмотренным выше рекомендациям, мы можем добавить еще два принципа - эквивалентности и компенсации. Наш багаж знаний пополняется.

*Есть инвалиды - их участь сурова,
Жизнь их легко увядает,
Камень, не брошенный ими в другого
В почках у них оседает.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 9. ИДЕАЛЬНОЕ КОНЕЧНОЕ РЕШЕНИЕ

Самовоспроизведение - наиболее общее свойство всего живого, поэтому интерес к моделированию этого явления не случаен.

В.Л. Введенский [46]

Г.С. Альтшуллер в ТРИЗ ввел понятие *идеального конечного результата* (ИКР). Если вы начинаете решать техническую задачу, то вам рекомендуется сразу, еще не решая, представить себе, что же вы хотите получить в результате решения. Этот ИКР всегда включает в себя слова «сам», «сама», «само». С помощью ИКР удается находить решение и, в частности, потому, что вы знаете, что хотите получить. Например, если у вас есть *техническая система* (ТС), которая выполняет две функции, а вам потребовалось, чтобы она выполняла еще одну без ухудшения выполнения прежних, то именно так и следует сформулировать ИКР. Очень возможно, что эта ТС сможет выполнять и третью функцию.

Приведу пример из собственной практики. При изготовлении ИС используют фотолитографию. Для переноса изображения с *фотошаблона* (ФШ) на поверхность *кремниевых* (Si) пластин используется контактная печать - контакт ФШ с поверхностью пластинок Si, покрытых фоторезистом. В процессе контактирования поверхность изнашивается - в ней создаются царапины, сколы, другие дефекты. Мы поставили вопрос - можно ли ФШ поручить выполнение еще одной функции, кроме переноса изображения? Оказалось, можно. Так появился дублированный ФШ (рис. 24), который стал выполнять две функции - переноса изображения и защиты рисунка на

ФШ. Самое простое решение - это сделать рисунок на обратной стороне ФШ. При определенных условиях такие ФШ дают прекрасные результаты. Однако пришлось изготавливать ФШ из двух стекол, причем одно - толстое с рисунком, а второе - тонкое, толщиной в 30-40 мкм, но тоже с рисунком [45].

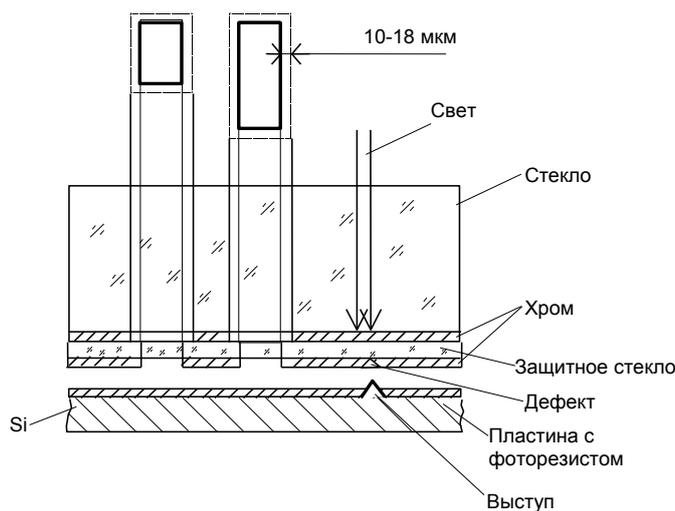


Рис. 24. Дублированный фотошаблон.

От выступа на пластине Si в защитном стекле образовался дефект. Однако свет через этот дефект не пройдет: сверху лежит слой хрома.

В процессе контактирования иногда фоторезист прилипает к поверхности ФШ, и это тоже приводит к браку. Мы решили поручить самому ФШ (его поверхности) не сцепляться с фоторезистом. Для этого, используя ресурс этой системы - фоторезист, сделали валики на ФШ высотой 1-2 мкм. Таким образом, наш фотошаблон стал сам выполнять три функции - переноса изображения, защиты рисунка на ФШ и исключение контакта с фоторезистом.

Иногда возможен случай, когда имеется несколько ТС и требуется передать все функции одной, отбросив другие ТС. Тогда оказывается, что отсутствующие ТС тоже как бы идеальные - их нет, а функции их выполняются.

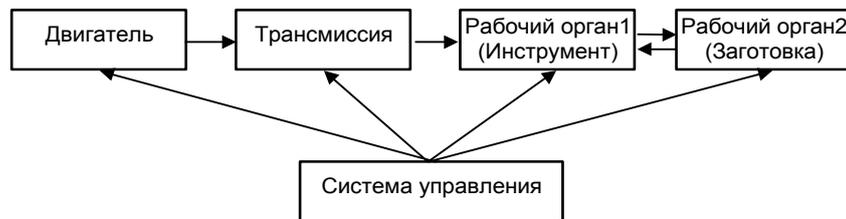
Однако, возможен и другой путь - когда систему следует не свертывать, а развертывать. Например, дом для жилья в сельской

местности, который окружен пристройками, сараями, гаражом, парниками и т.д.

Марк Баркан - американский бизнесмен - рассказал мне, что в одном из университетов Америки студентам была дана следующая задача. В комнате имеется вертикальная труба с диаметром шарика для пинг-понга. На дне этой трехметровой трубы лежит шарик. Его требуется достать. Для этой цели четверем студентам и трем студенткам даны: плоскогубцы, кусок мыла, моток проволоки и еще несколько предметов. Время на решение - несколько часов. Зная ИКР, вы можете сказать - шарик сам должен появиться наверху трубы. Есть ли ресурсы для этого? Несомненно! Это сами студенты.

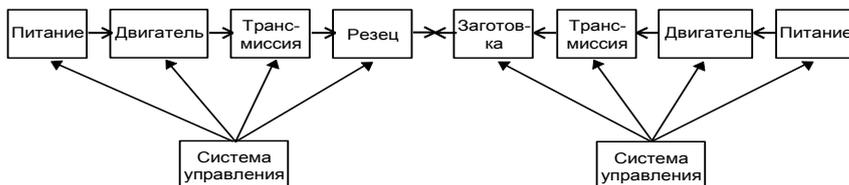
Теперь обратимся к рассмотрению закона полноты частей технических систем (ТС), а затем вернемся к ИКР.

В ТРИЗ закон полноты частей системы (ЗПЧС) приведен в следующей (графической) форме:



Любая техническая система может быть представлена в виде этой схемы. Двигатель через трансмиссию передает движение инструменту, который взаимодействует с заготовкой. Под термином «заготовка» (или «изделие») нужно понимать любое тело, вещество, поле взаимодействующее с рабочим органом. Система управления - управляет всеми элементами ТС. Закон характеризует минимальное число частей системы, необходимое, чтобы она работала.

Нам представляется, что этот закон будет более полным, если оба рабочих органа представить аналогичными схемами.



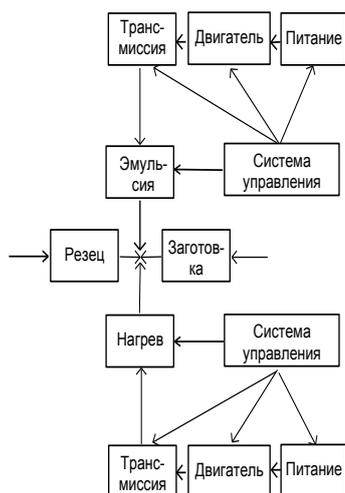
где:

1. заготовка (как и резец) представлена схемой ЗПЧС,
2. в схемы ЗПЧС рабочих органов введен дополнительный элемент - питание.

Назовем такую схему *схемой ЗПЧС с двойной полнотой*. Любой металлообрабатывающий станок соответствует такому закону. Отметим, что в этой схеме нет учета взаимодействия станка с окружающей средой.

Далее, обратим внимание, что в области взаимодействия рабочих органов станка вводятся дополнительные вещества или поля. Например, для охлаждения резца - эмульсия, для уменьшения твердости заготовки - нагрев и т.д.

Но каждое такое вещество или поле может быть представлено в своей схеме ЗПЧС:



Здесь схемы ЗПЧС для резца и заготовки изображены не полностью (остальные части схем для них показаны в начале страницы). Будем называть такую схему *схемой ЗПЧС с четверной полнотой*.

В общем случае, если N компонент системы представляются полными схемами, то её схема ЗПЧС имеет N-полноту.

В ТС может быть несколько видов питания, например, бензин и электричество, несколько двигателей, трансмиссий, несколько рабочих органов.

Можно себе представить, что каждая часть ТС - питание, двигатель, трансмиссия, рабочий орган, система управления сами состоят, или лучше сказать, могут быть

представлены в виде модели по ЗПЧС. Не будем рассматривать «железо», а обратимся к питанию, например, бензину. Бензин – жидкость, состоящая из молекул, взаимодействующих друг с другом, находящихся в каком-то объеме при определенных, изменяющихся условиях внешней среды – температуре, давлении.

Можно говорить, что температура T , давление P воздуха воздействуют на бензин. Это и есть рабочий орган системы «окружающая среда»:



Несомненно, в нее входят и другие воздействия, такие, как космическое излучение, радиоволны и т.д. и т.п. Отчего зависит изменение T и P ? Очевидно, от воздействия солнца. Значит, солнце – и источник питания, и двигатель. Воздушная среда с перепадами давления и температуры – это трансмиссия; но и солнце и воздушная среда одновременно являются системами управления.

Почему молекулы бензина не разваливаются? Помните, мы писали, что все атомы – ядра и электроны – подпитываются энергией гравитационных полей? Значит, питание есть. Все молекулы бензина имеют колебательные и вращательные движения – это трансмиссия. Ну, и рабочий орган – это сам объем бензина. Здесь мы впервые увидели, что в бензине двигатель и трансмиссия объединены вместе в рабочем органе, а питание отдельно поступает извне. Система управления также находится вне объема – это температура окружающей среды и ее давление. Таким образом, можно, пользуясь ИКР, сказать, что бензин сам двигатель и трансмиссия.

Можно вспомнить работу Энгельгардта, в которой он установил, что сократительный белок мышцы – миозин обладает ферментативной активностью: он сам расщепляет молекулу АТФ и энергия, выделяющаяся при этом, служит источником для работы мышцы. Можно сказать, что мышца сама работает и в ней есть вся полнота.

В работе [46] авторы пишут о ритмах мозга и самовоспроизведении информации:

«Самовоспроизведение – наиболее общее свойство всего живого, поэтому интерес к моделированию этого явления не случаен».

«Неизвестная каталитическая способность РНК» – так назвали авторы статью, приведенную в [47].

Неизвестная каталитическая способность РНК. *«Одну, ключевую функцию клетки хранение и передачу информации – выпол-*

няет ДНК. Другую, катализ химических превращений - белок. Что из них возникло раньше? Белки не могут быть синтезированы без информации, записанной в ДНК, но сам этот синтез идет с помощью многочисленных ферментов. Получается типичная ситуация «курицы и яйца». А вот молекула РНК сочетает в себе свойства и ДНК и белков - она способна нести информацию и, в принципе, катализировать некоторые реакции, поскольку одновременно обладает сложной пространственной структурой, которая может геометрически соответствовать определенному субстрату. Логично предположить, что эволюция жизни началась именно с этих молекул, и ученые заговорили об «РНК - Мире», сформировавшемся на Земле около четырех миллиардов лет назад и послужившем основой для дальнейшего усложнения. Отдельные реликты этого древнего мира как будто сохранились: во-первых, химические блоки ДНК синтезируются в клетке не из исходных простых веществ, а путем модификации уже полученных блоков РНК, а во-вторых, нуклеотиды РНК или их близкие аналоги часто служат коферментами нынешних белков. То, что РНК в самом деле может играть роль энзимов, показали в начале 80-х годов американцы Т. Чек и С. Олтмэн. Они обнаружили, что РНК катализирует вырезание **из себя самой** (ИКР - В.М.) незначительного куска - интрона (Нобелевская премия 1989 г.). Такие «РНК-овые» катализаторы назвали рибозимами. Возможно, рибозимы могли бы копировать молекулы РНК и сейчас пытаются осуществить этот процесс *in vitro*.

Несмотря на это достижение, требовались доказательства, что РНК умеет проводить реакции, связанные не только с перестройкой нуклеиновых кислот. И вот новое открытие: рибосомная РНК способна образовывать пептидную связь между аминокислотами. Рибосома - клеточная органелла, на которой происходит биосинтез белка. Она состоит из РНК и примерно сотни белков. Полагали, что РНК образует каркас, на котором крепятся белки, а они-то и катализируют эту реакцию. Но когда исследователи удалили белки, оказалось, что это не приводит к прекращению реакции, т.е. с ней справляется **сама РНК** (Это означает, во-первых, РНК - ИКР; во-вторых, РНК обладает полнотой частей системы - В.М.).

Теперь для подтверждения открытия нужно поставить решающий опыт (мы бы сказали - противоположный эксперимент - В.М.): продемонстрировать эффект на рибосомной РНК, синтезированной непосредственно с ее гена и не имевшей контактов с рибосомными белками. В случае успеха позиции РНК-Мира значительно усилятся. Синтез первых примитивных белков мог бы

идти на рибосоме, состоявшей только из РНК, с участием предшественников нынешних информационной РНК и транспортных РНК. Почему впоследствии отдельные функции РНК взяли на себя ДНК и белки, в общем, понятно: ДНК обладает стабильной двухцепочечной структурой, хорошо приспособленной для удвоения генетической информации, а белки состоят из двадцати различных по своим химическим свойствам аминокислот, поэтому их специфичность по отношению к субстратам может быть много выше, чем у РНК, в состав которых входит только четыре нуклеотида. Но как в РНК-Мир включились ДНК и белки, пока неясно. И разобраться в этом - значит проследить становление жизни". [47].

Мы можем задать вопрос: что у ДНК представляют элементы в соответствии с ЗПЧС, учитывая, что ДНК сама раскручивается и сама скручивается? Что есть система управления? Можно еще привести много примеров на ИКР и ЗПЧС - молекулярная самосборка, пептидная мембрана [48] и т.д., но мы обратимся к другой области, а затем перейдем к человеку.

В статье [49] К. Левитин - прекрасный журналист - описывает работу Всесоюзной школы по математическому моделированию сложных биологических систем. Вот небольшая выдержка из выступления А.М. Молчанова, руководителя школы (ибо именно он - их истинная душа, сердце и мотор).

"В начале или середине прошлого столетия немецкий колонист Фальцвайн захотел спасти русскую степь. Ему не очень нравилось, что по степи бродит скот - вытаптывает ее, бегают зверушки - грызут траву. И вот в Аскании-Нова он огородил большой участок ковыльной степи. Дальше события разворачивались почти по Лескову - у него сердобольному немцу жалко было сразу отрубить хвост собаке и он резал его по кусочкам. Неблагодарная взбесилась. Степь повела себя похоже: участок сгнил и степь исчезла с лица земли. Оказывается, мы не вправе произвольно создавать систему. Она сама знает, какая она. Одна трава - не степь, не система. Фальцвайн урок потом понял. Все-таки Асканию-Нова он создал несмотря на «спасение» степи. Но и для нас здесь есть урок: даже с самыми лучшими намерениями следует обращаться осторожно."

Что такое «осторожно» - непонятно. На самом деле это тоже выполнение ЗПЧС: убрали скот, зверушек - нет взаимодействия, обмена и т.д. Я думаю, что читатель со мной согласится, если я скажу, что человек - это система, которая также подчиняется ЗПЧС, причем многие органы сами имеют свои системы - идеальные и имеющие полноту. Приведем несколько ссылок.

Автор работы [50] описывает портрет врача Самохоцкого и дает свои представления о его методе. *“По Самохоцкому, универсальный индикатор (ИКР - В.М.), сигнализирующий о любой болезни, о всяком нарушении в работе организма это - электролитный состав крови. Отклонения элементов от нормы служат количественной оценкой болезни. Задача врача - указать центральной нервной системе, каких элементов недостает, восполнить недостачу, выровнять их соотношение. Сложные растворы недостающих элементов вводятся в кровь, они раздражают (взаимодействуют) хеморецепторы в стенках кровеносных сосудов, сигнал поступает в центральную нервную систему и организм сам начинает нормализовать электролитный состав крови. Это принцип”.* Можно утверждать, что это ЗПЧС. Круг кровообращения - это самостоятельная и в то же время связанная со всеми элементами организма система. И она соответствует идеальному конечному решению. Она выполняет много функций. А вот как сам автор метода - Самохоцкий пишет об этом же: *“Факты моих лечебных исследований дают право утверждать, что лечебные составы электролитов являются раздражителями нервных рецепторов и качество нервного возбуждения в дальнейшем не искажается. Последующие анализы демонстрируют рост концентрации электролита, введенного с лечебной целью. Это же объясняет влияние доз, незначительных по концентрации и кратковременных по действию. Речь идет не о соотношении объемов реагирующих масс и не о времени их взаимодействия, а только о моменте раздражения, заставляющем нервную систему измениться в заданном направлении по закономерностям, присущим ей самой”.* Хотелось еще заметить: автор обнаружил, что при его методе лечения микробы безвредны.

Итак, мы можем представить себе, что кровь с низким содержанием калия, натрия и кальция плохо взаимодействует или совсем не взаимодействует с определенными рецепторами, которые не дают сигнал нервной системе о том, что дела обстоят не блестяще. Как только мы вводим малые дозы, повышая концентрацию ионов буквально на мгновение, так сразу срабатывают рецепторы и подают сигнал нервной системе, которая начинает регулировать и поддерживать необходимую концентрацию ионов. Всю эту картину можно представить в форме ЗПЧС и ИКР.

И, наконец, мне хотелось показать, что организм как полная система взаимодействует с окружающей средой, то есть с другой системой, также имеющей полноту. В статье [51] автор утверждает: *“Доктор Блинков задал себе нелепый, на первый взгляд, вопрос: почему экстрасенсы чувствуют, а обычные люди нет? И тут*

его осенило. Согласно канонам восточной медицины на теле человека свыше тысячи точек, воздействуя на которые, можно влиять на органы системы и даже целый организм. Значит, рассуждал Иосиф Львович, те части тела (или весь организм), коим адресовано послание, чувствуют и понимают его. Почему же тогда мы не ощущаем ничего, кроме прикосновения или жжения при попадании в точку иглой? На последний вопрос детектор дал однозначный ответ: очень сильно влияют. (Имея ввиду изменение сопротивления мозга - В.М.). Но тогда выходит, что поверхность нашего тела с помощью этих точек получает из окружающего мира обширную информацию и даже приказы, о которых мы часто не догадываемся. Наши органы, да и мы сами меняем действие, в то время как побудительные сигналы остаются за кадром, не доходят до коры головного мозга, до нашего сознания.

Хорошо известно, что накануне смерчей, ураганов, наводнений, землетрясений и других катаклизмов у животных начинается паника. Они словно теряют голову: собаки срываются с цепей, дикие звери прячутся в жилищах людей, рыбы выбрасываются на сушу, у кровососов комаров напрочь пропадает аппетит. Значит, чувствуют! А как же люди, неужто совсем бесчувственные? Нет, конечно. Но социальные пути, стереотипы поведения, интеллект заглушают восприятие природных сигналов. Заглушить-то удастся, а вот обмануть организм - нет! Доктор Блинков свидетельствует, что любой из нас чувствует не только атмосферное давление, магнитные бури, солнечную радиацию, свет и темень, ультра- и инфразвук, но и множество других воздействий, о которых мы даже не подозреваем... И вот теперь детектор Блинкова языком цифрового индикатора говорит о реальном восприятии биофизических полей человеческим организмом.

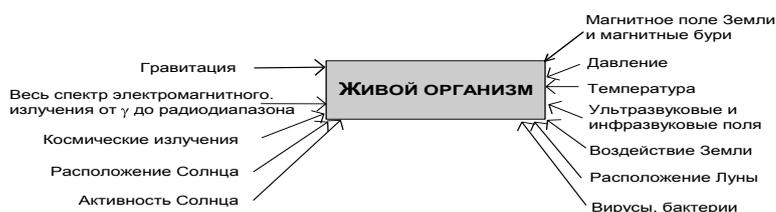
Иначе говоря, доктор Блинков обнаружил, что практически любой из нас, а не только экстрасенсы реагируют на самые тонкие воздействия. Правда, до сознания это не доходит. Ничего сверхъестественного тут нет. Никого ведь не удивляет, что нормальный человек не знает, чем сейчас занят его кишечник, как ведут себя сосуды, что делает печень или желчный пузырь, хотя в мозг непрерывно идет информация о работе внутренних органов. Не знаем же мы потому, что эволюция подарила мозгу кору - орган сознания, призванный заниматься, так сказать, высшими материями: думать, анализировать, принимать решения. Чтобы ему не мешали в этом важнейшем деле, не отвлека-

ли по пустякам, рутинная информация не доходит до коры, оставаясь в ведении низовых подразделений мозга”.

Что же нам дает такой подход - знание ЗПЧС и ИКР? Я представляю себе, что с помощью этих понятий можно находить задачи, которые требуют решения. Можно углубляться в каждую систему и отыскивать элементы ЗПЧС, которые далее можно исследовать, объясняя процессы, происходящие в этих системах.

Рассматривая схемы ЗПЧС, можно утверждать, что имеют место все схемы с неполной, двойной, тройной полнотой и т.д. Более того, некоторые системы из дискретных элементов и частей по мере совершенствования «сворачиваются» так, что в одном элементе оказываются сосредоточены все части системы: и питание, и двигатель, и трансмиссия, и рабочий орган, и система управления. Если рассмотреть, например, клетку со всеми элементами, то можно говорить, что мембрана - рабочий орган, который взаимодействует как с протоплазмой внутри клетки, так и с межклеточной жидкостью. Мембрана сама колеблется, имеет питание, сама управляется. Это же относится и к митохондри, ядру и ДНК.

Сделаем попытку представить ряд взаимодействий, которые влияют на живой организм:



Каждое из воздействий - это рабочий орган, входящий в некую систему, обладающую полнотой. Несомненно, это не полный перечень.

Теперь рассмотрим еще одну работу, которая представляет интерес, т.к. она проводится более 30 лет. Мы ни в коем случае не подвергаем сомнению или критике ход ее проведения, но хотелось бы рассмотреть возможность применения наших рекомендаций при этом исследовании. Автор этой работы С.Э. Шноль, а представил ее С.Н.Касатонов [52].

"Симон Эльевич Шноль, ныне профессор МГУ и зав. лабораторией физической биохимии в институте биофизики АН СССР, а

тогда начинающий биохимик, еще в 1955 году обратил внимание на слишком большой разброс результатов измерений активности ферментов АТФ. И решил найти методическую ошибку. Несколько лет он исследовал возможные источники отклонений. Перебрал весь мыслимый набор причин. Непостоянство температуры, недостаточность перемешивания, нестабильность приборов. И вроде бы зашел в тупик: не объясняется разброс результатов при последовательных измерениях характеристик белковых растворов методическими ошибками. Получалось, что титр SH-групп или активность фермента в одном и том же сосуде с раствором действительно могут быть то больше, то меньше. Какое же значение - правильное? То, что измерено сейчас, или то, что измерено десять минут назад? Вопросов возникло много, а главный из них таков: что заставляет раствор в колбе изменять свойства, какая сила управляет им? Колебания? Именно так вначале и думал С.Э. Шноль и его сотрудники. Поиск аналогов привел Симона Эльевича к Б.Л. Белоусову, первооткрывателю знаменитой теперь, а тогда еще никем не признанной колебательной реакции.

Но что же колеблется в колбе с раствором белка? Может быть, периодически изменяются белковые молекулы или свойства растворителя? Потянулись серии однообразных, до предела стандартизированных измерений. Десятки, потом сотни проб в день. Пытались одновременно брать несколько проб из одного сосуда - получили новый результат: свойства раствора изменяются в разных точках сосуда синхронно. Раствор представлялся единым целым, а молекулы фермента, разделенные многими молекулами растворителя, как будто могли влиять друг на друга, согласовывать свои действия во всем объеме. И это внутреннее взаимодействие в системе определяет ход колебаний, растворитель же выступает в качестве посредника. Так представлялось тогда.

Оказалось, что «есть еще эффект места»: образцы, находящиеся в разных местах помещения, различаются формой гистограмм макроскопических флуктуаций (МФ). Есть еще и другие головоломки. Например, в некоторых процессах совпадают одновременно гистограммы, в других они совпадают при совмещении их с поправкой на местное время, то есть в зависимости от положения Солнца. Чтобы как-то разобраться в этой путанице, обращаюсь за помощью к самому С.Э. Шнолю, а он как будто уходит от ответа.

Сейчас по МФ накоплен огромный банк данных, он открыт для всех желающих. Мы не успеваем все обрабатывать, нас очень

мало, конечно. Но что мы все-таки знаем определенно: для химических и биохимических процессов набор дискретных состояний вроде бы задан внешними силами - одинаков для множества объектов. Это очень трудно для понимания. Такого рода утверждения надо обнаруживать с большой осторожностью. Поэтому мы долго воздерживались от популяризации нашей работы. Такая вот биохимия с географией.” Далее автор приводит сведения о том, что природа этой силы не электромагнитная и вроде бы не гравитация. И так: *“Две нетривиальные, острые идеи: о существовании внутренне присущей всем объектам и процессам дискретности состояний и о некоей универсальной силе космического масштаба, определяющей разрешенный в данный момент спектр этих состояний. Одно явление - макроскопические флуктуации в процессах разной природы.”*

Рассмотрим два эффекта, которые могут дать подсказку по эффекту Шноля.

Эффект Гулина. В журнале «Изобретатель и рационализатор» опубликована статья [53] с описанием любопытного эффекта: под каким-то неясным воздействием катушка подвешенная, например, над картофелем влияет на картофель, снижает его влажность, уменьшает концентрации нитратов в 5-10 раз и повышает содержание сахара. Сам автор эффекта, по-видимому, не выдвигает гипотез, но в статье приводится гипотеза об использовании концентрации магнитного поля земли.

Читая статью, я, пожалуй, принял только одно - действительно, какое-то воздействие на овощи есть. Все остальное мне представляется пока не очевидным.

Мы написали Гулину письмо, и он любезно ответил. Если уважаемый читатель помнит, мы начинали свое повествование с того, что призывали - не проходите мимо. Так вот А.Н. Гулин не прошел. Он случайно обнаружил эффект и не бросил его, а начал сразу использовать. Другое дело, что надо было узнать, что же является агентом, что воздействует и т.д. Но и то, что сделано - прекрасно. Приведу некоторые сведения из письма, так как в статье этого нет. Вот какие рекомендации по использованию эффекта даёт автор открытия:

“Обработка всех видов растениеводства, кормопроизводства с целью увеличения их питательности до 30% от начального содержания. Увеличивается содержание каротина, сахара, протеина, уменьшается количество нитратов.

Обработка растительной продукции во время роста в полях, плодовых садах, виноградниках, теплицах с целью увеличения качества и количества урожая.

Обработка посевного материала с целью увеличения всхожести до 30%. Установка не требует электроэнергии. Установки подвешиваются к потолку фермы и к ним больше никто не касается.

Установки зарекомендовали себя только с хорошей стороны увеличением жирности молока, привесом и сохранностью молодняка, увеличением яйценоскости кур”.

Вот, пожалуй, все о письме. Я познакомился с этой статьей в феврале 1991 года. Рассказал об эффекте слушателям - никто не заинтересовался. Сам я изредка возвращался в мыслях к этому эффекту, но не был им захвачен настолько, чтобы начать исследования. Однако, когда читаю журналы, книги, где-то в подсознании сидит почему-то мысль: а не могут ли быть привлечены к объяснению эффекта Гулина вот этот эффект, это излучение.

Итак, первые рекомендации выполнены, еще не осознанный эффект уже приносит пользу. Встает очевидный вопрос, а что может быть плохо? Что может дать плохого для помещения, людей, продуктов подвешенная спираль? Очевидно, сказать пока что-либо сложно, но иметь ввиду надо. Первое представление об эффекте выглядит так. Это какие-то волны, создающие в спирали заряд (потенциал), либо излучение. Область пространства от спирали до земли находится в каком-то ином энергетическом состоянии. Это поле или излучение воздействует, например, на картошку и запускает в работу клетки, которые повышают температуру, за счет чего влага слегка испаряется. Начинает работать обмен веществ и начинается производство сахара и распад нитратов. В этой задаче мы встречаемся с двумя взаимодействиями - со спиралью и с продуктами, клетками.

А теперь несколько примеров. Американская фирма «Биоэлектроник Корпорэйшн» выпустила в продажу оригинальное устройство. С его помощью быстрее заживают раны. Аппарат состоит из микропередатчика, размеры которого не превосходят наручные часы. Он накладывается на больное место и начинает излучать электромагнитные волны, изменяющие электрические потенциалы на клеточном уровне, что ускоряет заживление раны.

В статье “Возможно суть в магнитном поле?” [54] приводится беседа с доктором физико-математических наук, заведующего кафедрой общей и химической физики Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова В.Ф. Киселевым. Статья большая. Я приведу только несколько отрывков, которые представляют интерес для нас.

”- Как случилось, что вы начали заниматься проблемами воды?”

- Точнее, влиянием на воду слабых магнитных полей. Дело в том, что в последние десятилетия появилось немало сообщений о влиянии магнитного поля Земли на многие свойства биологических объектов. Вообще-то говоря, магнитное поле нашей планеты отличается достаточной стабильностью, но на него накладываются суточные колебания, годовые, вековые. И многие биологи подметили, что некоторые биологические циклы точно отслеживают изменение геомагнитного поля. Мой друг изучает популяции простейших организмов, проводит на ЭВМ статистическую обработку данных об их численности, интенсивности размножения. Оказывается, что колебания численности происходят с той же периодичностью, что и изменение земного магнитного поля. И этот пример не единственный. Многие биологи, врачи подтверждают влияние магнитного поля на организм.

Скажем, представьте себе, ампулу с бидистиллированной водой мы помещаем внутрь катушки соленоида и изменением тока в обмотке добиваемся компенсации магнитного поля Земли - как бы отключаем земной магнетизм. (Сразу возникает ассоциация размагничивания кораблей - В.М.). Постепенно начинают изменяться все физические параметры воды: вязкость, электропроводность и т.д. Через 5-6 часов изменения прекращаются. Но если теперь «включить» магнитное поле Земли, то первоначальные значения параметров восстанавливаются не тотчас, на это требуется опять-таки 5-6 часов. Если же вместо воды взять лед, то он будет помнить изменения еще дольше - несколько суток. Впрочем, самые удивительные результаты были получены, когда мы стали не компенсировать магнитное поле, а накладывать на него очень слабые магнитные поля с напряженностью в тысячу раз меньшей, чем у земного. Частота изменения тоже была невелика - от сотых долей до сотен герц. И вот при совершенно определенных частотах мы стали наблюдать резкие изменения всех физических параметров воды. Причем стоит отклониться на 1-2% в ту или иную сторону от фиксированной частоты - и эффект пропадает.

В технических установках подобные эффекты объясняются воздействием магнитного поля не на воду, а на примеси, в ней содержащиеся. Так, во всяком случае, пишет В.И. Классен в своей книге «Омагничение водных систем». Правда, в таких установках используются поля, в тысячи раз больше земного.

- Вот-вот! И учтите еще тот факт, что в нашей воде практически нет примесей. Пробовали мы брать и техническую воду с обычными для нее примесями - калий, натрий, сульфаты, хлориды. Все наши эффекты в слабых полях сохраняются. И в силь-

ных полях возникают другие, самые разнообразные, в том числе и резонансные. Поэтому объяснять наблюдаемое наличие примесей в данном случае, я полагаю, не совсем правомерно. Сейчас мы вплотную приблизились к пониманию механизма действия слабых магнитных полей.

- А имеют ли такие опыты какое-либо отношение к биологии и медицине?

- Самое непосредственное. Мы, например, проводили такой опыт. В бидистиллированной воде растворили белок, полученный из сыворотки человеческой крови. Получили огромные макромолекулы, свободно плавающие в воде. И когда этот сильно разбавленный раствор подвергли воздействию магнитных полей на тех частотах, при которых, как уже говорилось, вода меняет свои свойства, то обнаружили изменения и в белке. Спектр его люминесценции, во всяком случае, сдвинулся. А это говорит о каком-то изменении в его строении. Причем интересно: если молекулы белка подвергнуть действию таких же полей в отсутствие воды, то никаких сдвигов спектра не происходит. Получается, что вода передает белку информацию о воздействии магнитного поля.

Механизм такой передачи, на наш взгляд, довольно прост. Молекула белка соединена водородными связями с молекулами растворителя - воды. Вода изменила свою структуру - и молекула белка слегка деформировалась.

Отсюда начинается уже биология и медицина. Через воду изменение магнитного поля передается мембранам клетки, растворенным белкам. Дальше эта информация поступает в нервную систему, в головной мозг. Что и как происходит при этом - еще надо досконально разобраться.

Мы пока почувствовали основную природу явления: изменение структуры воды под влиянием слабого магнитного поля, которое сохраняется в течение довольно долгого времени и после снятия внешних воздействий".

Попытаемся "выжать" из этого интервью наиболее интересные, на наш взгляд, идеи. Во-первых, автор сделал два противоположных эксперимента - компенсация магнитного поля Земли и наложение слабых переменных магнитных полей. Во-вторых, он рассмотрел дистиллированную и обычную воду с примесями. А еще вода и лед. А еще - вода с белком и один белок. Короче говоря, информации много, надо думать. Сформулируем противоречие на уровне «верно - неверно» с причинами, почему это не происходит.

Я не верю, что какая-то спираль, подвешенная к потолку или лежащая на картошке, изменяет ее параметры, так как для этого

необходимы, по моему представлению, значительные энергии, которых в окружающем спираль пространстве недостаточно. Но в то же время результаты исследования, проведенные Гулиным, свидетельствуют, что эффект есть, наблюдается.

Из этого противоречия пока можно сделать вывод или разрешить его так - на параметры живых организмов влияют чрезвычайно слабые воздействия каких-то полей, или более того - их отсутствие.

Какие же противоположные эксперименты можно провести? Можно провести эксперименты, аналогичные тем, которые проводил Гесс. Можно поднять спираль, пружину повыше. Это первый эксперимент, а второй - либо закопать в землю, либо разместить в шахте, подвале. Другая серия может быть связана с конструкцией спирали - можно взять целиковую болванку, а не спираль.

Я не имею возможности проводить опыты, поэтому я написал Гулину письмо с просьбой провести такие эксперименты. Вообще говоря, простая спираль - это рабочий орган, который связан с природной системой, имеющей источник, преобразователь, двигатель, но отсутствует система управления. Поэтому можно предположить, что если найти природу этого явления, то удастся управлять эффектом - усиливать и ослаблять его воздействие.

Очевидно, можно еще предложить противоположный эксперимент - посмотреть, что же будет происходить непосредственно в самой катушке - эффект усилится или ослабнет? Возможно, это и будет идеальный эксперимент. Хочу еще раз подчеркнуть, следует попытаться, не призывая специалистов, самим найти идею. Все время держу в голове вопрос - что же это такое?

Захожу в комнату, где стоят книги - беру первую попавшуюся - "Электромагнитные явления и эффекты в веществе и вакууме". М., «Информэлектро», 1985 г. Листаю, ищу, а нет ли чего-нибудь интересного для меня? На странице 7 читаю:

"...и в изменяющееся магнитное поле перпендикулярно к его силовым линиям поместить металлическую (не ферромагнитную) пластинку, в ней начнут протекать круговые индукционные токи. (УФН, 1950, т.72, с.103).

1.10.1. Ток в пластинке может достигать больших величин даже при небольшой напряженности поля, так как сопротивление пассивного проводника мало. Индукционные токи в массивных проводниках называются токами Фуко, или вихревыми токами.

1.10.2. Вихревые токи в пластинке создают собственное магнитное поле. Это поле действует в соответствии с правилом Лоренца навстречу полю возбуждения. Это значит, что пластинка будет выталкиваться из поля. (Так, может быть, эффект

Гулина в этом и заключается: в спирали образуется свое магнитное поле, которое и воздействует на картофель? - В.М.)

Биохимические реакции в организме с участием ионов кальция могут быть ускорены в несколько раз слабыми магнитными полями, сравнимыми по силе с земным магнетизмом. Это может привести к нежелательным последствиям. Особенно опасны для здоровья поля от ЛЭП (В. Леднев, Институт биофизики, Пущино, стр.10-30, 1990 г., № 1728)."

И вдруг вспоминаю Р. Вуда. Не могут ли что-то подсказать в работе Шноля опыты Вуда? "Осенью 1927 года, - рассказывает Вуд [56] - я сделал удивительное открытие. Весной этого года я заметил, что флуоресценция ртутных паров, возбужденная синим светом ртутной дуги, была сильно поляризованной, в чем можно было убедиться по появлению темных полос, пересекающих светящееся пятно, если рассматривать его через призму Николя и кварцевый клин.

Вернувшись осенью в свою лабораторию, я начал работу заново, но не смог получить тех же результатов. Не было видно никаких следов поляризации. Установка и приборы - лампа, ртутная трубка, оптика - ничего не изменилось. Я пытался вспомнить какое-нибудь маленькое изменение, которое я забыл, но ничего не мог вспомнить, кроме того, что передвинул весь стол с места на место.

Как это могло сказаться на опыте?

Очевидно - никак; но не влияло ли магнитное поле Земли? Фантастическая идея! Но я все же повернул стол со всеми приборами в прежнее положение и зажег ртутную лампу. Я посмотрел сквозь Николь и увидел темные полосы на зеленом пятне флуоресценции паров ртути.

Взяв трехгранный напильник, лежащий на столе, я поднес его к трубке, и полосы пропали. Напильник был намагничен. Никогда до тех пор никто не обнаруживал, чтобы такое слабое магнитное поле, как поле Земли влияло на какое-либо оптическое явление, и я сразу же начал работу с Александром Эллеттом, одним из моих лучших студентов.

Исследование заняло два года, ибо по пути мы нашли еще много интересных и сложных явлений с парами натрия. В этом случае мы имеем дело с резонансным излучением - явлением, более простым, чем флуоресценция. Результаты опытов открыли новое широкое поле исследования влияния магнетизма на световые явления, и вскоре появилось много статей других исследователей на эти тему".

(Если под действием магнитного поля Земли изменяются оптические свойства, то возможно изменяются и химические свойства? - В.М.)

Общедоступный генератор гравитации [55]. Это уже вторая публикация по этому эффекту, с которой я встретился.

Е.И. Демин в аудитории Московского общества испытателей природы читал лекцию об экранированном светоиндуцированном воздействии. Свое выступление он сопровождал демонстрационными опытами.

"На столе стояла лампа с колпаком, позволявшим направлять свет узким лучом. Рядом шторка - экран, которую лектор по ходу объяснений заменял другой - деревянную на металлическую, пластмассовую, асбестовую. За экраном размещались крутильные весы - прибор, обычный для физического кабинета. Как только лампа зажигалась, а узкий луч света от нее падал ярким пятном на экран, крутильные весы вздрагивали, а пробное тело, подвешенное на них, немедленно перемещалось в пространстве, как будто бы притягиваемое невидным за экраном лучом света.

Разные экраны, лампы и пробные тела показывали один и тот же эффект: в тени экрана луч света явно притягивал к себе легкое тело. Силовое воздействие, возникавшее каждый раз в тени, зависело от силы света, падающего с той стороны, было пропорционально массе пробного тела на весах и убывало в зависимости от квадрата расстояния тела от экрана. Одним словом, по всем параметрам это было добавочное тяготение. Оно возникало между точкой экрана и телом всякий раз тогда, когда с противоположной стороны на экран падал свет. Но если тяготение действует на свет, задается вопросом московский физик, то должен быть теоретически и обратный эффект, когда свет влияет на силу гравитации. Ведь действие всегда равно противодействию. Не этот ли феномен раскрывается нам в опытах Е. Демина?"

Интересно, можно ли раскачать крутильные весы, если поставить с другой стороны тоже луч света и включать поочередно оба источника света?

Конечно, и в этой системе можно обнаружить полноту частей систем.

Теперь обратимся к вопросу о ресурсах. В технике при решении задач часто используют ресурсы, имеющиеся в самой технической системе. Это все элементы ТС, элементы надсистемы и подсистем, поля и вещества окружающей среды. В частности, приведенные нами внешние воздействия на живой организм также в некоторых случаях можно считать ресурсом. Собственно ресурсы - это то, что

нам как бы ничего не стоит. Например, влага в воздухе, электромагнитные волны и т.д.

При решении научных задач так же необходимо рассматривать возможность извлечения ресурсов для объяснения непонятных явлений. Мы уже ссылались на ресурсы и использовали их. В дальнейшем мы будем их тоже привлекать. Особо подчеркнем один ресурс, который мы не особенно бережем и используем. Это - время, время, которое мы затрачиваем на исследования. Годы уходят, а мы, сделав работу, оглядываемся и видим, сколько напрасного труда было затрачено, сколько можно было бы сделать. Но нет, не сделали, не смогли, не додумали, не поняли подсказок. Несомненно, ресурсы следует искать в себе, окружающих людях, опыте ученых, технологов; в ТРИЗ, в знании физики, химии, биологии и, наконец, в аналогиях.

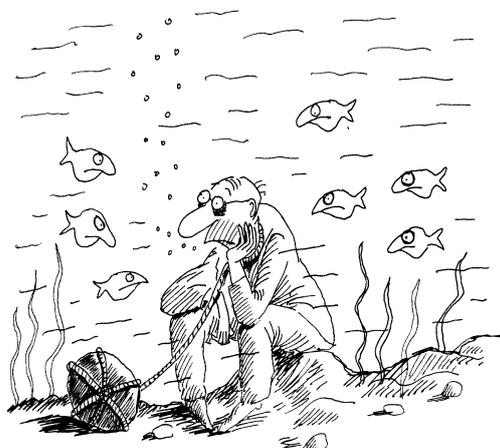
Теперь давайте вернемся к исследованиям Шноля. На наш взгляд, желательно было бы найти такое воздействие, чтобы гistogramмы изменились, то есть чтобы мы изменили скорость хода реакции, обязательно имея параллельный эксперимент - возможно также попробовать воздействие гравитации, тем более приборы такие существуют.

Можно сформулировать противоречия, провести и противоположный эксперимент с другими ферментами и растворителями, а возможно и изменить материал чашек.

Неплохо было бы знать чистоту всех веществ, возможно, при полупроводниковой чистоте также можно увидеть отклонения от обычно получаемых гistogramм. И, наконец, можно поставить вопрос: "Что надо сделать, чтобы такие отклонения были в гistogramмах?" Именно к этому вопросу мы сейчас и перейдем.

*Чтоб выжить и прожить на этом свете
Пока Земля не свихнута с оси,
Держи себя на тройственном запрете:
Не бойся, не надейся, не проси*

Игорь Губерман



ГЛАВА 10. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА РАССЕЛА

Один из биографов Пастера обратил внимание на его способность поставить природу в такие условия, когда она уже не может не выдать свои тайны.

А. Шевелев [8]

Как-то на занятиях я рассказывал о проценте выхода ИС и, в частности, обратил внимание слушателей, что интересно было бы найти причины брака и попытаться получить не 100% годных ИС, а 100% брака.

Б.Л. Злотин развил эту мысль дальше, и я уверен, что в такой интерпретации она стала более сильной, а именно, что надо сделать, чтобы это явление произошло [144]. Почему не сработала моя идея? Я думаю, потому, что брак ИС имеет много причин: это и катастрофические браки - обрывы, царапины, сколы и т.д., это и параметрические браки - загрязнение кремния быстро диффундирующими примесями и пр.

Когда же этот вопрос ставится для задачи в один - два шага, то есть высокая вероятность нахождения ответа. Вернемся к эффекту Рассела.

Первоначальная мысль была о том, что с поверхности кремния в процессе его окисления на воздухе происходит эмиссия молекулярного водорода. Однако H_2 не взаимодействует с фотоземлемой. Что же надо сделать, чтобы $AgBr$, входящий в фотослой, образовывал скрытое изображение? По-видимому, это сможет атомар-

ный водород. Значит, происходит эмиссия H . Как это доказать? Оказалось, что есть очень чувствительный индикатор на атомарный водород - это желтая соль молибдена. Эта соль под действием небольших концентраций атомарного водорода становится синей. Нашли эту соль. Над поверхностью кремния поставили листочек кальки, на которую поместили щепотку желтой соли молибдена. Через пару часов она стала синей. Таким образом, было доказано, что происходит эмиссия атомарного водорода.

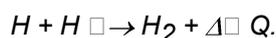
После проведения опытов на открытом воздухе появилась мысль: а что будет, если пластину кремния поместить в воду? В этом случае окислителя - воды - более, чем достаточно. Это очевидно, противоположный эксперимент. Через 20 часов экспонирования был получен снимок, подтверждающий, что все, как мы предполагали, но только время экспонирования пришлось увеличить с 5 минут при контакте Si - ФП до 20 часов.

Что делать дальше? Что исследовать? И тут опять появилась мысль: а что будет, если посмотреть выделение водорода в электрохимической ячейке - на катоде, где, как известно из курса химии, происходит выделение молекулярного водорода. Собрали ячейку и поставили над катодом фотопластинку. Оказалось, что с катода происходит выделение и атомарного водорода, и возбужденных молекул водорода. Так как мы проверяли гипотезу качественно, то было проведено несколько опытов, каждый из которых подтверждал гипотезу. Однако, время экспонирования составляло часы. Нас больше заинтересовала проблема перенапряжения водорода на катоде, так как по последним имеющимся в нашем распоряжении данным механизм образования перенапряжений до сих пор не очевиден. Это исследование приведено в главе 26.

Теперь обратимся к возбужденным молекулам водорода. Поведение H_2^* может быть различным. Так, еще Вуд наблюдал, как в токе атомарного водорода вольфрамовая спираль раскалялась добела. Увидев спираль, на которую не подавалось никакого напряжения, раскаленной, Вуд пришел в изумление. Совместно с Астоном они искали наводки на вольфрамовую спираль, хотя было очевидно, что никакие наводки не смогут нагреть спираль до такой высокой температуры. Надо отдать должное Вуду: через несколько дней он понял, что это явление связано с рекомбинацией атомарного водорода на вольфраме; он опубликовал статью [56, 57]. Очень возможно, что Вуд задавал себе вопрос - что надо сделать на вольфраме, чтобы он раскалился? Ответ был найден, и Вуд сделал сообщение на фирме «Дженерал Электрик», где присутст-

вовал Лэнгмюр, который буквально за несколько дней провел работу и запатентовал водородную сварку.

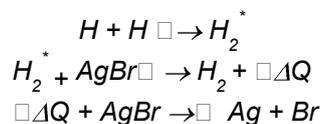
Таким образом:



В нашем случае при работе с фотопластинками мы считали, что реакция идет по формуле:



Рассматривая черные отпечатки, складывалось впечатление, что это не столько отпечатки, сколько угольные реплики - это был как бы "сожженный" фотослой. Что надо сделать, чтобы получались такие слои? По-видимому, использовать реакцию, обнаруженную Вудом:

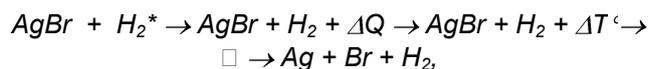


Как только удалось показать, что могут происходить две реакции, я стал обдумывать результаты двух опытов, которые мне не удавалось объяснить.

Исследуя эффект Рассела, мы снимали зависимость плотности почернения ФП от расстояния до пластинки кремния. Эта зависимость приведена на рис. 25а.

Удалось обнаружить удивительную картину. Имея очень маленькое расстояние, порядка 1-2 мм, и подышав несколько раз на ФП перед ее постановкой над поверхностью кремния, можно наблюдать, как в фотослое на ФП образуются чередующиеся кольца - в центре черное пятно, окруженное белым кольцом, затем - черное кольцо, опять белое и т.д. (рис. 25б). Можно подобрать такое расстояние, что эти кольца становятся достаточно четкие, хотя обычно они имеют диффузный характер. Когда мы впервые увидели эти кольца, то сложилось мнение, что это кольца Ньютона. И очень хотелось, чтобы эта картина могла найти объяснение в рамках интерференции. Однако это, конечно, никакая не интерференция. И вот был придуман ответ на вопрос: "Что надо сделать, чтобы...?"

Если допустить, что H_2^* рекомбинирует на зернах $AgBr$ с выделением тепла, то



то есть происходит разогрев зерен $AgBr$ с выделением Br .

Бром начинает диффундировать с краев основного черного пятна и, взаимодействуя с зернами $AgBr$, делает их менее чувстви-

тельными к H_2^* , или просто соединяется с H_2^* , то есть образует HBr .

На рис. 25 показан ход потока возбужденных молекул водорода (б) и изображение (в), полученное в экспериментах. Очевидно, поток, огибающий ФП, доходит до области 2, где уже не действует Br от основного пятна, и тогда начинает возникать новое почернение с диффузией брома в противоположные стороны.

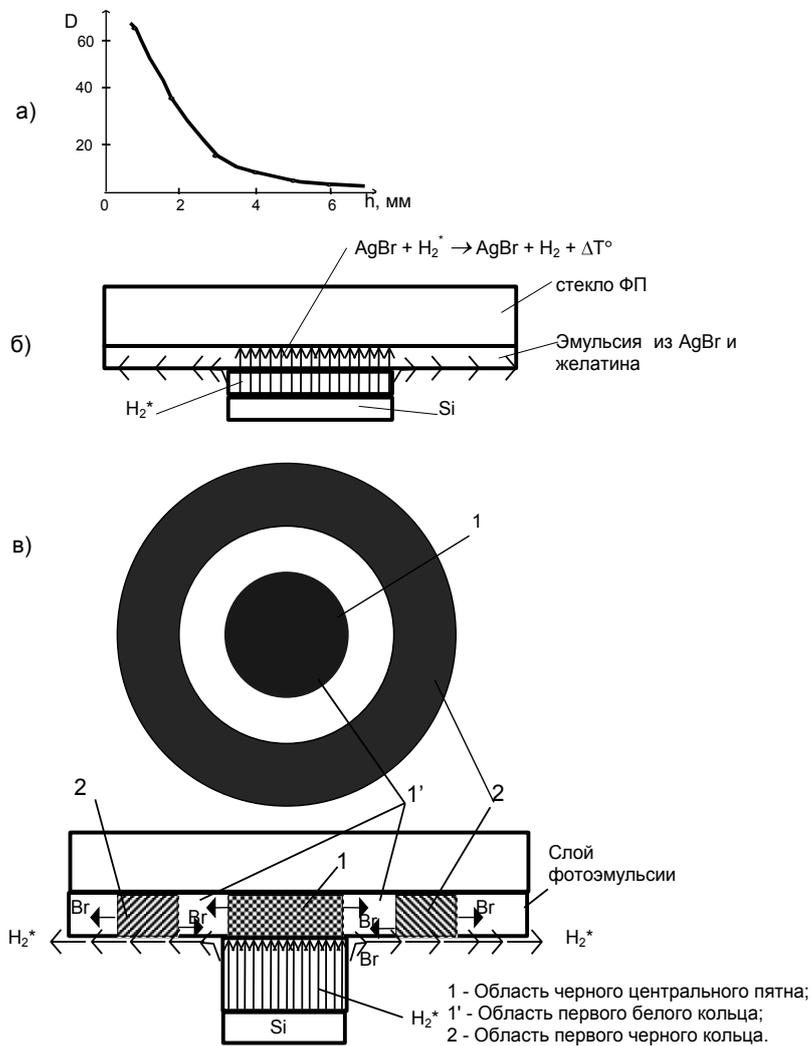


Рис. 25. Исследование эффекта Рассела:

а - зависимость оптической плотности почернения D фотопластинки от расстояния h до пластины кремния;

б, в - получение кольцевой картинки на ФП.

Практически на всех фотографиях, полученных от контакта кремния и ФП, всегда вокруг центрального черного пятна присутствует белое кольцо, то есть черное пятно, окаймленное белым кольцом. Довольно долго я не мог найти ему объяснение, если не сказать более, я не хотел, не желал его искать и даже замечать. Это тоже любопытный парадокс - видеть и в то же время не видеть, не замечать, если не можешь объяснить. Объяснение очевидно - это бром, который диффундирует из центрального пятна в разные стороны и взаимодействует с H_2^* . Часть H_2^* соединяется с бромом, а оставшаяся часть H_2^* не создает почернения, так как чувствительность AgBr не высока.

И, наконец, один любопытный результат, который удалось получить только один раз из 100 опытов. Изучая эффект Рассела, проверяя гипотезы, выдвинутые различными авторами, мы использовали разные фильтры, которые размещали между кремнием и фотопластинкой. Это были: бумага, черная бумага, в которой хранятся фотопластинки, калька, пористый фильтр Шотта, напыленные на кальку слои алюминия или свинца, вода, спирт. Во всех случаях наблюдалось образование скрытого изображения, т.е. H_2^* проходит через эти вещества. Однако, через стекло, кварц, целлофан H_2^* не проникают. Тем не менее, один раз нам удалось зафиксировать образование скрытого изображения при использовании кварцевого фильтра. Схема опыта и полученный снимок показаны на рис. 26. Очевидно, в этом опыте произвольно были созданы условия, при которых произошло возбуждение атомов кремния на поверхности, причем это возбуждение снялось не сразу - спонтанно, а медленно, и это возвращение атомов в нормальное состояние сопровождалось эмиссией света.

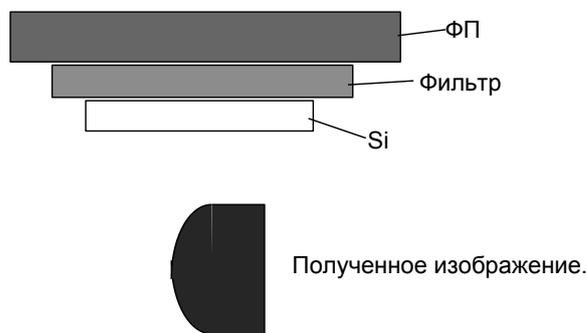


Рис. 26. Уникальный случай образования скрытого изображения при разделении ФП и кремниевой пластины кварцевым фильтром.

Теперь мы можем к уже приведенным выше рекомендациям добавить еще одну. Задавайте почаще себе вопрос: "Что надо сделать, чтобы это произошло?" или: "Что сделала бы Природа, чтобы образовалось, получилось то, что получилось?"

Для дальнейших исследований эффекта Рассела можно предложить следующее.

1. Энергию, выделяемую при образовании молекулярного водорода (H_2) в процессах влажного окисления металлов, можно использовать более эффективно.

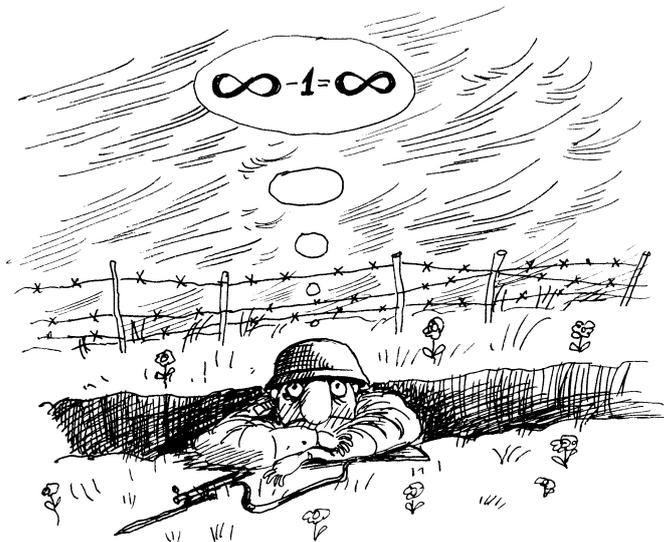
2. Следовало бы посмотреть, присутствует ли реакция $H_2^* + x \rightarrow H_2 + \Delta E$ в живом и растительном мире. "Главный конструктор" – несомненно, её использовал. Ведь, практически, эта энергия из ничего, без затрат. Это - *самопроизвольный* процесс окисления.

3. Эту реакцию можно использовать как индикатор для определения концентрации водорода (вспомните опыт Р. Вуда с самонакаливанием вольфрамовой спирали в потоке атомарного водорода) или для прибора, в котором тонкие слои металлов или желатина изменяют структуру под действием выделяемой энергии (ΔE). Фотоэмульсия, например, изменяет свой цвет вплоть до чёрного (обугливается).

4. На катоде электрохимической ячейки при электролизе воды происходит образование возбуждённых молекул водорода ($H+H \rightarrow H_2^*$), которые частично уходят с катода и частично рекомбинируют, нагревая катод. Следует научиться использовать эту энергию, например, для создания дополнительной ЭДС, частично компенсирующей перенапряжение на катоде.

*В час важнейшего в жизни открытия
Мне открылось, гордыню гоня,
Что текущие в мире события
Превосходно текут без меня .*

Игорь Губерман



ГЛАВА 11. ВЕПОЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

Записывая условия задачи в вепольной форме, мы отбрасываем все несущественное, выделяя причины возникновения задачи, то есть «болезни» технической системы, например, недостроенность веполя.

Г.С. Альтшуллер

Автор ТРИЗ Г.С. Альтшуллер ввел в [6] интересное новшество - он предложил *вепольный* анализ (ВА). Суть его подхода состоит в том, что он любые вещественные объекты - от ядра атома до галактик, станок, машину, инструмент, изделие - предложил обозначать одной буквой В (Вещество). Однако один объект (V_1) всегда взаимодействует с другим объектом (V_2). Взаимные воздействия можно изобразить противоположно направленными стрелками:

$$V_1 \rightleftarrows V_2$$

Направление стрелки указывает направление воздействия. *Одностороннее* воздействие V_1 на V_2 обозначается так:

$$V_1 \rightarrow V_2$$

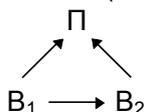
Сужающейся стрелкой мы будем обозначать *слабое* воздействие V_1 на V_2 :



Если объекты не взаимодействуют, то стрелки совсем не указываются:

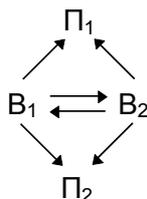


При взаимодействии двух объектов между ними может возникнуть некоторое *поле* (обозначим его П) или несколько полей различной природы (П₁, П₂ и т.д.). *Вепольем* будем называть *схему* взаимодействия различных объектов (веществ) и полей, например:



Здесь объект V₁ воздействует на V₂ и в результате возникает поле П. Этот веполь моделирует, например, задачу взаимодействия обрабатывающего инструмента (V₁) с заготовкой (V₂), в результате которого возникает некоторое поле (П).

Веполь, в котором обозначены *взаимные* воздействия и возникает два различных поля (П₁ и П₂), можно изобразить так:



Если объект вепольного анализа содержит несколько вещественных и полевых компонент (например, пластина кремния покрытая окислом и напылённым алюминием при определённой температуре), то его в схеме ВА можно изобразить *последовательно* символов:



где: V₁ - кремний, V₂ - окисел кремния, V₃ - слой напылённого алюминия, П_T - температура объекта.

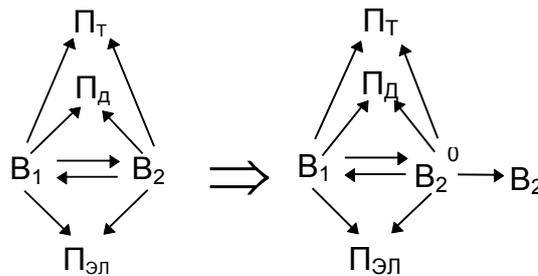
Термин *веполь* происходит от сокращения названия двух основных объектов взаимодействия: *вещества* и *поля*. Если с понятием *вещество* все более или менее понятно (это - любой вещественный объект), то *поле* - значительно более сложное понятие. Природа полей очень многообразна. В рассматриваемых нами задачах следует учитывать все многообразие полей.

Сам автор ТРИЗ применяет термин «поле» значительно шире, чем в физике. Он полагает [6], «что поле - это пространство, каждой точке которого поставлено в соответствие некоторая векторная или скалярная величина. Подобные поля часто связаны с веществами-носителями векторных или скалярных величин. Мы будем применять термин «поле» очень широко, рассматривая наряду с «законными» физическими полями и всевозможные «технические» поля - тепловые, механические, акустические и т.д. Два вещества могут быть самыми различными, но они необходимы и достаточны для образования минимальной технической (а по нашему мнению и биологической) системы, получившей название «веполь»».

Например, токарный резец V_1 взаимодействует с заготовкой V_2 . В результате такого взаимодействия возникают:

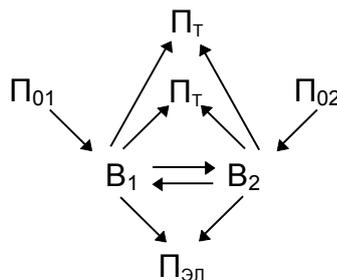
- температурное поле Π_T в месте контакта V_1 и V_2 ,
- контактная разность потенциалов - электрическое поле. $\Pi_{эл.}$,
- давление резца на заготовку - поле давления Π_D .

Вепольную схему процесса снятия резцом металла заготовки можно показать так:



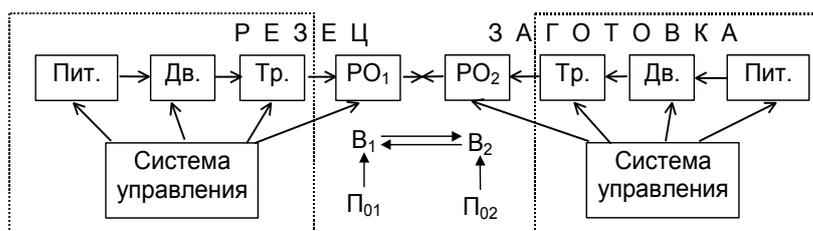
Символ \Rightarrow обозначает преобразование исходной вепольной схемы в другую, где учитывается отделение вещества стружки (V_2') от вещества заготовки и образование окончательной детали (V_2^0).

Учтем в исходной схеме ВА поля (Π_{01}, Π_{02}), связанные с движением резца и заготовки:



Поля Π_{01} и Π_{02} образуются в частях схем ЗПЧС, показанных ниже пунктиром.

Теперь представим вращающуюся заготовку и подающийся на её обработку резец как взаимодействующие *рабочие органы* (PO_1 и PO_2) металлорежущего станка и изобразим их в составе схем ЗПЧС:



где: Пит. - орган энергопитания,

Дв. - двигатель,

Тр. - трансмиссия,

Π_{01} - поле сил подачи, связанное с резцом PO_1 ,

Π_{02} - поле сил вращения, связанное с заготовкой PO_2 .

(Под рабочими органами изображены их реальные взаимодействия с остальными частями ЗПЧС-схем, обведёнными пунктиром.)

Очевидно, что в процессе токарной обработки возникают и другие поля - звуковое, вибрационное и т.п. Здесь они не показаны, чтобы не усложнять реального анализа.

Что дают такие схемы решателю? Вот несколько советов по методике решения творческих задач с помощью этих схем:

С помощью схемы ВА можно рассматривать любые процессы и выявлять различные поля и преобразованные вещества.

К составлению, схем ВА следует относиться творчески. Решая задачу, желательно сначала составить схему взаимодействия веществ и затем перейти к взаимодействиям с полями.

В схеме ЗПЧС легко увидеть, соответствует ли рассматриваемая система этому закону и, если нет, можно определить, какие элементы в ней отсутствуют, и как её следует дополнить.

Если можно получить хотя бы небольшую подсказку для решения задачи с помощью какой-либо схемы или метода, то их следует использовать.

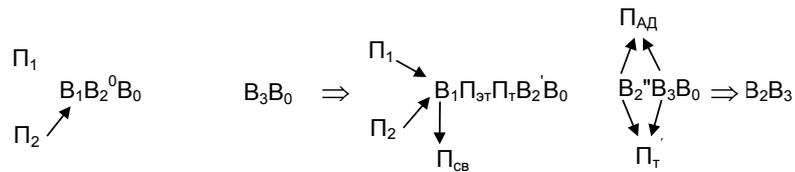
Рассмотрим два примера решения технологической и биологической задач.

Вакуумный термический процесс напыления алюминия на поверхность кремния. Ранее, когда кремниевые пластины были неподвижны, было очевидно, что подсистемы откачки воздуха из

под колпака и нагрева спирали, на которой размещается распыляемый металл, можно изобразить схемой ЗПЧС, а саму пластину - нет.

Представим процесс напыления на неподвижную и не нагреваемую пластину в вепольной форме.

В начале процесса, когда система подогрева спирали выключена, вепольная схема выглядит так:

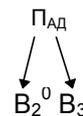


В начале процесса напыления.

В процессе напыления.

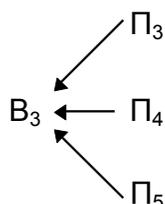
- где: V_0 - вещество вакуума,
 V_1 - спираль нагрева алюминия,
 V_2^0 - алюминий в исходном состоянии (перед напылением),
 $V_{2,}$ - остаток алюминия на спирали,
 V_2 - алюминий, осажденный на кремниевой пластине до конца процесса напыления,
 V_3 - кремниевая пластина,
 P_1 - поле, связанное с нагревом спирали,
 P_2 - поле, связанное с получением вакуума под колпаком,
 $P_{ЭТ}$ - поле, связанное с электротоком в спирали,
 $P_Т, P_Т$ - тепловые поля, связанные с нагревом спирали и пластины.
 $P_{СВ}$ - поле светового излучения спирали,
 $P_{АД}$ - поле сил адгезии (сцепления) напыленного алюминия с кремнием.

Вепольная схема кремниевой пластины с полностью напыленным на неё алюминием выглядит так:



Здесь предполагается, что весь исходный объем металла перешел на пластину.

Теперь технология изменилась. Пластину кремния стали нагревать, покачивать, вращать вокруг своей оси, и поэтому появилась возможность применить схему ЗПЧС и к этим процессам, причем к каждому из них в отдельности. Если подсистемы нагрева, покачивания и вращения пластины изобразить схемами ЗПЧС и обозначить соответствующие им поля как П₃, П₄ и П₅, то веполю пластины примет следующую форму:

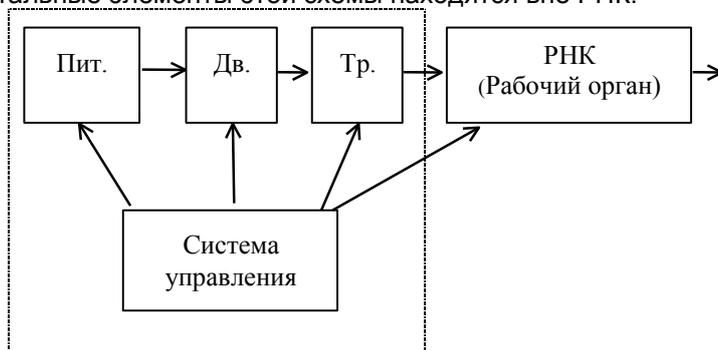


Второй пример - из области биологии.

Каталитическая способность РНК. Выше была описана неизвестная каталитическая способность РНК. Суть ее состоит в том, что РНК сама из себя самой вырезает незначительный кусочек, называемый *интроном*. Как это происходит, по-видимому, не ясно.

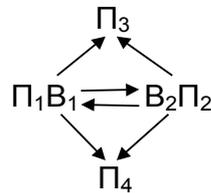
Попытаемся поискать варианты объяснения и постановок экспериментов с помощью схем ЗПЧС и ВА.

Мне представляется, что могут быть два крайних случая. Первый, когда РНК представляет собой *рабочий орган* схемы ЗПЧС, а все остальные элементы этой схемы находятся вне РНК:



Где находятся и как реализуются эти элементы, пока неясно.

Во втором случае все элементы ЗПЧС располагаются в самой РНК (по аналогии с мышцей). Здесь РНК удобнее представить следующей схемой ВА:



где: V_1 - вещество РНК,
 V_2 - среда, в которой расположен РНК,
 Π_1 - поле имитирующее все элементы ЗПЧС для РНК, кроме
рабочего органа,
 Π_2 - то же для среды,
 Π_3, Π_4 - поля, возникающие от взаимодействия V_1 и V_2 .

Между этими двумя вариантами могут быть и промежуточные. Например, элемент питания для РНК находится в среде, а двигатель - в РНК, и т.д.

Можно поставить вопрос: "Куда уходит вырезанный интрон, и что с ним происходит?" Интрон попадает в среду V_2 и его составляющие, по-видимому, используются для питания и образования элементов других молекул РНК либо для повышения концентрации молекул среды.

Итак, схема ЗПЧС позволяет хотя бы в первом приближении объяснить, как РНК сама себя "оперирует".

Я думаю, теперь можно также утверждать, что приступая к решению любой научной или производственной задачи (например, поиску причин брака), следует воспользоваться вепольным анализом.



ГЛАВА 12. ОБЪЕДИНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СИСТЕМ

В то время, как большинство людей быстрее всего замечает разницу между похожими предметами (альтернативные системы - В.М), для Бора было естественно находить общее в крайне противоположных явлениях.

О. Клейн [17]

На самом деле у России не две, а три беды: дураки, дороги и дураки, указывающие дороги.

Борис Крутнер.

В диалектике известна триада *тезис - антитезис - синтез* (триада 1). Если вспомнить о противоположном эксперименте, то он отлично подходит под эту триаду, и наш подход может быть назван *методом тройного эксперимента*, когда следует проводить три эксперимента - первичный, противоположный и, наконец, третий - "решающий".

Третий эксперимент исследователь выбирает сам, причем, естественно, желательно предсказать его результат. Если предсказание оправдалось, то сделан шаг вперед и можно продолжать исследование. Если же нет, то следует искать более подходящий противоположный эксперимент и опять предсказать третий.

Если существует закон единства и борьбы противоположностей - тезис, то должен быть и антитезис - закон единства и взаимопо-

мощи противоположностей. Синтез же будет заключаться в том, что оба закона работают совместно.

В одном из номеров журнала «Химия и жизнь» так рассказывается об исследованиях профессора ботаники университета американского штата Массачусетс Лин Маргулис:

“Созданная ею теория противоречит известному учению Дарвина, согласно которому жизнь развивается по неумолимым законам джунглей. Однако, теория и сама, похоже, претерпевает эволюцию. Еще в начале века русский антидарвинист Андрей Каминцын, трагически погибший в 1917 году, высказал мысль, что доминирующую роль в эволюции играет не борьба видов по Ч. Дарвину, а сотрудничество, симбиоз видов. Возьмем в качестве примера хотя бы клетки. В течение первых 2-3,5 миллиардов лет существования жизни на Земле планету населяли только бактерии - простейшие безъядерные клетки, известные как прокариоты. А клетки грибов, растений и животных - так называемых высших организмов - обладают ядрами и называются эукариотами. Так вот, в начале 60-х годов, оперируя на весьма скудном фактическом материале, имевшемся в то время, профессор Маргулис высказала мысль о том, что эукариоты появились благодаря тому, что разные виды прокариотов вступили в симбиоз, и разные части нынешних клеток некогда представляли собой отдельные виды примитивных бактерий.

Первобытные бактерии могли двигаться и размножаться, некоторые из них научились нападать на другие виды живых организмов, поедая их. А самое главное, они овладели тайной наиболее важных для жизни химических процессов - извлекать энергию из солнечных лучей, усваивать кислород из воздуха. Но все эти дары природы были широко рассеяны в популяции - ими по-разному обладали разные виды бактерий. Поэтому в борьбе за эволюционное превосходство некоторые микроорганизмы стали объединять свои силы. Многие биологи ныне придерживаются точки зрения, что митохондрии, т.е. «устройства», которые в клетке отвечают за выработку энергии, и пластиды - органеллы, способные перерабатывать энергию солнечного света, развились от двух разных бактерий. По теории профессора Маргулис, это могло произойти примерно так. Хищная бактерия, дышащая кислородом, напала на более крупный микроорганизм, не способный усваивать кислород, зато умеющий выдерживать, скажем, высокие температуры и углекислотность среды. «План» хищника состоял в том, чтобы внедриться в свою жертву и пожрать ее изнутри. Но, осуществив первую часть своего плана, т.е. благополучно внедрившись в тело жертвы, хищник

постепенно растратил часть своего генетического материала и впал в зависимость от своей жертвы, вступив с ней в симбиотические отношения. Таким образом, очевидно, некоторые бактерии обзавелись митохондриями. Спустя около 100 млн. лет аналогичным образом образовались и пластиды, когда микроорганизмы, пожирающие бактерий, обладавших способностью к фотосинтезу, не смогли потом переварить их.

Во всяком случае, ныне известно достаточно определенно, что митохондрии и пластиды обладают собственным генетическим материалом и клеточной стенкой, по своим размерам не уступают многим бактериям и даже способны вырабатывать собственные аминокислоты.

Все это указывает на то, что в прошлом митохондрии и пластиды были независимыми микроорганизмами."

Мы видим синтез.

При решении технических задач сейчас начинают сознательно использовать метод, который получил название «объединение, альтернативных систем» [60]. Суть его в том, что выбираются две системы, которые выполняют одну и ту же функцию (вспомните - "они овладели тайной наиболее важных для жизни химических процессов - извлекать энергию...").

Например, создавать, разрушать, пропускать, тормозить, перевозить и т.д. Однако каждая система при выполнении этой функции имеет свои достоинства и недостатки. Суть метода - на базе простейшей из этих двух систем создать третью, новую, выполняющую ту же функцию, но не обладающую недостатками обеих систем, а если возможно, то приобрести их достоинства.

Вообще-то говоря, этот метод подходит под триаду «тезис 1 - тезис 2- синтез 1 и 2» (Триада 2). Таким образом, можно делать попытки находить объяснения гипотез, теорий и экспериментов, привлекая триаду 1 и триаду 2. Обратимся к примерам. В том же журнале «Химия и жизнь» приведена статья «Кровоопийцы снова за работой». Вот что пишет автор этой статьи:

*"Понятно, что для заживления ран полезно ускорить свертывание крови. Но иногда, например, для борьбы с тромбозами или с застоем крови после ряда хирургических операций, очень нужен и прямо противоположный эффект. В поисках кроверазжижающих средств врачи сейчас вновь обратились к совсем было забытым пиявкам. Слюнные железы европейских пиявок *Hirudo medicinalis* вырабатывают гирудин - белок, задерживающий свертывание крови; гигантская амазонская пиявка производит хеметин, способный растворять даже тромбы; антισταзин, вы-*

деляемый мексиканской пиявкой, также замедляет свертывание крови, но действует на иные стадии процесса...»

Свертывание - разжижение. Должен быть и синтез - совместное, поочередное воздействие.

Далее следует две интересные выдержки из писем, опубликованных в биографии Ю. Либиха [61]:

«Господин Фрицше - один из тех, кого тянет на разбой. Когда он узнает, что какой-нибудь химик предпринял многообещающее исследование, он тут же начинает заниматься тем же, однако не для того, чтобы ему помочь, оказать ему услугу или нести вместе с ним бремя: нет, подобно пирату, он пытается его обчистить.»

Очевидно, если есть порядочные, то обязаны быть и пираты! И те, и другие сосуществуют.

“Открытие безводных кислот принадлежит к наиболее ярким открытиям последнего времени, а объяснения, данные Вами их образованию, кажутся мне столь же простыми, как и изящными. Замечательно, что две теории, ранее противостоявших одна другой, как будто слились теперь в единую теорию, объясняющую все явления в духе обоих воззрений”.

Мы должны высказать мысль, что дарвинизм будет объединен с теорией Маргулис, если верна триада 1.

А.Берлин пишет [62]: *“В журнале «Наука и жизнь» (№1, 1990г.) помещены три статьи о проблемах гомеопатии, о ее сторонниках и противниках. Принцип гомеопатии - лечить подобное подобным с использованием малых доз лекарств. (Вспомните о полупроводниках - В.М.)*

Принцип аллопатии - лечение противоположным.

Несомненную эффективность гомеопатических средств при некоторых заболеваниях объясняет принцип Ле-Шателье: если на систему, находящуюся в равновесии, подействует извне какой-либо фактор, то внутри этой системы развиваются процессы, направленные против действия этого фактора.

Как лечит, например, гипертоническую болезнь врач-аллопат? Он знает несколько механизмов регуляции артериального давления (АД). С помощью лекарств, вмешавшись в два-три известных ему механизма регуляции, врач-аллопат снижает артериальное давление. При этом, согласно принципу Ле-Шателье, все остальные, не задействованные врачом, факторы регуляции, начинают работать на повышение давления. Именно поэтому для эффективного лечения гипертонической болезни аллопат вынужден назначать постоянный прием лекарств, увеличивая дозу с течением времени.

Гомеопат, лечащий подобное подобным, использует компенсаторные возможности организма. Он применяет мини дозу лекарства, повышающего артериальное давление. Все факторы регуляции давления начинают работать на его понижение, это приводит к стабилизации артериального давления на более низких цифрах. Интересно с этой точки зрения определить сферы влияния гомеопатии и аллопатии.

Аллопатия эффективна при острых заболеваниях, когда повреждающий фактор настолько агрессивен, что организм «идет вразнос», перестает быть «системой», находящейся в равновесии.

Аллопатические средства устраняют повреждающий фактор или уменьшают его воздействие. Гомеопатическое лечение предпочтительней при хронических заболеваниях, когда в организме устанавливается равновесие и принцип Ле-Шателье начинает работать”.

Аллопатия и гомеопатия должны объединиться. Их синтез даст новый эффект. Отметим, что мы второй раз встречаемся с малыми добавками.

Вот еще информация [63], которая тоже проливает свет на работу триады:

“В каждом клеточном ядре имеются хромосомы, иногда видные в обычный микроскоп. По всей длине хромосомы расположена одна гигантская молекула ДНК, которая и является «собранием» части наших генов. Естественен поэтому интерес к ней ученых-генетиков, стремящихся получить ее в чистом виде для дальнейшего анализа. Но тут появляются технические трудности. Отделять ДНК от тела хромосомы приходится химическим путем, всевозможными реактивами. После такой очистки ДНК не остается целой - в наличии всегда имеются только большие и малые ее куски. Изучая их, исследователи, как правило, только совершенствуют технику эксперимента, учатся осторожному обращению с нежной макромолекулой и многому другому. И только один раз в 1987 году в журнале «Nature» была обнародована смелая догадка - а что, если эти куски совсем никакие не обломки большой ДНК, а самостоятельные свободные макромолекулы?

Сегодня эта догадка подтверждается опытами, проведенными в московском Институте канцерогенеза Онкологического научного центра РАМН. Используя метод радиоактивного лечения, ученые обнаружили в ядрах разных клеток постоянно присутствующие там настоящие свободные и независимые от хромосом «небольшие» молекулы ДНК. Если хромосомная ДНК имела до 150

миллионов пар нуклеотидов, то эти молекулы содержали от 50 до 300 тысяч таких пар.

По данным исследования, синтез свободных ДНК, кроме того, никак не связан со стадиями клеточного деления. Назначение этих новых участников генетических процессов в ядре представляется пока загадочным.

Итак, есть большая ДНК (тезис 1) и есть малая свободная ДНК (тезис 2), но нет синтеза, пока их функции непонятны, загадочны. Однако, если рассматривать эти две ДНК с точки зрения их размеров, то, по-видимому, можно говорить: тезис - большая ДНК, анти-тезис - малая ДНК, синтез - загадка. Задача очень интересная. А может быть, малые ДНК - это ресурс для воспроизводства копии большой ДНК?

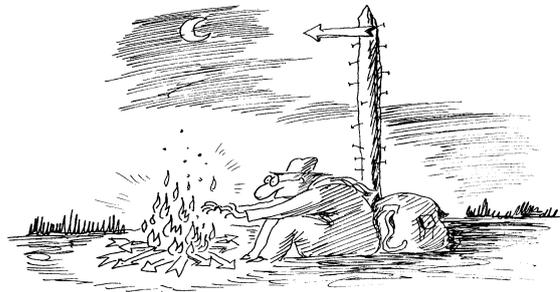
В этом же номере Никита Максимов в статье «Жизнь длиною в один метр» пишет: *“Для восстановления исторической справедливости необходимо напомнить, что одним из первых указал на то, что рак - болезнь генома, отечественный исследователь Лев Александрович Зильбер, который сформулировал вирусно-генетическую теорию возникновения рака, объединив (синтез - В.М.) две теории, существовавшие до него, вирусную и генетическую”.*

Если мы говорили «тезис 1 и тезис 2», подразумевая одно название или одно свойство, то в последнем примере речь идет о совершенно различных, разнородных понятиях - вирус и ген. Поэтому триаду можно представить, как тезис 1 - тезис 2' - синтез 1-2'.

Надо полагать, что в теории Л.А. Зильбера произошло не механическое объединение 2-х теорий, а из каждой было взято все, что лучше всего поясняло появление рака.

*В цветном разноголосом хороводе,
В мелькании различий и примет
Есть люди, от которых свет исходит,
И люди, поглощающие свет”*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 13. ГДЕ ИСКАТЬ ОТКРЫТИЯ?

Таким образом, все в природе эволюционирует на всех уровнях - ядерном, атомном, молекулярном и космическом.

Ж. Дюшен [64]

Я уже писал о диссимметрии и предложил постулат. Исходя из этого постулата, можно утверждать, что везде, где есть неравенство - диссимметрия, можно искать новые явления. Более общо можно утверждать, что в любой точке пространства внутри Земли, на ее поверхности, в космосе, в любом объекте животного и растительного мира есть явления и эффекты, о которых мы не знаем или знаем мало и не можем объяснить.

Диссимметрия может быть усилена, например, за счет температурных, электромагнитных, магнитных, звуковых и ультразвуковых полей, изменения давления и т.д. Это может быть несколько иная физика и химия, биология и кристаллография. Если же говорить более конкретно, то можно утверждать - ищите диссимметрию и исследуйте ее по разным свойствам. Очевидно, это не единственная рекомендация.

Одним из мест, где можно искать и сделать открытие - это изучение различных видов брака в различных технологических процессах. Эти браки образуются случайно и в этом их "сила". Мы используем случайность как закономерность. Далее, определив причину, можно рассмотреть эту причину для различных областей науки - в этом случае может повезти и мы сделаем открытие. Приведу пример, который меня поразил.

Я приношу извинения за длинную цитату, но она достойна этого. Выдержка из доклада А.И. Молчанова на мозжинской школе 1989 года [49]:

"На одной из наших школ с большим докладом, наполненным глубоким философским смыслом - я, правда, не люблю этого слова и потому заменяю его на «методологическим» - выступил Кирилл Павлович Флоренский. К сожалению, аудитория наша не готова была в тот момент оценить его мысли по достоинству. А теперь, когда Кирилл Павлович, к горькому сожалению, вдруг неожиданно скончался, не у кого спросить, на каком фундаменте покоилась построенная им теория. Конечно, я при жизни Кирилла Павловича предполагал, что на его научные взгляды не мог не оказывать серьезного влияния Павел Александрович Флоренский, один из самых оригинальных русских мыслителей, но в то же время задать прямой вопрос на подобную тему было по меньшей мере поступком некорректным - ведь имя Павла Флоренского только теперь становится произносимым в нашей науке.

Философ, мыслитель, создатель множества богословских трактатов, отец Павел вместе с тем автор и такой, например, работы, как «Мнимости в геометрии», где он стремится доказать неевклидовость геометрии Дантова «Ада». Как и многие другие выдающиеся умы нашей страны, он испил горькую чашу сталинских репрессий, которая не обошла и священнослужителей.

Вот перед вами трактат Павла Флоренского, названный им «Стопп и утверждение истины». Это огромное произведение, чрезвычайно трудное для понимания и тем более для изложения. Я возьму из него всего одну мысль и перескажу ее так, как я понял.

Восемнадцать веков христианства он делит на три крупных периода, различающихся по типу веры, или, пользуясь более близкой нам терминологией, по подходу к оценке истинного знания об окружающем мире.

Всем памятна приписываемая Тертуллиану фраза, дошедшая до нас из II века: «Credo, quia absurdum» - «Верю, поскольку абсурдно». Мир так огромен, а я так мал перед ним, что не остается ничего другого, как верить в открывшуюся, самую невероятную, нелепую истину, будь то убеждение толпы, или некие заповеди, или собственное прозрение. Но проходит девять веков и Ансельм Кентерберийский произносит другую формулу: «Credo ut intellegium» - «Верю по разуму». То есть запас знаний уже достаточно велик, чтобы можно было соотносить символ веры с реалиями бытия, сравнивать то, что утверждается, пусть даже самыми признанными авторитетами, с тем, что подлинно известно. И, наконец, слова, написанные Павлом Флоренским уже в нашем, XX веке в знаменитой Троице-Сергиевой Лавре: «Intelligo

ut credam» - «Разумен по вере». Иными словами, истинное понимание основано на интуиции, родившейся, в свою очередь, на основе огромного количества накопленных человечеством разносторонних знаний. Вот этот подход и впитал, на мой взгляд, Кирилл Павлович Флоренский, ибо, чем иным, кроме отточенной интуиции ученого, базирующейся на многолетнем изучении природы, можно объяснить главную идею его доклада на нашей школе - его гипотезу, прозрение, прорыв в неизведанное, называйте, как хотите.

"Я дарю вам десять миллиардов лет", - сказал тогда Кирилл Павлович. Но зачем нам этот царский подарок? А затем, что без него ни одна эволюционная теория не может сколько-нибудь путно объяснить, каким образом за непостижимо короткое время на Земле появились не только живые, но и разумные существа. Времени для этого катастрофически не хватает. И вот, чтобы дать возможность выбраться из тупика, возникшего в современном эволюционном учении, один из основателей нашей школы предположил, что протопланетное облако, из которого образовалась наша планета, тоже эволюционировало. В этих первозданных сгустках материи шли процессы, бывшие уже не совсем физические или химические - их по праву можно назвать предбиологическими. Ведь что смущает исследователей тех додобиблейских времен? Что сложные молекулы, случайным образом создавшиеся при соединении различных элементов, с этой же самой вероятностью должны разрушаться ионизирующим излучением. Но вот вокруг Земли начинает создаваться первичная атмосфера. Тогда на границе ее появляется возможность возникновения чуда: «склеившиеся» молекулы уходят под защиту атмосферы, задерживающей излучение. Вместо литорали океанской - линии одномерного объекта - в качестве инкубатора жизни предлагается литораль космическая, двумерная - поверхность гигантской сферы, окружающей юную Землю.

Вот этот двойной подарок - пространственный и временной, ибо период возможного зарождения жизни неизмеримо расширяется при этой гипотезе - меня лично потряс. И тогда впервые мои подозрения, что глубочайшая культура мышления, достигнутая Павлом Флоренским, неизбежно должна была воздействовать на его сына, стали уверенностью. Ведь в конце концов культура - не сохранение церквей и даже не борьба за чистоту языка, а умение мыслить".

Вот как он нашел десять миллиардов лет! Там, где вроде бы никто не искал, а если искал, то не мог преодолеть "психологический барьер" воздействия излучения.

Перейдем теперь к законам развития ТС, которые, по-моему, могут быть успешно применены исследователями для получения информации об изучаемой системе и могут помочь в выдвижении гипотез. ЗПЧС мы уже рассмотрели. Следует только сказать, что существует много систем, которые не имеют обе “полноты” и это надо иметь ввиду. Это в технике. В природе, как правило, все системы имеют две полноты. Мы уже упоминали о законе неравномерности развития всего сущего. В то же время следует иметь ввиду, что должен существовать закон равномерного развития объекта. Например, рост плода, рост и развитие детей. Может, все, что должно развиваться - развивается равномерно в соответствии с заложенной программой. Однако, довольно часто у детей возникает целый ряд неожиданностей. Например, быстрый рост организма приводит к плохой работе легких. Неправильный обмен веществ - к различным заболеваниям и т.д.

Закон согласования-рассогласования. Если любой организм здоровый, то можно утверждать, что в нем хорошо работает закон согласования.

В одном из номеров журнала «Химия и жизнь» мне удалось найти следующее высказывание:

“Надо сказать, что гены, да и вообще организмы - хороший пример для организации общества: там, в клетке, все происходит вовремя, в том количестве, в том месте, в котором нужно, не меньше и не больше - все расписано с точностью, превышающей точность расписания движения поездов в Германии. Один ген синтезировал свой продукт, регуляторный элемент говорит: хватит, ты его достаточно синтезировал. Давай выключайся. Но в то же время может говорить другому гену - мне нужен другой продукт, чтобы мы вместе сделали еще что-то.

И вот в эту сложную систему когда-то включился кто-то чужой и стал учить по-своему. Как-то изменил эволюцию и, может быть, сделал человека не обезьяной. Но и заложил, быть может, бомбу. Никто не может исключить, что в один прекрасный момент в результате каких-то генетических событий в геноме не начнет действовать ретровирус не хуже, чем ВИЧ. То есть могу предположить, что мы носим в себе бомбу замедленного действия, которая всегда говорит нам: будьте настороже, помните, что мы есть. Еще никто не знает, на что мы способны. Мы в свое время обошлись с вами милосердно, не убили вас, но мы готовы сделать это сейчас. Можем в любой момент приступить, приобрести новую информацию и начать функционировать ничуть не хуже вируса СПИДа”.

Итак, возможно действие двух законов: закона согласования и закона рассогласования.

Приведу еще закон *энергетической проводимости* и закон *повышения идеальности*. Они и так ясны. Из предыдущих наших рассуждений легко понять эти два закона. И тем не менее, по-видимому, надо отметить, что все законы связаны между собой. Согласование приводит к минимальному потреблению энергии живыми организмами и растениями без образования дополнительных сопротивлений для прохождения потоков энергии. И в то же время многие элементы в этих системах идеальны - они сами выполняют функции, сами собирают информацию, сами управляют работой органов и т.д.

И, наконец, закон *повышения динамичности* ТС. Он может быть понят как адаптация, конформизм многих элементов в зависимости от условий и среды обитания.

Обратим внимание на закон *перехода количества в качество*. При отыскании причин брака, решении научных задач можно полагать, что в процессе работы должно быть собрано достаточное количество информации, после чего наступает момент получения нового качества - момент истины. Следует помнить, что полученная информация может нами восприниматься не только как отдельно взятые факты, но мы можем сознательно, а иногда и бессознательно их объединять и получать более любопытную информацию.

Очевидно, закон перехода количества в качество субъективен для каждого исследователя - для одного надо меньше информации, для другого больше. Я полагаю, что «ноты», о которых будет сообщено ниже, помогут каждому получить необходимое количество информации для выдвижения более правдоподобных гипотез в процессе решения задач.

*Я не стыжусь, что ярый скептик,
И на душе не свет, а тьма.
Сомненье - лучший антисептик
От загнивания ума.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 14. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНАЛОГИЙ

Аналогия - хромая богиня.

Академик Арцимович

И тем не менее - богиня!

В.М.

Мне представляется, что человек, встречаясь с любой задачей, независимо от себя начинает вспоминать аналогичный случай из своей практики или искать в памяти подобные примеры из деятельности других.

Это же можно делать и не на интуитивном уровне, а специально искать аналогии с помощью справочников, книг, учебников.

Так, например, рассуждал Луи Виктор де Бройль [66]: «В поисках выхода из тупика противоречивых представлений об атоме он догадался, что трудности эти сродни тем, которые возникли при попытках понять противоречивые свойства света...» Де Бройль предположил, что не только луч света, но и все тела в природе должны обладать и волновыми и корпускулярными свойствами одновременно. Поэтому, кроме световых волн и частиц материи, в природе должны реально существовать и корпускулы света и волны материи.

Теперь де Бройль смог дать новое определение понятию «стационарная орбита» - эта такая орбита, на которой укладывается целое число «волн электрона»:

$$\lambda = h/mV,$$

где λ - целое число «волн электрона», m - масса электрона, V - скорость электрона, h - постоянная Планка.

Термин «аналогичный» широко используется в самых простых ситуациях как «подобный», «адекватный», «сродни».

Это может быть и предмет, и действие, и свойство, и гипотеза, и теория, и устройство и т.д.

Однако, есть как бы более высокий уровень аналогии. Так математик Стефан Банах в разговоре с другим математиком Гуго Штейнгаузом сказал [67]: *«Математик - это тот, кто умеет находить аналогии между утверждениями. Лучший математик тот, кто устанавливает аналогии доказательств. Более сильный математик тот, кто замечает аналогии теорий, но можно представить себе и такого, кто между аналогиями видит аналогии. (Обоих собеседников смело можно причислить к этой последней наивысшей категории. – В.М.)»*

Из предисловия А.В. Шилейко к книге [67]: *«Рассмотрим два процесса - опорожнение сосуда с водой и разряд конденсатора.*

По мере опорожнения сосуда скорость истечения воды уменьшается, и, таким образом, сосуд опорожняется тем медленнее, чем больше воды из него вытекло. Получается хорошо известная физикам «экспоненциальная» зависимость уровня вытекания воды от времени.

Аналогичное положение будет иметь место, если мы замкнем проводником обкладки заряженного конденсатора. По мере разряда конденсатора напряжение уменьшается. Уменьшается и ток в проводнике, то есть скорость разряда. Здесь мы тоже имеем экспоненциальную зависимость напряжения на конденсаторе от времени. Сила аналогий и заключена в подобном единстве различных явлений природы, которые проявляются объективно независимо от наблюдателя и, следовательно, независимо от наличия или отсутствия средств измерения.

Используя эту «силу аналогии», ученые разработали аналоговые вычислительные машины.

Принцип действия любой аналоговой машины основан на том, что некоторому исследуемому явлению природы (физическому процессу) ставится в соответствие другое, аналогичное ему, явление (другой процесс), протекающее в системе в общем случае другой физической природы, но подобное исследуемому по своему характеру.

Однако, сила аналогий состоит именно в том, что здесь мы имеем дело с самим явлением, а не с некоторой искусственной схемой. Определенная трудность при такой классификации воз-

никает потому, что для описания процессов как в исследуемых системах, так и в машинах используются уравнения (в частности дифференциальные). Именно совпадение уравнений, описывающих данную систему и аналоговую машину, является формальным доказательством аналогичности или подобия. Уравнения в подавляющем большинстве случаев играют здесь только роль языка, описывающего процессы и помогающего установить аналогию между ними.”

Мне представляется, что аналогия может широко использоваться при рассмотрении задачи с помощью принципа компенсации. Как же можно воспользоваться аналогией? Первый вопрос, который мы можем себе задать: есть ли аналогичные, подобные явления, процессы - тому, с которым мы встретились? Рассмотрим пример задачи о «черном» алюминии, которую мы уже рассмотрели.

По каким причинам капля “травителя” «зависает» в окне окисла? По аналогии, вязкие капли хорошо сцепляются с различными поверхностями. Почему “травитель” обычно не травит алюминий, а иногда травит? По аналогии - серная кислота повышенной концентрации алюминий не травит, а вот разведенная - травит. Мысль работает дальше - значит, в момент промывки пластины водой “травитель” (HF + уксусная кислота) разбавляется и начинает травить алюминий. Вывод: почему-то “травитель” иногда становится вязким, а не связано ли это с его температурой при травлении? По аналогии, чем ниже температура, тем более вязкой становится жидкость. Ну это уже полная подсказка! Второй вопрос - есть ли уравнения, аналогичные тем, с которыми мы работаем?

Р. Фейнман писал [2]: “Я уверен, что в физике (и не только!) история не повторяется. Любая схема типа «ищите законы симметрии, или «запишите все, что вы знаете, в математической форме, или угадывайте уравнения» сейчас уже всем известна (по-видимому, не всем! - В.М.) и такими схемами все время пытаются пользоваться. Каждый раз нужно искать новый путь... Так что от истории науки не следует ждать особой помощи”.

Очевидно, что все-таки можно ждать от нее помощь. И аналогия оказывает помощь.

Из главы 26, где я рассматриваю задачу о перенапряжении водорода на катоде, можно взять уравнение Таффеля:

$$\eta = a + b \cdot \ln I$$

и поискать, есть ли аналогичные уравнения в химии, физике и других науках?

Оказалось, что аналогичный вид имеет уравнение для контактной разности потенциалов между металлами:

$$U_{AB} = U'_{AB} + U''_{AB}$$

где U'_{AB} - разность потенциалов за счет разницы в работах выхода электронов из металлов А и В, U''_{AB} - разность потенциалов за счет неравенства числа свободных электронов в металлах А и В.

Теоретические выкладки показывают, что

$$U''_{AB} = kT\tilde{e}^{-1} \ln(n_{oA}/n_{oB}),$$

где $k\tilde{e}^{-1}$ - постоянная Больцмана, \tilde{e} - заряд электрона, T - абсолютная температура, n_{oA} и n_{oB} - количество свободных электронов в металлах А и В.

Обычно для металлов n_{oA} и n_{oB} мало отличаются. Однако при контакте металла с водой разность между количеством свободных электронов в металле (10^{24} эл./см³) и в воде ($\approx 10^{-7}$ эл./см³) огромна. Поэтому второй член упускать из вида не следует. Итак, уравнение

$$U_{AB} = U'_{AB} + kT\tilde{e}^{-1} \ln(n_{oA}/n_{oB})$$

аналогично уравнению Тафеля.

Теперь следует думать о механизме возникновения перенапряжения водорода на катоде, используя разность работ выхода и громадную разность в концентрациях электронов в воде и металле.

Чем интересна эта задача о возникновении перенапряжения на катоде? Решают ее более 150 лет, а ответа нет. Было бы решение - был бы катод со значением $\eta \approx 0 \dots 0,01$ В. Трудно представить энергетические потери на это перенапряжение во всех странах. Я узнал на родном заводе в цехе, где проводится гидролиз воды, что в электрохимической ячейке используется никель. Этот катод из никеля имеет перенапряжение $\eta = 0,6$ В. Это означает, что на каждую тонну полученного водорода затрачивается на компенсацию перенапряжения $\sim 15-16$ тыс. Квт.час. *"Страх израсходовать запас пищи врожден нам, страх израсходовать запас топлива человек еще должен развить в себе. Истинное богатство мира - его энергия. Именно признание энергии особой сущностью отличает нынешний век от веков минувших"* - написал Ф. Содди в своей книге «Материя и энергия» (цитируется по [66]).

Из этого примера видно, что иногда никакая аналогия не помогает при отыскании решения научной задачи. Нужны еще многие факторы. Как только мы сталкиваемся с научной задачей и начинаем ее решать, мы вспоминаем об аналогии.

Представляет интерес познакомиться с работой Н. Бора, когда он принимался решать новую задачу [17].

“Бор говорил вполне серьезно. Он объяснял мне, что ему всегда приходится добиваться решения проблемы, начиная с полного незнания дела. Пожалуй, лучше всего это можно объяснить тем, что сила Бора заключалась скорее в его потрясающей интуиции и пронизательности, нежели в учености. Но вскоре все стало на свое место. Я понял не только ход аргументации Бора, но и ее цель. Подобно спортсмену, совершающему разминку перед началом матча, Бор воскрешал в своей памяти те сражения (анalogии - В.М.), которые ему пришлось выдержать, прежде чем содержание квантовой механики было понято и признано. Положа руку на сердце, я могу сказать, что каждый новый день Бора был днем напряженной борьбы.”

Очевидно, можно предположить, что, начиная решать задачу, надо чрезвычайно пластично использовать все приемы, которые представлены в этой книге. Что значит “пластично”? Можете начинать работать, используя любой прием, два вместе и т.д. Но один из главных моментов при решении задач - должно быть какое-то стремление - от мысли, что я хочу себе доказать, до идеи заработать деньги. Задействовать весь спектр эмоций, которые могут заставить Вас не только заинтересоваться задачей, но и посвятить ее решению много времени и сил.

Приведу очень кратко пример совместной работы с В.М. Герасимовым по теме «Вода в магнитном поле». К сожалению, я не смог вспомнить, как мне помогла аналогия - то ли я решил задачу (нашел гипотезу) и затем нашел аналогю, то ли наоборот. Но не в этом суть. Главное - обнаружена еще одна система, аналогичная для получения кавитации.

Итак, как-то В.М. Герасимов позвонил мне по телефону и сказал, что он прочел аннотацию, в которой сообщается о том, что в омагниченной воде несколько быстрее идет окраска тканей, и предложил мне объяснить, почему это происходит. Более того, он сказал, что если бы мы объяснили этот процесс, то можно было бы заработать. Интерес появился. Сразу отмечу - ничего не заработали, но стимул был. Вывод - представляйте, воображайте, что Вам заплатят, а может быть и премию дадут - это согревает во время работы, особенно, если мелькнет мысль о Нобелевской. Несмотря на интерес к этой работе, В.М. Герасимов мне ежедневно придавал

импульс, воздействуя на меня разными разговорами, упреками, уговорами.

Итак, что такое омагниченная вода? Вот как шла работа над этой проблемой.

1. Ознакомление с литературой по омагниченной воде в основном по книгам:

- В.И.Классен. Вода и магнит, 1973.
- М.Н.Опацкая, Н.Н.Музалевская. Активированная вода. В сборнике «Химия традиционная и парадоксальная», Л.: Изд. Ленинградского Университета, 1985.

2. Узнал, что вода выталкивается из магнитного поля (рис. 27). Учебник физики Ландсберга.

3. Узнал, что в экспериментах с омагниченной водой обнаружен активный кислород.

4. Нашел уравнение Бернулли для трубок переменного сечения. Думаю, что это - *аналогия* для трубки с водой в магнитном поле.

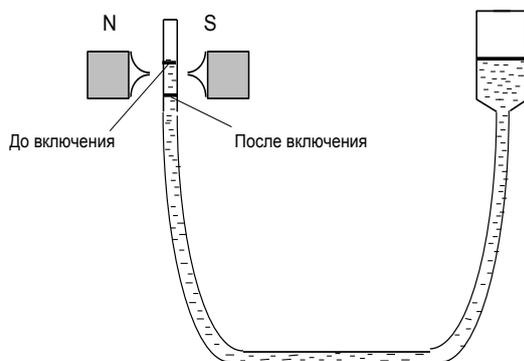


Рис. 27. При включении поля вода выталкивается из магнитного поля.

5. В трубках переменного сечения происходит кавитация. При этом:

$$\rho \tilde{v}^2 / 2 + P = C,$$

где $\tilde{\rho}$ - плотность; \tilde{v} - скорость; P - давление; C - величина постоянная.

О кавитации, пузырях, прочности воды прекрасно написал Я.Е. Гегузин («Пузыри».- 1985г., М.: Наука, Квант).

6. Вывод □ - кавитация разрушает молекулы воды, образуя кислород и водород. Водород уходит вверх, а остается «накислоро-

женная» вода, в которой равномерно распределен по объему атомарный кислород.

7. Магнитное поле выталкивает, тормозит воду, в ней происходят сжатия и растяжения, изменение скорости и давления, возникает кавитация - *аналогично* тому, как она возникает в сужающейся трубке.

8. Изменяя плотность воды за счет, например, введения в воду молекул газа можно регулировать кавитацию и, естественно, концентрацию кислорода.

9. Если мы правы, то можно проводить экспериментальную проверку и развивать теорию.

Несколько добавлений. Омагниченная вода используется в паровых котлах, работает при высоких температурах, не ухудшая своих свойств. За рубежом уже давно использовали омагниченную воду, в то время как у нас ее не признавали. Получая в воде «активный» кислород, исследователи не верили этому факту, так как расчет показывал, что энергии недостаточно, чтобы разорвать связи в молекуле H_2O . Если же встать на точку зрения, что работает кавитация, которая «вырывает», «разрушает» корабельные винты, то есть разрывает связи атомов в металлах, причем ковалентные связи, то тогда все встает на свое место.

Автор статьи [69] утверждает, что *“выделение перекиси водорода в водных системах при их перемещении в магнитном поле или при перемещении этого поля относительно сосуда с обрабатываемой водой выгодно отличается от иных способов осязаемой количественной характеристики воздействия магнитных полей на водные системы своей химико-аналитической осуществимостью. Следует отметить, что установление образования перекиси водорода при магнитной обработке водных систем вносит определенную ясность в причины, по которым магнитная обработка предотвращает образование отложений и способствует их снятию.”*

Тут есть два возражения. Во-первых, концентрация молекул H_2O_2 составляет $1,5 \cdot 10^{-7}$ - $5 \cdot 10^{-7}$ Моль/л, что очень мало для того, чтобы взаимодействовать с «накипью» на стенках котла. И, во-вторых, перекись водорода при температурах выше $70^\circ C$ разлагается, а в котлах она естественно больше $70^\circ C$. При разложении же перекись выделяет атомарный кислород, который, как мы полагаем, и работает.

Мы написали отчет, и я его дал прочитать двум друзьям. Отзывы - негативные, но не по существу. Однако меня заинтересовало -

почему же они не захотели вникнуть, ведь аналогия очевидна! И тут я вспомнил несколько интереснейших высказываний.

“Если бы какое-то вероучение на самом деле охватило весь мир, - пишет Эрих фон Хольст, - оно бы тотчас же раскололось по меньшей мере на два резко враждебных толкования (одно истинное, другое - еретическое), и вражда и борьба процветали бы как и раньше: ибо человечество, к сожалению, таково, каково оно есть. Таково Двуликий Янус - человек”. [68].

Автор книги [66] говорит о квантах так:

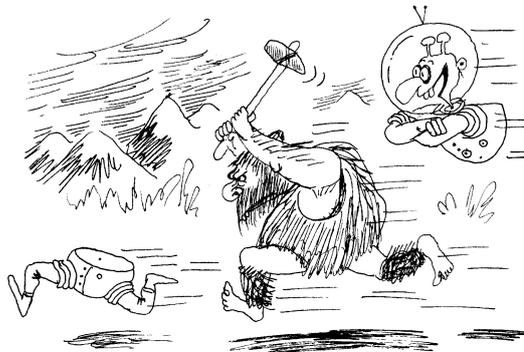
“Несмотря на то, что квантовая механика предстает как законченная теория атомных явлений уже в начале тридцатых годов, как, впрочем, и ранее были и есть ученые, которые сомневаются в ее основах и законченности. Это Планк, Эйнштейн, Шредингер, де Бройль, Лауэ и многие другие. Так, Эйнштейн писал: «Все эти 50 лет бесконечных размышлений ни на йоту не приблизили меня к ответу на вопрос: что же такое кванты света? В наши дни любой мальчишка воображает, что ему это известно. Но он глубоко ошибается.»”

Все же я не удержусь и задам себе вопрос: «А как в свете высказанной гипотезы об омагниченной воде ведут себя жидкости в живых организмах, если на них действуют магнитные поля – поле Земли, магнитные бури, специальные магниты на руках и ногах и пр.?”

А. Эйнштейн говорил, что теория должна удовлетворять двум критериям: внешнему оправданию и внутреннему совершенству. Агата Кристи, характеризуя одного героя, пишет, что он обладал внешним обаянием и внутренними достоинствами. Мне очень понравилась аналогия. По-видимому, эту аналогию можно продолжить с точки зрения внешнего и внутреннего содержания и формы.

*Каждый сам себе - глухие двери,
Сам себе преступник и судья,
Сам себе и Моцарт и Сальери,
Сам себе и желудь и свинья.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 15. ДОПУСТИТЬ НЕДОПУСТИМОЕ

Непонимание себя - главное препятствие человека на его пути, главная причина его слабости.

П.Д. Успенский [70]

Обратимся сразу к двум статьям.

В первой статье [71] Л.Б. Винницкий утверждает: *“В распоряжении науки есть весомые объяснения появления человека разумного на нашей планете. Причем научные теории в большинстве своем зиждутся на надежных, проверенных и перепроверенных фактах, чего, увы, не скажешь об обсуждаемой фантастической гипотезе. По сути, ее сторонники хотят объяснить непонятное через неизвестное (Речь идет о появлении на земле человека. - В.М.). Мы практически ничего не знаем о том, есть ли жизнь и тем более разум за пределами Земли и Солнечной системы. И любые ссылки на пришельцев равносильны ссылкам на Бога. Апелляция к авторитету высшего, трансцендентного существа делает бессмысленными дальнейшие вопросы. Апелляция к Космосу - своего рода бюрократическая проволочка, попытка низших инстанций спихнуть ответственность на высшие. Ведь вопросы просто переносятся с земной почвы в неведомые дали (скажи, где, как и почему появились сами «садовники»?).*

Однако столь далеко ходить за ответами имеет смысл, лишь убедившись, что поблизости, на Земле, их, наверняка, не найти! Не надо делать лишнюю работу».

Смысл статьи в том, что: *“Кроме классических неандертальцев на Земле обитали и другие, близкие им разновидности гоминид, которых можно объединить термином «неандерталоиды». Их*

костные останки обнаружены в Восточной и Юго-Восточной Азии и в Африке. Так вот, сопоставляя ископаемых африканских неандерталоидов с древнейшими кроманьонцами, можно предположить - вторые суть потомки первых. Именно такой точки зрения придерживаются ведущие антропологи Запада, тщательно изучившие кости неандерталоидов. По заключению геологов и других специалистов, кости размещаются во временном интервале от 100 до 500 тысяч лет назад.

За неандерталоидами в ретроспективе эволюции маячат, видимо, представители питекантроп и некоторых алдувайских гоминид. А затем эта линия превращается в пунктир и теряется среди множества видов и подвидов австралопитек, куда и уходят наши генеалогические корни”.

А вот что пишет А.С. Беличенко в другой статье [72].

“Огонек разума на планете оказался под угрозой биологического исчезновения. Его надо было спасать! И спасение пришло примерно 50-40 тысяч лет назад. Тогда неандерталец как бы переродился в кроманьонца, обрел знания о себе и окружающем мире, строительные навыки, научился земледелию, скотоводству - то есть перешел от животного к цивилизованному пути развития, причем вдруг стал голым, несмотря на ледниковый период. И все - за какие-то тысячи лет!

В эксперименте, который шел, наверное, несколько сот или тысяч лет, получались разные линии человека, уже безволосого, но различающегося цветом кожи и другими внешними признаками. Для любого эксперимента - это вполне естественный разброс. Линии стали расами: белой, черной, желтой и красной. После того, как «экспериментатор» убеждался в жизнеспособности и нормальном размножении расы мутантов, ее сажали в необходимом для воспроизводства количестве на соответствующий континент («изгнание из рая»). Ведь чистота эксперимента требовала, чтобы каждая раса какое-то время существовала отдельно, дабы избежать ненужных мутаций и взаимоистребления. Речь идет о том, что пришельцы в критический момент вмешались в судьбу неандертальцев. Эксперименты скорее всего проводились в «пробирочном» варианте - брали яйцеклетки и сперматозоиды, совершали действие и имплантировали женским особям для вынашивания (непорочное зачатие)”.

Очевидно, к появлению гомосапиенс можно поставить массу вопросов. Вообще, само устройство человека - его конструкция, его строение, его управление и т.д. вызывают изумление - как природа его создала? Но вернемся к версиям - одна земная, другая космическая. Давайте допустим космическую версию. Какие тогда возни-

кают задачи, что надо делать, что мы хотим знать и т.д.? Наша научная работа в этом направлении должна измениться, а те исследования, которые проводятся сейчас, например, прослушивание космоса, должны проводиться более интенсивно. Не претендуя на оригинальность, мы все же можем говорить о кванте света как о волне и частице и не сверкать глазами, что это не так, а о пришельцах слышать не желаем. Но возможно и в этом случае принять дуализм: земной-космический. Ничего страшного, что возникают вопросы типа «а как зародилась жизнь там, в космосе, на другой или других планетах?» Есть же вопросы, которые поставлены, а ответа на них пока нет (Вспомните гипотезу П. Флоренского).

Прием, который я привел, не так широко применяется, по-видимому, по целому ряду причин - незнание, неумение применять, боязнь посмотреть дальше и т.д. Поэтому я приведу один пример применения этого приема в технике - речь идет о телескопе Д.Д.Максутова. Любопытно, сам процесс открытия менискового телескопа Д.Д. Максуповым дает дополнительные рекомендации о работе над созданием нового. Попробуйте их найти сами.

Д.Д. Максупов очень хотел создать детский дешевый телескоп. Цель - привлечь талантливых детишек в астрономию. Он разработал простой телескоп, дешевый, но имеющий существенный недостаток - входное отверстие трубы было открыто. Если же его закрыть, то телескоп сразу становился дороже. Несмотря на этот мучивший его недостаток, Д.Д. Максупов, а дело было перед войной 1941 года, дал согласие на запуск телескопа в серийное производство. В начале войны Д.Д. Максупов эвакуировался из Ленинграда и у него оказалось две недели свободного времени. Вот тут-то он и начал размышлять - что же делать с телескопом, чтобы его улучшить? (Прием: давать ученым свободное время.)

Он мысленно сделал допущение: «Закроем трубу оптическим стеклом, несмотря на дороговизну. Что это даст? Продлится жизнь зеркала, т.к. устраняются конвекционные потоки. Далее - к стеклу можно закрепить диагональное зеркало.» Идем дальше: «Нельзя ли выполнить защитное окно не в виде плоскопараллельного диска, а в виде мениска, чтобы заалюминированная его центральная часть служила вторичным зеркалом?»

“Тут уже не только упрощается крепление вторичного зеркала, а исчезает, в сущности, само зеркало. Функцию вторичного зеркала «по совместительству» будет выполнять центральная часть защитного окна”. Так интерпретирует Г.С. Альтшуллер в книге «Алгоритм изобретения» [4] ход рассуждений Д.Д. Максупова. Опять Д.Д. Максупов: *“Такая конструкция очень хороша (у вторичного зеркала исчезла оправа, экранирование стало минималь-*

ным), но не внесет ли мениск вредных aberrаций? По-видимому, внесет. (Не ахроматическую, а сферическую aberrацию, притом как положительную, так и отрицательную). И тут-то я чуть-чуть не упустил важного открытия, рассудив, что в таком случае можно рассчитать мениск, не вносящий aberrации, т.е. без-абберационный мениск. На этих мыслях задержался несколько часов, пока додумался, что значительно выгодней выбрать такой мениск, который вводит в систему положительную aberrацию, способную компенсировать отрицательную aberrацию сферического зеркала или сферических зеркал. В этот момент и были изобретены менисковые системы”.

Далее Д.Д. Максудов пишет: *”Работая над теорией менисковых систем и видя их преимущества, невольно вспоминаешь тернистый путь истории оптического приборостроения. Сколько было изломано копий в борьбе сторонников рефлектора и рефрактора! Сколько было затрачено энергии, с одной стороны, на овладение методикой изготовления и исследования точных асферических поверхностей, а с другой - на разрешение проблемы ахроматических стекол! Сколько изготовлено флинтгласа и других трудоемких сортов стекла для тех случаев, в которых их можно было бы и не применять! Наконец, сколько построено дорогих, громоздких и несовершенных телескопов с не менее дорогим и громоздким механическим оборудованием и дорогими помещениями и огромными вращающимися куполами!*

Если бы на заре астрономической оптики был известен элементарно простой принцип менисковых систем, в основном доступный пониманию современников Декарта и Ньютона, то астрономическая оптика могла бы пойти по совершенно иному пути и иметь ахроматическую короткофокусную оптику со сферическими поверхностями, базирующуюся лишь на единственном сорте оптического стекла, безразлично с какими константами” [73].

Не будем рассматривать дальнейшую судьбу телескопа и менисковой оптики. Все пошло благополучно. Однако прием, который использовал Д.Д. Максудов, широкого применения не получил. Г.С. Альтшуллер назвал этот прием «допустить недопустимое и потом это компенсировать». Можно с нами не соглашаться, но наше мнение - использовать этот прием и для попыток объяснения появления человека с помощью пришельцев.

Итак, почему так непримиримы позиции двух авторов статей, приведенных выше? Почему нельзя объединить обе гипотезы, обе теории и начать искать, исходя из их концепции, то новое, что они могут дать? Вспомните объединение альтернативных гипотез, теорий. Что это, просто упрямство и вера только в одну справедливую, все объясняющую идею? Нам представляется, что на объединительной платформе можно уйти дальше и понять больше!

Теперь обратите внимание: я хотел рассказать о том, что можно допустить недопустимое и это может помочь в решении задач, но произвольно скатился к принципу объединения альтернативных систем. Это только подтверждает идею, что любую задачу можно начинать решать несколькими приемами, с помощью законов и т.д.

*Мне, господь, неудобно просить,
Но коль ясен тебе человек,
Помоги мне понять и простить
Моих близких, друзей и коллег.*

*Поскольку творенья родник
Творцом охраняется строго,
Момент, когда нечто постиг, -
Момент соучастия бога.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 16. МОМЕНТ ИСТИНЫ

Случай, однако, пришел оттуда, откуда Барнс меньше всего ожидал. Это вообще одно из основных свойств случая. Он имеет коварное обыкновение пользоваться черным ходом и часто скрывается под маской временной неудачи или даже поражения. Возможно, поэтому столько людей не могут его распознать.

Наполеон Хилл [74]

Я уже писал о том, как меня осенило в процессе написания этой книги по поводу принципа эквивалентности и противоположного эксперимента. Осенило - это для меня наступил момент истины. Прежде, чем продолжить о понятии момента истины, приведу один отрывок из замечательной книги Абрагама [75].

«Были и другие выдающиеся личности в Гарварде в том году: Братейн - создатель транзистора с Шокли и Бардином. Я вспоминаю со стыдом, как я реагировал на присуждение им Нобелевской премии за открытие. Как, «Нобель» за мелкое устройство, приспособление? (Крупный физик не смог оценить открытие века - ведь буквально с 1949 года это открытие позволило «перевернуть» всю технику: чего стоят одни интегральные схемы! - В.М.)

Был Бриджмен - король высоких давлений. Он однажды сказал, что можно обновить всю физику, добавив к названию любого опыта слова «под высоким давлением». Много лет спустя, когда я работал над динамической поляризацией ядер, я предложил в шутку слова «под высоким давлением» заменить словами «с поляризованными ядрами».

Еще я заимствовал у него, на этот раз нечаянно, название книги, написанной им много лет назад - «Размышления физика».

Был еще Юлиан Швингер - «сверхмощная электростанция» теоретической физики. Его девизом могло быть: «Все мое, что доступно счету». В 1947 году он решил задачу расходимостей в квантовой электродинамике, что позволило вычислить с фантастической точностью радиационные поправки, измеренные Лэмбом и Кашем. Это принесло ему Нобелевскую премию вместе с Фейнманом и с японским физиком Томонага. За много лет до того, как он стал (в двадцать восемь лет) самым юным из ординарных профессоров Гарвардского университета, он был открыт Исидором Раби, который любил говорить, что Швингер - его самое дорогое открытие. Ученик публичной школы в Бронксе, квартале Нью-Йорка, населенном до войны в большинстве еврейскими семьями, а теперь негритянскими, юный Швингер был прислан к Раби знакомым, потому что отметки Швингера не позволяли ему надеяться на прием в колледж. Раби попросил его посидеть в углу кабинета, пока он обсуждал у доски с коллегой вопрос из квантовой механики, на котором они споткнулись. «Почему бы не употребить теорему замкнутости?» – раздался тоненький голосок. Юлиан нашел решение раньше старших и не в последний раз.

В этом году он читал курс квантовой механики, который я посещал. Я был поражен ледяным совершенством его лекций. В течение двух часов он выписывал уравнения одно за другим, никогда не боясь подойти к задаче самым сложным способом, если он считал, что такой подход приближает к физической сути проблемы. Мне не приходилось бывать на лекциях Фейнмана, но я читал статьи обоих на одну и ту же тему. Для тех, кто интересуется теннисом скажу, что стиль Швингера напоминает Бьерна Борга, а стиль Фейнмана – Макинроя».

В этом отрывке много чрезвычайно интересного, но я хочу обратить внимание на один факт - несомненно, все его знают, но тем не менее это важно.

Есть природные дарования, которые решают задачи, находят идеи как бы без особого труда, как бы произвольно. Это, наверное, точно так же, как рассказывала А. Ахматова, что ее берет за руку какая-то сила и заставляет писать стихи, хотя она и сопротивляется. Но таких, как Швингер и Ахматова немного, а подавляющая часть ученых имеет вполне нормальные способности и решают задачи, ну хотя бы так, как открыватель Швингера.

Можно ли ускорить приход «момента истины»?

Я познакомился с термином «момент истины», благодаря Богомолу [76]. И вначале не придавал этому особого значения. Передача Караулова «Момент истины» тоже не производит значительного

впечатления. Читая 20 томов Р. Стаута, я все время пытался понять, как же Н. Вулф находит преступника. Конечно, его произведения не научные исследования, но в какой-то момент я понял, что в каждом произведении Н. Вулф вначале накапливает возможно большую информацию, а затем собирает у себя в кабинете “симпозиум”, на котором и совершает обряд добывания “момента истины”. И тогда-то ко мне и пришла мысль - ведь ученый тоже добывает истину, и у него возникает прозрение. Как же сократить время, необходимое для прихода этого момента? Я проанализировал массу книг по описанию различных открытий, высказывания ученых, рассмотрел собственные работы и сейчас хочу их вам привести.

Но вначале немного о самом понятии.

Богомолов исключительно интересно описывает, как был схвачен шпион и как к нему был применен психологический прием. Главное - быстро запугать так, чтобы человек не смог справиться со своим страхом и высказал все тайны, которые он знает.

«Это было необыкновенное, испытанное за войну всего лишь несколькими чистильщиками пронзительное ощущение «момента истины» по делу, взятому на контроль Ставкой. Он чувствовал, что лейтенант не врет, и знал цену полученным от него сведениям. В эти мгновения только он, Таманцев, единственный обладал «моментом истины» и при мысли, что есть реальная возможность сегодня же взять «Матильду», у него захватывало дыхание» [76].

Не испытывает ли ученый, получив блестящую идею, аналогичного чувства? Наверное, да!

Обратимся к Р. Стауту. Но вначале анекдот:

Мальчик, почему ты пришел уже 30-й раз на картину «Чапаев»? спрашивает контролер.

Я думаю, - отвечает мальчик, - вдруг Чапаев выплывет и его не убьют.

Так и я, читая Р. Стаута, думаю: а вдруг автор покажет, как Ниро Вулф думает?

Я приведу два отрывка, которые хоть немного проливают свет на работу Н. Вулфа.

1. *«Я хотел устроить так, чтобы хоть что-нибудь произошло у меня на глазах» (Прозрачная модель - В.М.).*

Он обычно работает по раскрытию преступлений в статическом режиме, то есть собирает данные и их анализирует. Однако, когда его не посещает идея, то он начинает воздействовать на ситуацию, например, пишет ложное письмо, приносит ложную красную коробку и т.д.

1. Н. Вулф объясняет мальчику: *«Но вы в первую очередь должны помнить, что являетесь представителями искусства, а не науки. Роль науки в раскрытии преступления бывает значительной и эффективной. Но она занимает лишь небольшое место в деятельности частного детектива, который стоит выше науки.»*

Любой человек средних способностей может научиться обращению с кронциркулем, фотоаппаратом, микроскопом, спектрографом или центрифугой, но он просто-напросто является слугой следствия.

Научное расследование, каким бы оно ни было выдающимся, даже блестящим, никогда не может сравниться с внезапным озарением, приходящим к детективу и иногда вызванным лишь услышанной интонацией или замеченным мимолетным взглядом. Искусство детектива очень многообразно...

Я беседовал с ним по этому поводу и пришел к заключению, что он и сам не знает секрета своего величайшего мастерства. Это несознательная и неконтролируемая работа мозга, хотя мистер Пензер -- человек незаурядного ума. Это некое качество скрытое в недрах его нервной системы, скорее всего, конечно, в его черепной коробке. Он говорит, что каким-то чутьем в неуловимую долю секунды вдруг осознает, как поступит в тот или иной миг объект его слежки. Не то, что тот сделал или сделает, а именно то, как он еще лишь намерен поступить. Мистер Пензер может научить вас всему, что знает и умеет сам, но вы никогда не достигнете его уровня, если в вас не заложены те же самые качества. Однако это вовсе не означает, что вы не должны учиться у него всему, чему можете выучиться.

Лишние знания никогда не помешают. Человек, который считает, что знает все, в действительности не знает ничего. Только когда вы попытаетесь воспользоваться тем, чему научились, вы поймете, в какой степени можете превратить свои знания в действие.»

Несомненно, есть приемы, заставляющие людей не только раскрывать тайны, но и думать более эффективно. Также несомненно и то, что каждый человек может сам себя заставить, убедить думать более интенсивно. У Н. Вулфа - помощник Арчи Гудвин, который использовал целый набор средств, заставляя Н. Вулфа решать задачи. Это и заставить злиться, и ехидно его хвалить, и даже бросать заявление об увольнении с работы.

Какие же стимулы используют для того, чтобы ученые работали, а также какие стимулы используют сами ученые? Несомненно, это в первую очередь желание и интерес, хотя и того и другого может

вначале и не быть. Это и желание быть первым, страх, смелость, любовь, ответственность, злость, доверие, уважение, сомнение, стремление оказать кому-то помощь, доказать окружающим - я могу, показать окружающим - и вы можете и т.д.

Желание быть первым, получить нобелевскую премию - это как заноза в сердце. Иногда говорят, что это нехорошо. Я считаю - это нормально, если честно. В науке быть первым - это означает, что вы работаете не напрасно. Представьте себе, вы сделали работу, а в это время приходит публикация, в которой все ваши результаты почти слово в слово описаны. Когда я работал в Радиевом институте и мы занимались изучением углового распределения электронов [77, 78], шеф, профессор К.К. Аглинцев заглядывал к нам раз в месяц и, радуясь, сообщал: «Мы впереди, японцы нас еще не догнали!» И мы все радовались, как малые дети. Может быть, у других не так?

А вот другой пример. Мы подали заявку на дублированный фотошаблон, а нам ответили, что аналогичный фотошаблон запатентован в Японии 5 лет назад, причем почти слово в слово.

Эти же стимулы любой ученый может использовать и для себя, причем ему легче, так как он себя должен знать, и знать, на какой струне или струнах надо играть, чтобы наступил быстрее «момент истины».

Приведу несколько примеров из собственной практики. Это решенные задачи из области планарной технологии полупроводниковых приборов, но ведь появление идеи все равно интересно.

Я не буду описывать детали, а сразу перейду к задачам.

1. **Злость и желание показать окружающим, что и они могут.**

Алюминиевая разводка на интегральных схемах (ИС) в процессе травления защитного окисного слоя иногда чернеет - то есть происходит подтрав алюминия на контактных площадках. Этот вид брака периодически возникает и исчезает. Было найдено несколько решений, которые уменьшили этот вид брака, но он снова возник. Если учесть, что травление защитного слоя - вскрытие контактных окон - почти последняя операция в технологическом процессе, а сам цикл длится 3-4 месяца, то потеря даже одной пластинки - это дорого. А их теряли сотнями!

Я уже знал ТРИЗ. Сформулируем противоречие. «Травитель» для окисла не должен взаимодействовать с алюминием, т.к. в нем имеется плавиковая кислота, которая в такой концентрации не должна взаимодействовать с алюминием, а взаимодействие почему-то происходит! Разрешение противоречия - плавиковая кислота

не действует на алюминий, а вот при промывке в воде - воздействует.

“Травитель” вязкий, он сцепляется с поверхностью алюминия, и во время промывки концентрация плавиковой кислоты в капле понижается, и при достаточно низкой концентрации “травитель” начинает взаимодействовать с алюминием.

Были найдены и проверены различные решения:

- быстро смывать “травитель”,
- изменять температуру воды на более низкую, чтобы снизить взаимодействие,
- использовать щелочь для нейтрализации кислоты.

Удалось использовать и холодную воду и нейтрализатор. Однако не все цеха приняли эту технологию.

Через несколько лет, в другом цехе было забраковано несколько партий пластин, на которых алюминий не просто почернел, а был полностью вытравлен.

Я уже знал о вещественно-полевых ресурсах (ВПР).

Сотруднице, инженеру по фотолитографии, было предложено совместно решить эту задачу. Она стала излагать свою точку зрения о том, что ученые еще не знают, что здесь за процесс и т.д., причем тут же принесла несколько статей с описанием причин, почему алюминий травится. Я ей объяснил, что такое ВПР и из-за чего происходит травление. На мой вопрос: «Что может быть применено в качестве вещества, используемого в технологии травления алюминия для удаления, растворения капель “травителя”, содержащего плавиковую кислоту?» Вначале был ответ: «Азотная кислота, которая применяется для снятия фоторезиста.» – а затем второй ответ – «Уксусная кислота - основа “травителя” для травления оксида кремния.»

Проведенные здесь же опыты показали, что пятиминутная выдержка пластин в уксусной кислоте полностью предотвращает подтрав алюминия. За это время капли растворяются и промывка в воде не вызывает почернения алюминия.

В этом случае окружающим было продемонстрировано, что и они могут решать задачи. Был показан фокус для инженера, который сомневался в своих силах, не верил, не хотел верить, что может решить задачу.

Я, когда узнал, что мои сотрудники «запороли» пластинки, был чрезвычайно разозлен. Именно в этот момент у меня возникла идея - решение, и мне захотелось провести демонстрацию их сил, их возможностей.

Одновременно у инженера, решающего задачу с помощью подсказки, тоже произошло озарение. Это его чрезвычайно удивило и обрадовало. Это и был “момент истины”!

У многих ученых, я так думаю, есть свои персональные герои науки, которыми они восхищаются, которым не ведая сами подражают. Для одних это Капица, для других Френкель, для третьих Тамм, Ландау и т.д.

В 50-е годы, начав работать лаборантом на физфаке Университета, я много слышал о Р. Вуде. Вот это феномен! Вот это человек!

Познакомившись с современным чародеем физической лаборатории по книге В. Сибрука [56], я так на всю оставшуюся жизнь и был пленен Р. Вудом.

Приведу один пример из его деятельности, достойный, по моему, подражания:

«В 1899 г. В Мэдисоне был невероятный холод. Замерзли водопроводные трубы и многие жители остались без воды. Однажды Вуд шел в лабораторию и увидел группу водопроводчиков, которые отогревали трубу с помощью пара. Шланг заело и рабочие мучились, пытаясь его втиснуть в трубу.

Я пошел дальше, обдумывая эту ситуацию, и мне пришло в голову, что сильный электрический ток, проходя по металлу, нагревает его и что ток пойдет по трубе независимо от ее углов и поворотов. Не является ли это решением вопроса - просто соединить выходы труб в двух соседних домах с различными полюсами генератора?» Придя в лабораторию, Вуд пошел к профессору Джексону и предложил свой план. Профессор возразил: «А вдруг ток пойдет по земле вместо труб.» Но Вуд его убедил, что это не так.

В тот же вечер (обратите внимание! - В.М.) электрическая компания доставила трансформатор к дому сенатора, его подключили, и через десять минут из крана брызнула ржавая вода.»

Посмотрите, какая оперативность - в тот же день идею проверили и через короткое время получили патент на изобретение!

Мы тоже довольно оперативно проверили уксусную кислоту на удаление “травителя”, но более часто я встречался со случаями, когда проверка идеи длилась месяцами. Мы не проявляем вудовской расторопности. И здесь, мне кажется, играет роль элементарная лень, которая присуща каждому человеку. Несмотря на то, что каждый о своей лени знает больше, чем о чем-либо другом, часто она оказывается победительницей.

Начав исследовать проблемы перенапряжения водорода на катоде, я пришел к мысли, что у нас есть данные не только по двум противоположным экспериментам, но и весь набор экспериментов,

т.к. значения перенапряжения известны для многих металлов. Откинув высказывания о том, что найдена всего одна зависимость - между перенапряжением и сжимаемостью металла, я не стал сам искать другие зависимости, а поручил это сделать Н. Лебедеву, который сотрудничал со мной в этой работе. Я попросил его посмотреть связь между работой выхода электронов из металла и перенапряжением. Через несколько дней он позвонил мне и сказал, что он нашел связь – корреляцию перенапряжения с работой выхода электронов из металла. Разговор шел по телефону и я был чрезвычайно обрадован и одновременно огорчен - почему же я не нашел эту корреляцию? Зависть и ревность появились одновременно с радостью. Если этим чувствам дать волю, можно натворить много бед.

Мы все сталкиваемся с ревностью, и умению управлять этим могучим стимулом следует, по-видимому, учиться. Даже в таких мелочах, когда вы беседуете с другом вдвоем, вы не чувствуете ревности, но вот появился третий собеседник и, в зависимости от ваших отношений, вы, возможно, почувствуете - вот опять появилась ревность.

Если же вы работаете в коллективе и в нем есть руководитель и есть лидер, признанный всеми сотрудниками, то в этом случае можно ожидать, что элемент ревности будет присутствовать, будет отравлять взаимоотношения и влиять на ход работы. Если же знать и помнить об этом, то можно учитывать и управлять ревностью, как и другими чувствами и эмоциями.

Можно сделать вывод: познай себя и окружающих и попробуй создать такие условия, чтобы быстрее наступал “момент истины”.

2. Боязнь. Судьба свела меня с прекрасным конструктором А.М. Чеховским. Все это произошло, как мне казалось, случайно. Он обратился ко мне с просьбой взять его на работу, т.к. в соседней лаборатории его увольняли в связи с сокращением штатов. Там, в лаборатории, произошли какие-то осложнения во взаимоотношениях с начальником лаборатории, и тот, не долго думая, решил его сократить. Я пошел к руководству и мне удалось его «уломать», чтобы Чеховского отдали мне, правда, с понижением в должности. Он согласился, а я пообещал ему скорое восстановление в окладе и должности.

Буквально через несколько дней меня пригласил заместитель главного инженера и показал рекламацию на наши самые новые приборы, выпущенные серийно. В ней были довольно обидные слова: «Вы что нам прислали - транзисторы или переключатели? Ваши приборы при температуре + 60 °С выключаются, а затем снова включаются!»

Заместитель сказал следующее: «Если вы в течение буквально нескольких недель не разберетесь в чем дело, то вам, как разработчикам, будет очень плохо, вы понимаете?»

Естественно, я понимал. Правда не знал, что мне будет. Ведь я мог просто уволиться и никаких последствий. Но все же очень хотелось решить задачу, да и гордость заела. Таким образом, мне и Чеховскому надо было оправдаться. У него боязнь увольнения, у меня боязнь неподтверждения мнения обо мне как руководителя лаборатории разработчиков.

В чем задача? На рис. 28 показан транзистор. Видно, что весь кристалл закрыт лаком. Этот лак предназначен для того, чтобы защитить кристалл от окружающей среды и одновременно, для фиксации, поддержки и укрепления золотых выводов, выполненных методом термокомпрессии, прочность которых не высока. Судя по всему, этот защитный лак при нагреве расширился и отрывал вывод от контактной площадки, а затем опять контактировал с площадкой.

Мысль о том, что неплохо было бы контролировать все 100% сварок, вообще-то была, но руки не доходили, т.к. неясно было, как это сделать, не было идеи (и не было нужды!). В то время мы не очень понимали, что из себя представляет процесс термокомпрессии. Известно, что это нагрев и давление, но как изменяется прочность сварок от различных факторов - не знали.

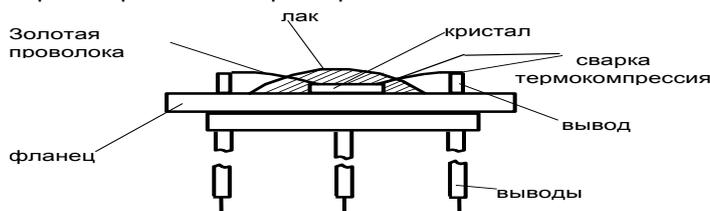


Рис. 28. Транзистор без колпачка.

Более того, вообще не существовало метода проверки прочности сварочных соединений, поэтому и претензии к работникам были несправедливы.

Надо убрать лак, а как проверить прочность?

Над нами висела мысль, что мы ежечасно выпускаем брак.

Чем хорош был в то время Чеховской? Он ни одну идею намертво не отвергал, а каждую был готов рассматривать и обсуждать. По-видимому, критерием оценки идеи было: сможет ли он сам сделать что-то, чтобы претворить идею, насколько она проста в применении.

Сели мы с ним друг против друга и я ему сказал: «Я буду высказывать идеи, а Вы говорите: «Да» или «Нет», оценивайте их». И начали истинный перебор вариантов, хотя мы для себя сформулировали противоречие: слабые сварки должны отрываться, сильные не ослабляться. Это был 1969 год.

Итак:

- «Струя воды», - «Нет!»;
- «Электрический ток», - «Нет!»;
- «Магнитное поле», - «Нет!»;
- «Крючки», - «Нет!»;
- «Натяжение», - «Нет!»;
- «Струя воздуха», - «Да!».

Вообще-то, зная о ВГР, это было бы назвать несложно, но мы-то в то время не знали о ресурсах.

«Вы знаете», - сказал Чеховской, - «я пойду, и как только что-то получится, я вас приглашу.»

Буквально через три дня он подвел меня к действующему макету, с помощью которого продемонстрировал, как струя воздуха обрывает слабые сварки. Одновременно он мне показал пружинный динамометр, который позволял проверить прочность сварки от 0,5 г и выше.

Буквально через две недели оба устройства были изготовлены и начали работать в цехе (рис. 29, 30, 31, 32). Чертежи этих приспособлений-приборов были по запросу разосланы на двадцать предприятий, где они использовались на аналогичных операциях.

Чеховской послал заявку и сразу получил положительное решение. Это было мое первое изобретение, хотя мне и неудобно об этом говорить [79]. Была опубликована статья [80]. Идея применения струи воздуха проста, но тем не менее, если говорить грубо, никто до нас «не допер». Почему? Возможно, потому, что мы оба оказались в тяжелом положении - боялись и хотели сделать свою работу хорошо.



Рис.29. Внешний вид прибора для определения прочности сварок

3. **Доверие.** Я опишу одну историю о решении задачи, но хочу ее показать на фоне тех отношений, которые складывались в коллективе. В конструкторском бюро (КБ) разрабатывали новый планарный транзистор. Его разработкой была занята лаборатория и еще целый ряд групп в других лабораториях. Осталось три месяца до предъявления темы опытно-конструкторской разработки. Нужны были приборы для испытания и их исследований, а их, как назло – ни одного годного. Расклад сил: главным конструктором разработки обычно назначался начальник лаборатории, либо ведущий конструктор. В данном же случае главным конструктором был главный инженер КБ. Почему? Начальник лаборатории отказался им быть, он боялся провала. Боялся обоснованно.

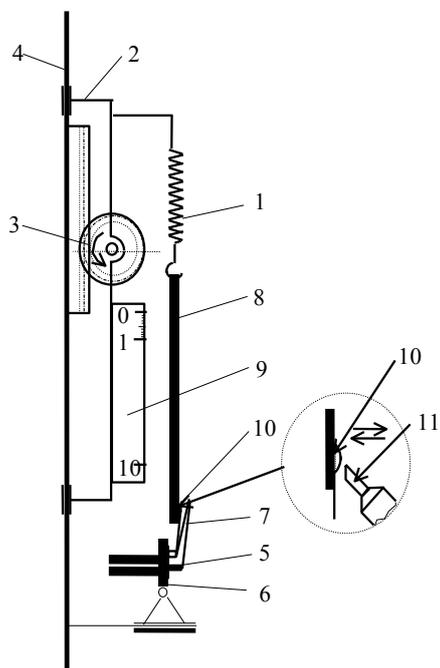


Рис. 30. Кинематическая схема прибора для определения прочности сварок.

- 1 – цилиндрическая пружина растяжения;
- 2 – подвижная каретка;
- 3 – реечная пара;
- 4 – вертикальная шторка;
- 5 – подлежащий испытанию полупроводниковый прибор;
- 6 – столик;
- 7 – выводы полупроводниковых приборов;
- 8 – тяга;
- 9 – шкала;
- 10 - капля термопластического вещества;
- 11 – микропаяльник.

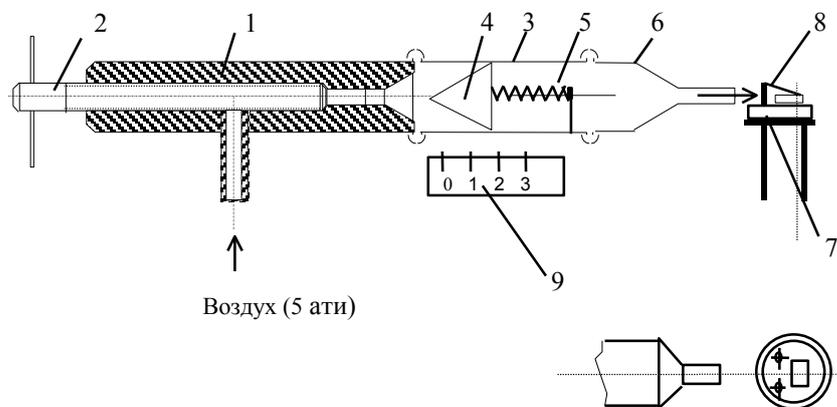


Рис. 31. Принципиальная схема прибора для обнаружения слабых термокомпрессий (ПОСТ-1).

1 – газовый редуктор, 2 – винт, 3 – ротаметр, 4 – поплавок, 5 – пружина, 6 – сопло, 7 – испытуемый прибор, 8 – проволочные перемычки, 9 – шкала.

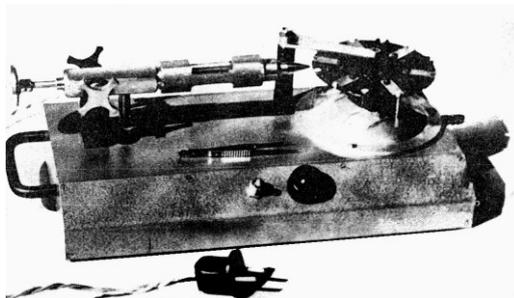


Рис. 32. Внешний вид прибора для обнаружения слабых термокомпрессий (ПОСТ – 1).

Это был первый прибор, не было технологии, оборудования, не все было ясно. И, вообще, где-то была, по-видимому, у начальника лаборатории мысль: "Я им докажу, что они без меня все равно ничего не сделают."

Этот дух витал в лаборатории.

Начальник КБ понимал, что ему эту ситуацию не сломать, а кроме того, было неясно, почему не получаются приборы. Приез-

жали специалисты из головного КБ. Поработали месяц, но так и не нашли причину.

Начальника КБ командировали на несколько месяцев за рубеж и он буквально за день до отъезда пригласил меня к себе и сказал, что он мне доверяет и хочет меня поставить во главе этой лаборатории. Если я не «вытащу» этот прибор, то все равно его никто не «вытащит», а ему будет за границей спокойнее, если я буду возглавлять работу. (Лесть!)

Я отказывался, потому что не знал этого прибора, этой технологии, но он очень тонко намекнул, что я смогу и должен ему помочь. В конце концов я согласился. Я и так был начальником лаборатории, а теперь у меня их стало две. Когда он меня представлял в лаборатории в качестве нового начальника, одна женщина-инженер даже вскрикнула от негодования, что я буду их руководителем. Остальные приняли меня молча, не высказывая своих чувств. Многих из коллектива я знал, но описать все отношения с каждым сотрудником, со всеми нюансами невозможно. Несомненно, кто-то был за меня, кто-то против. Я получил возможность повысить оклады нескольким инженерам - это важный фактор.

И еще одна деталь. Я не был выпускником ВУЗа, в котором изучали полупроводники. Я был человеком со стороны. Основные же кадры - выпускники ЛЭТИ и они дружно держались друг за друга.

Вот такая была обстановка.

Я понимал, что надо найти главное звено, главную причину - почему не получается прибор. Я стал проводить каждое утро совещания с полным разбором результатов работы, проделанной каждым инженером за предыдущий день. (Кому же это понравится!) Я выслушивал всех и старался понять и принимать решения демократически. Однако у меня было ощущение некоего сопротивления. Потратив время на ознакомление с организацией работы и технологией, мы пришли к выводу - следует изменить организацию.

Раньше каждый ИТР вел технологическую операцию и за нее отвечал. Как бы отвечал. На самом деле никакой ответственности не было, т.к. было неясно, на какой же операции создается брак. Поэтому теперь каждый сам вел несколько партий пластин с начала и до конца и полностью отвечал за получение годных приборов. Меня поджимали сроки - три месяца, а цикл изготовления прибора без напряжения сил - 20 дней.

Проведя подробное рассмотрение параметров готовых приборов, не соответствующих техническим условиям, мы пришли к выводу, что основной причиной брака является неумение изготавливать пластинки с заданным по толщине высокоомным слоем кремния. Если высокоомный слой составляет более 6 мкм, то образует-

ся брак по параметрам насыщения, если меньше 4 мкм - то брак по напряжению «коллектор-база». Таким образом, надо научиться так полировать пластинки, чтобы толщина высокоомного слоя составляла величину буквально 5 ± 1 мкм.

Узнав причину, надо было найти метод ее устранения. И вот здесь проявилась моя персональная черта - я верил, что такой метод можно найти, остальные нет. Почему? Не знаю.

Я пригласил двух инженеров - технолога и метриста.

Технологу - делать, метристу - измерять. Поставил перед ними проблему - как измерять толщину высокоомного слоя, чтобы она была одинакова на всех пластинках. Измерять надо непосредственно во время полировки. Оба ответили в один голос "Не знаем!" - Подумайте! Ответ тот же: - "Не знаем!"

Конечно, можно измерять по контрольным пластинкам, оптическим методом и другими, но все это долго, требует затрат, а мне надо сегодня, вчера!

Этот прибор должен осваиваться в серийном производстве и технология должна быть разработана под серийное производство. Мне нужен был непрерывный метод контроля во время полировки пластин. Вот основной тезис. Чем же можно контролировать непрерывно?

Ничего не зная о ресурсах, интуитивно решил, что ближе всего, с чем приходится работать, более прост и знаком - это какой-то метод, основанный на прохождении и измерении тока. А что если использовать зондовый метод? Ток от зондов должен проходить по 2-м слоям - высокоомному и низкоомному (теперь я бы сказал диссимметричным слоям), то есть это как бы два сопротивления, включенных параллельно, причем одно из них изменяется во время полировки. А вдруг мы почувствуем разницу в 1 мкм при таком включении зондов?

Я предложил эту идею обоим инженерам для критики. Что тут началось! От того, что я профан и ничего не понимаю в полупроводниках, до того, что это сделать вообще нельзя. Я кое-как от них отбивался и предлагал, как это сделать.

Надо взять пластинку с проведенной в обе стороны диффузией фосфора на глубину 100 мкм, сделать косой шлиф (рис. 33), а затем пройти по нему и построить полученные зависимости. В ответ слышу: "Нет и нет! Мы делать не будем - это бред!"

Пришлось мне применить власть начальника лаборатории. Я им приказал сделать то, что я сказал, причем в течение 3 дней. Три дня я их трогать не буду.

Через два дня они пришли ко мне несколько смущенные и показали результаты. Как ни странно для них, но что-то получилось.

Оказалось, что как по току, так и по напряжению есть минимум и максимум (рис. 34), зная величину которых в вольтах или миллиамперах, можно установить толщину высокоомного слоя.

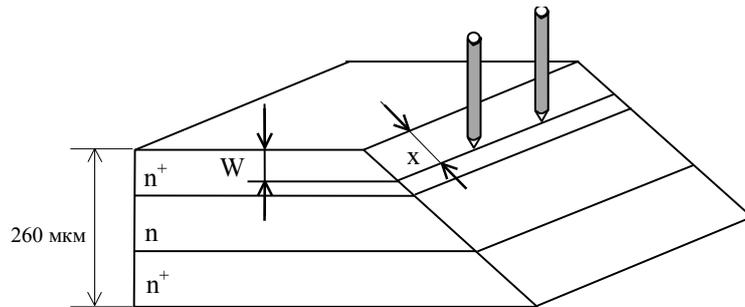


Рис. 33 Вид среза косо́го шлифа.

Причем, в принципе, не надо знать толщину, а достаточно знать только величину тока или напряжения. Срочно были изготовлены пластинки с различными значениями тока, т.е. с различной толщиной высокоомного слоя и изготовлены транзисторы.

Оказалось, что при токе 5,5 мА получается наибольший процент выхода транзисторов с заданными параметрами по ТУ. Буквально, в течение нескольких недель были изготовлены тысячи годных приборов и тема ОКР была предъявлена комиссии. Комиссия приняла прибор и началось серийное производство транзисторов КТ306.

Конечно еще было много вопросов, задач, которые пришлось решать, но главная причина брака была устранена - можно было двигаться дальше.

Доверие, оказанное мне, я оправдал.

Конечно, один из вопросов: "Как пришла мне в голову мысль о двухзондовом методе?"

По-видимому, желание, доверие, ответственность, сопротивление и еще ряд факторов заставляют человека думать более интенсивно и находить правильные решения. И все же - это не ответ на вопрос: "Как?"

Метод описан в [81].

Приведем еще несколько любопытных выдержек из [82] (раздел «Факты и идеи в творчестве ученого.»).

1. "Он много сделал впервые в науке: одновременно с В.А. Беллицером открыл важнейший энергетический процесс, идущий в живой клетке - окислительное фосфорилирование; установил, что сократительный белок мышцы - миозин обладает фермен-

тативной активностью, он сам расщепляет молекулу АТФ и энергия, выделяющаяся при этом, служит источником для работы мышц." (Об академике В.А. Энгельгардте.)

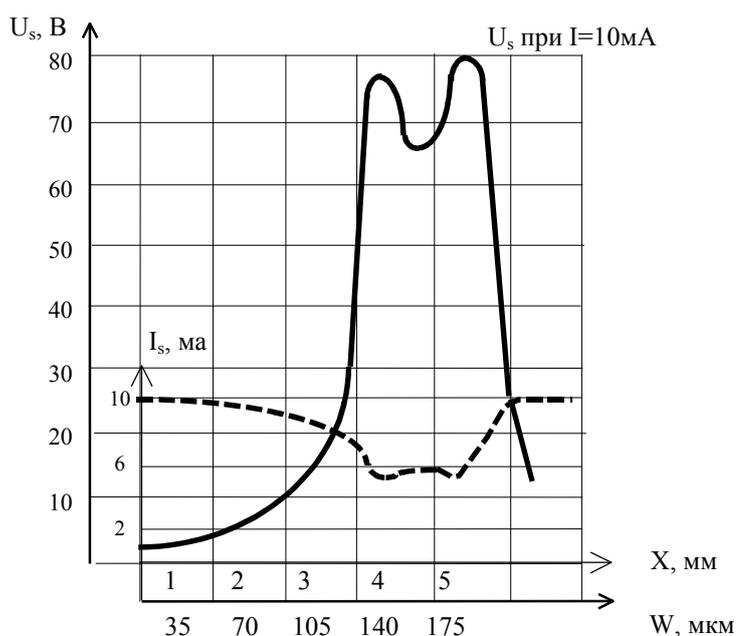


Рис. 34. Зависимость напряжения и тока между зондами на косом шлифе пластины после встречной диффузии

2. "Началом ее считается раскрытие двуспиральной структуры ДНК, вещества наследственности. Один из авторов этой работы Джеймс Уотсон без лишней скромности сравнил свое открытие с великим взлетом ума Чарлза Дарвина. И он же называет в числе движущих сил своего исследования тщеславное стремление опередить Лайнуса Полинга в гонке за нобелевской премией. Вот что оказывается заставляло двух главных участников, Уотсона и Крика работать дни и ночи, конструируя замысловатые молекулярные модели."

3. "Химики - это те, кто в самом деле понимает мир.

Мне представляется, что самая большая радость выпала на мою долю однажды ночью в декабре 1930 г.

Я тогда интересовался химическими связями, пытался понять, что они собой представляют. Это была головоломная

проблема. Физики уверяли, что атом углерода имеет на внешней оболочке разные электроны: два s-электрона и два p-электрона с разными, естественно, орбиталями.

Но химики говорили, что этого не может быть.

Как можно было примирить эти суждения?

Я много размышлял над этой проблемой, и мне пришла в голову мысль, что s- и p-орбитали могут как-то сочетаться друг с другом, перемешиваться так, что образуются четыре одинаковые связи. Но подтвердить свою догадку расчетом я не мог, задача была сложна.

Прошел почти целый год. И вдруг меня осенило, что смешанные, или гибридные, орбитали углерода можно рассчитать с помощью простых алгебраических действий." (Лайнус Полинг.)

4. "Научная индукция, по сути дела представляет собой параллелограмм сил - рациональный и иррациональный. Вот почему наука во многих отношениях не столько наука, сколько искусство. Поэтому невозможно переоценить роль, которую играет в научном исследовании воображение, непредвиденные выводы, основанные на неожиданных аналогиях.

Создается впечатление, будто само существование содержимого зависит именно от упаковки. Тем не менее я не желал бы закончить на этой ноте." (Эрвин Чаргафф, «Белибердинское столпотворение»)

5. "Чуть ли не с детских лет, во всяком случае со студенческой поры Джим Уотсон задался целью: понять причину разнообразия живых существ. Эта цель конкретизировалась, свелась к вопросу о природе гена, наконец, к пространственной структуре ДНК, но никогда не менялась на другую.

Я был бы не прав, если бы оставил читателя с ощущением, что великие открытия могут быть сделаны как-то походя. И пример Уотсона при внимательном рассмотрении как раз опровергает такое представление. Просто за внешней бравадой автора «Двойной спирали» надо увидеть то, что было на самом деле. А была дневная и ночная концентрация мысли на том, как же устроена ДНК. Был важный контакт с химиком Джерри Донохью, в результате которого родилась идея комплементарных пар оснований аденин-тимин и гуанин-цитозин, краеугольный камень двойной спирали. Было и постоянное «подогревание» Фрэнсиса Крика в те минуты, когда тот уже не видел дальнейшего пути и терял интерес к проблеме. И была прежде всего уверенность в том, что ген - это ДНК, тогда, когда подавляющее большинство биологов думали, что ген - это бе-

лок." (Из вступительной статьи В.И. Иванова к статье Джеймса Уотсона «Время простоты не настанет никогда.»).

6. *“Доктор Уотсон, в предисловии к вашей книге «Двойная спираль» вы утверждаете, что широкая публика не представляет себе как делается наука. И добавляли, что пути научных исследований почти столь же разнообразны, как человеческие характеры.*

Но меня тянуло и к химии. Она привлекала меня возможностью объяснить наследственность. Главным химиком тут был Лайнус Полинг. Дельбрюк не любил Полинга и это удивляло меня. Полинг такой великий человек! Но у них был разный подход к науке. Дельбрюк был очень широк - он интересовался многими разделами науки, даже теми, где он не работал. Для Полинга же существовала только та наука, которую он сам изобрел. Но конечно, изобрел он немало. Правда, и Дельбрюк не очень-то интересовался спиралью Полинга.

Тем не менее, невзирая на мнение таких авторитетов я пришел к выводу о важности ДНК. Все таки самое простое объяснение трансформации получалось на основе ДНК.

Что сейчас вам кажется главным?

Быть очень хорошим, тщательным наблюдателем. Вы должны удерживать в памяти целый воз фактов, не в компьютере, а в голове - чтобы вас вдруг осенила интересная идея. Я думаю, что самым важным из неожиданных событий последних лет было открытие сплайсинга РНК без всяких ферментов.” (Джеймс Уотсон, «Время простоты не настанет никогда.»)

Ненастной ночью в Цюрихе. В начале 1960-х годов историки науки решили собрать воспоминания тех физиков, которые принимали участие в создании квантовой теории. Каждое интервью длилось помногу часов и вся процедура растягивалась на несколько дней. В результате удалось получить бесценный историко-научный материал, сохранить для потомков картину переворота в науке.

В числе интервьюируемых был и Гайтлер (Ф. Лондон к тому времени уже умер). Приведем небольшой фрагмент из его интервью (1963 года, опубликованного в [83]):

“Я опишу историю этой работы так, как я это помню. Ни одна другая оригинальная идея, ни моя ни Лондона не была такой амбициозной как эта. Поначалу мы помышляли о малом, - требовалось рассмотреть вопрос о силах Ван-дер-Ваальса. Мы полагали, что ответ можно получить, если рассчитать взаимодействие зарядов двух атомов водорода и их зарядовых плотностей, вовсе не думая об обменном взаимодействии. В результате мы пришли к тому, что впоследствии было названо «кулонов-

ским интегралом», значение которого было, однако, слишком велико для сил Ван-дер-Ваальса, хотя и отвечало значительному межатомному притяжению. Некоторое время мы действительно испытывали затруднения, которые были связаны с тем, что неясным оставался смысл полученного результата.

Но вместе с тем, мы не могли двигаться дальше, и в течение нескольких недель создававшаяся ситуация была главным предметом наших раздумий и частых дискуссий.

Помню как-то в Цюрихе выдался ненастный день. Вы знаете, что такое фён? Это крайне неприятная погода. Люди переносят его по разному - одни очень подавлены, других клонит в сон. Я отношусь к последней категории. Я тогда проспал до позднего утра, а когда встал был не в состоянии чем-либо заниматься. После обеда снова отправился спать и проспал до вечера.

Когда же проснулся, передо мной отчетливо предстала следующая картина: волновые функции двух атомов молекулы водорода связаны друг с другом плюсом и минусом так, что между ними происходит обмен. Я помню это так, как если бы это было вчера. Я был очень возбужден, и тут же все продумал и довел до конца. Вскоре мне стало ясно, что именно обмен играет в этой проблеме решающую роль. Я позвонил Лондону, он тут же пришел ко мне. Тем временем у меня уже начало выстраиваться подобие теории возмущений.

Мы просидели вместе до поздней ночи. К утру большая часть содержания статьи была ясна, т.е. мы знали, что и как писать. Не позднее следующего дня появилась полная уверенность, что волновые функции молекулы водорода в наших руках и что наряду с притяжением существует также второй способ взаимодействия атомов, приводящий к их отталкиванию..."

Теперь можно сделать вывод. Если будут использованы эмоциональные факторы, о которых мы говорили, совместно с теми рекомендациями, о которых мы рассказывали в первых главах и продолжим в следующих - то это должно позволить резко сократить путь и время наступления "момента истины".

*В эту жизнь я пришел не затем,
Чтобы въехать в сенат на коне.
Я доволен сполна уже тем,
Что никто не завидует мне.*

Подпольно, исподволь, подспудно,

*Роясь как в городе цветы,
Растут в нас мысли, корчась трудно
Сквозь битый камень суеты."*

*Добро - это талант и ремесло
Стерпеть и пораженья и потери.
Добро, одолевающее зло -
Как Моцарт, отравляющий Сальери.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 17. О МЕТОДАХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Мудрец сказал примерно так: можно помочь больному, нищему, пленному, личности помочь нельзя.

Забавно, что научный подход вступил бы сам с собой в противоречие при попытке учесть противоположную точку зрения

Олег Крышталь [35]

Считается, что дети до определенного возраста задают старшим один и тот же вопрос: "Почему?" Но вот, прожив много лет, я пришел к тому же: задаю себе очень часто тот же вопрос. И не могу найти ответ. Эти вопросы связаны с техникой, наукой, политикой, обществом, взаимоотношениями между людьми и т.д. и т.п. Несколько вопросов я все же приведу.

1. Почему нельзя скоординировать усилия врачей всех стран и не провести исследования и разработку методов лечения больных раком, СПИДом?

2. Почему ученые в большинстве случаев не принимают новые гипотезы, идеи, теории и т.д.?

3. Почему даже верные теории входят в жизнь только после смены поколения ученых при жизни которых они были созданы?

4. Почему нельзя придумать по аналогии с Нобелевской премией другую, такую же престижную, которую можно было бы присуждать целым коллективам за достигнутые успехи, например, за раз-

работку лечения особо сложных болезней, за решение экологических проблем и т.д.?

5. Почему нет методологии науки, почему в институтах не обучают решению научных и технических задач?

И вот однажды, раскрывая очередной журнал «Знание - сила», я с трепетом увидел заголовок "Наука делать науку. Методология науки, философия науки" [84] Зачем ученому-специалисту в конкретной области знаний нужны «наука делать науку», «методология науки» и «философия науки»? Только для «общей культуры», как стихи Пушкина и полотна Леонардо да Винчи? Или они могут помочь в решении серьезных профессиональных проблем? Под этим заголовком помещены статьи палеонтолога С. Мейена «Что скажет мне методолог?» и методолога Н. Овчинникова «Мы будем вам нужны, когда будем нужны.» Автор первой статьи доктор геолого-минералогических наук С. Мейен, ученый, о котором много писали, да и сам он писал в журнале. Короче говоря фамилия знакомая. И что для меня очень важно, он поставил ту же проблему, с которой сталкивался и я. Суть ее в том, может ли методолог помочь, объяснить, подсказать познавательные механизмы повседневного исследования. Короче говоря - я делаю работу, провожу исследование, что мне делать? С чего начинать? Чем кончать? Как выдвинуть гипотезы? Дело осложняется тем, что в физике, химии, как утверждает его оппонент, доктор философских наук Н. Овчинников, есть много методологических приемов, а вот в такой науке как палеоботаника, в «малой» науке, Мейен вынужден будет сам создать такую теорию и ее методологический смысл. Но Мейен говорит о том, что *"раз они (философы) претендуют на утверждения, касающиеся любой науки, я вправе ожидать, чтобы эти утверждения были приложимы и к «моим» наукам, прежде всего - к палеоботанике."* Ответ оппонента весьма неубедительный, т.е. ответ такой - тебе надо, ты и работай!

Я очень кратко охарактеризовал диалог двух докторов. В этом диалоге есть и для нас интересные высказывания, поэтому я хочу его проанализировать.

1. *"Наиболее важный способ научной работы (по мнению Поппера) - пары сопряженных действий: сначала догадка, а затем ее опровержение в специальных проверках. Именно опровержение, а не подтверждение. Если догадка (гипотеза, интуитивная идея) выдержала проверки, значит она может быть принята, по крайней мере до тех пор, пока ее не отвергнет очередная проверка. Этот экзамен на опровержение (фальсификацию) главный способ отличить научную идею от ненаучной. Поэтому самое ценное в науке - критицизм, который должен продемонстри-*

ровать сам автор новой идеи, не дожидаясь пока на нее не набросятся с проверками другие.

Традиционный эмпиризм провозглашал противоположный подход: искать все новые «за» в пользу гипотезы. (Мейен).

Как получить догадку? Вот это и есть один из первых вопросов. Для этого надо провести эксперименты, какие? Сколько? Почему нельзя объединить оба подхода и говорить о том, что надо и критиковать и искать новые «за»? Что этому мешает и почему надо бросаться в крайность, когда каждый исследователь и так интуитивно чувствует где плохо, а где хорошо?. Да и тот же подход: тезис - антитезис - синтез подсказывает, что это более рационально, чем топтание на одном тезисе.

2. *"И последнее, что меня особенно насторожило. Метанаучные концепции обосновываются большей частью на материале высочайших и величайших теорий. Это механика Ньютона, Максвелла, Эйнштейна. Так устаревшая историческая наука больше интересовалась деяниями императоров и великих полководцев во дворцах и на поле брани, чем жизнью простого люда в бедных хижинах и на сельском базаре. К «простому» научному люду обращается лишь науковедение, изучающее науку как социальное явление, но не философия науки. Даже если он возьмет не физику, а что-нибудь посромнее, допустим, почвоведение, то и здесь он не снизойдет ниже работ корифеев - В.В. Докучаева, Д.Н. Прянишникова. И снова повседневность научной работы от него ускользнет.*

Об этой повседневности, а не о редких моментах теоретического озарения гениев, я и стал думать больше всего. (Мейен).

Это прекрасные мысли. Действительно, реально ученых у нас немного. Если верна истина, то верна и противоположная точка зрения. Так утверждал Н. Бор. Я считаю, что все люди - ученые и изобретатели. Конечно, они могут даже этого и не знать. Каждый в какой-то степени знает и исследует свой организм, его поведение в различных условиях. Повседневная деятельность и работа всегда - ежедневно требует изобретательности и люди ее проявляют. Можно со мной не соглашаться, но преступный мир проявляет преступное творчество, которому иногда нормальное творчество противостоит недостаточно эффективно. Таким образом, если бы были собраны, скажем громко, народные подходы в науке, в ежедневной науке, то, несомненно, результаты бы позволили науке быть более эффективной.

3. На полях статьи Овчинникова я написал: "Вы нам нужны вчера, сегодня, завтра." Овчинников говорит: *"Здание науки - трехэтажное. На первом этаже - научное познание природы. Второй*

этаж - это изучение процесса познания, все, что составляет метанауку, в состав которой входят и методологические исследования.

Я сказал бы так: "Он вынуждает меня подняться со второго этажа на третий и на некоторое время поселиться там, то есть подумать о предмете и значимости метаисследования."

Но ведь можно идти не только на третий этаж, но и опуститься в подвалы, где тоже работают люди пытающиеся понять и природу, и методологию, и общую картину мира.

4. Овчинников говорит о репортаже Мейена: "Заметим, что само намерение написать репортаж явилось у его автора после того, как он лет десять назад начал знакомиться с методологическими работами. Я полагаю, ему это помогло глубже всмотреться в свою собственную науку."

Я думаю, что это и так и не так. Он потратил массу времени, чтобы убедиться в том, что методологические работы ему в повседневной жизни не помогают. Об этом его крик души. Можно прочесть несколько книг на тему. «Как делаются открытия?», закрыть их и опять не знать, что же делать, когда сам работаешь, исследуешь, думаешь. Нет руководства к действию.

5. "Мастера в любом деле отличает от новичка не только качество его изделий - это отличие очевидно. Есть более тонкое отличие: мастера характеризует особенная забота об инструментах своей работы. Мы говорим сейчас не о микроскопах. Важнее инструменты иного рода: научные понятия, теории, созданные предшественниками." (Овчинников).

Это верно. Но ведь многие наверняка встречались с мастерами, которые не особенно желали делиться своими инструментами - будь то токарь, который знал, как заточить резец, чтобы иметь высокую производительность, или ученый, который не очень внятно говорит как к нему пришла идея, и научить других, чтобы и к ним они приходили.

6. Далее Овчинников приводит пример из деятельности Резерфорда, который несомненно был мастер.

"В начале 1909 года опытный экспериментатор Ганс Гейгер и его начинающий ассистент Эрнст Марсден по заданию шефа исследовали пучок α -частиц при их прохождении через вещество."

Что хотел посмотреть Резерфорд, что он искал, что его подтолкнуло к этому? Вот первые вопросы, которые возникают у читателя.

Я читал об этом эксперименте во многих книгах. И везде это описывается по-разному. Я не буду приводить варианты, но приведу тот, который мне больше импонирует.

"Летом 1906 г. в Канаде Резерфорд, который тогда возглавлял физическую лабораторию Макгилльского университета, заметил странное явление: узенький пучок α - частиц, пронизав тонкий слюдяной листок, немного расширился. Отчего? Что могло сбить частицы с прямого пути? Тогда ученый ограничился лишь коротким замечанием: "Такой результат ясно показывает, что атомы вещества должны быть средоточием очень интенсивных электрических полей." Но спустя три года в Манчестере...

"Он повернулся ко мне и сказал" - вспоминал Э. Марсден - "посмотрите-ка, не сможете ли вы получить некий эффект прямого отражения частиц от металлической поверхности?"

И может быть неожиданно для самого Резерфорда эксперимент подтвердил сделанное предположение - Гейгеру и Марсдену удалось наблюдать частицы, возвращающиеся назад. Из этого следовало, что в атоме есть положительный заряд." [83].

Да, Резерфорд не поверил, или не был уверен, что пучок расширяется и, чтобы доказать себе это, он прослушал курс теории вероятности, после чего, по-видимому, просчитав расширение убедился в правильности эксперимента.

Но затем Резерфорд (мастер!) решил провести противоположный эксперимент. И он все подтвердил. Так можно утверждать, что методологический прием хорош и им надо пользоваться везде, всегда, но... об этом все молчат. Это плохо, но то, что не делают, не проводят, еще хуже.

Далее я хочу отметить высказывание Овчинникова о методологах.

"Методологи ищут в практике научной работы наиболее плодотворные способы организации знания, исходные принципы, объединяющие знания в данной области. Эти принципы оказываются средством построения теории в любой науке. Насколько они применимы и плодотворны, зависит от конкретной методической ситуации в данной области знания.

Явлениям природы можно найти множество различных объяснений. Но каким образом избрать наиболее убедительные или приемлемые? Один из принципов отбора - принцип простоты теоретического объяснения, который не так прост, как может показаться на первый взгляд.

Есть еще принципы сохранения, симметрии, элементности, преемственности знания и т.д. Они применимы в создании и развитии любой теории."

Несомненно все это верно, но как применить, как работать со всем этим многообразием принципов, способов?

Таким образом, я бы сказал, что один доктор задал вопрос, а другой от него ушел, не ответив.

У Абрагама в книге [75] приводится масса анекдотов - и все они по делу, точно подходят под описываемые автором ситуации. Один мне очень понравился, так как он довольно хорошо описывает, по моему, и ситуацию с философами, о которой говорит Мейен.

Во время войны южан с северянами офицер северян в одной деревне увидел на заборах мишени - круг, а в нем точно посередине отверстие от пули. Он поинтересовался, кто же это так метко стреляет. Мальчишка, стоящий у забора сказал, что это Джек.

~ - И всегда попадает? - спрашивает офицер.

~ - Всегда! - отвечает паренек.

~ - Ну так позови его ко мне, нам нужны меткие стрелки. Вот тебе доллар, беги за ним.

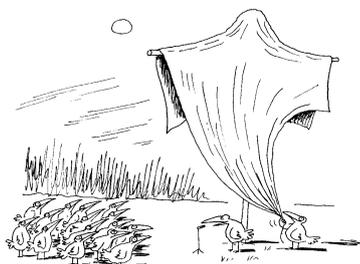
Мальчик берет доллар и уходя говорит:

~ - Только я хочу предупредить Вас, сэр, что он сначала стреляет, а затем обводит, рисует круг.

Наша задача, используя свой опыт и опыт многих авторов дать прямые рекомендации - где и как искать новые эффекты, что делать при исследованиях и как выдвигать гипотезы.

*Диспуты, дискуссии, дебаты
Зря об этом делятся сотни лет.
Либо виноватых в мире нет,
Потому, что все мы виноваты.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 18. КАЖДОЕ ОТКРЫТИЕ - ШОК

Для тех, кто не желает учиться, условия жизни изменить невозможно

П.Д. Успенский [70]

Когда первый раз мне принесли бескорпусную простенькую интегральную схему, в которой был обнаружен дополнительный диод, я отказывался верить, что это можно сделать. Я даже проверил фотошаблоны - это уже форменная глупость, полагая, что кто-нибудь заложил в фотошаблон (ФС) такой диод. Наконец я поверил, что это возможно. Это произошло тогда, когда удалось обнаружить, что эти диоды сами появляются и сами исчезают. На самом деле они образовывались от воздействия статического электричества. Мы какое-то время пытались достать генератор статического электричества для того, чтобы проверить наши предположения. Одновременно были приняты меры для предотвращения попадания статического электричества на ИС в процессе их сборки и испытаний.

Ко мне пришел работать молодой техник, и я поручил ему подумать о создании простенького источника статического электричества. Он ушел и вернулся через 2 часа, позвав меня посмотреть, что он сделал. Интегральная схема вставляется в колодку установки для измерения *вольт-амперных характеристик* и параметров ИС. Затем он достал расческу, причесался и поднес ее к ИС. Мгновенно на осциллографе появилась характеристика образовавшегося диода. После этого он повторил эту операцию и диод «пробился». Ну не удивительно ли все это! Во-первых, возникло чувство зависти и обиды - как же мы сами не догадались о таком простом генераторе. И, во-вторых, все мои представления о изготовлении *p-n* переходов за счет диффузии, сплавления рухнули, ведь фактически диод образовывался за доли секунды при комнатной температуре. Наши попытки получить диоды вне кристалла и ИС не увенчались успехом.

Результаты этой работы изложены в [85].

Чуть позднее мы решили посмотреть насколько наш окисел равномерен с точки зрения пробивного напряжения. Для этой цели был выращен оксид кремния толщиной 0,1 мкм и сотрудник начал пробивать его с помощью вольфрамового зонда при подаче постоянного напряжения. Через какое-то время сотрудник буквально прибегает ко мне со словами: "Не могу понять, почему оксид пробивается, но на осциллографе нет обычной картинка - прямой линии, а есть какие-то непонятные кривые?"

Мы пошли, посмотрели и убедились, что это не что иное, как ВАХ диодов, которые образуются от пробоя оксида. Опять шок, долго не могли получить, а тут оказалось, что все просто, следует иметь оксид с толщиной 0,1 мкм.

Еще один шок: удивление вызвало получение ВАХ, когда вместо кремния *n*-типа проводимости взяли *p*-тип. Ожидали, что уж в этом-то случае точно получится «закоротка», а образовалась характеристика, которую никак не ожидали - характеристика транзистора с «оборванной» базой.

Результаты этой работы опубликованы в сборнике [24].

И так при каждом открытии - открытии для себя. У каждого человека есть некие представления, и если полученный результат не совпадает с представлениями, то это вызывает удивление, неверие, нежелание пересматривать собственные взгляды. Это было и с эффектом Тваймана, когда не хотелось верить, что пластинки сами ломаются, с эффектом Рассела, когда на фотопластинке получалось «черное» изображение всего лишь от контакта ФП с поверхностью кремния и т.д. Это в случаях, когда вся картина видна.

А вот пример, когда вы находите решение с вашей точки зрения верное, правильное, а те, кому вы поручаете эту работу, не верят, не хотят ее делать. Как убедить сотрудников, тем более, что подобную работу никто до этого, как известно, не делал? Мы поставляли одному предприятию интегральные схемы в пластинках. Потребитель получал пластинки с готовыми, годными ИС, разрезал их на кристаллы, собирал в корпус, а затем проводил измерения. Оказывалось, что до 20 % собранных ИС уходило в брак при температуре минус 50°C. Главный технолог предприятия-потребителя поставил перед нами задачу - снизить процент брака хотя бы до 5-7%, уж слишком много корпусов уходят в брак. Найти причину в технологии, почему 20% ИС «на минусе» уходят в брак - дело долгое. А вот если найти режимы измерения при комнатной температуре, чтобы отбраковывать те ИС, которые отойдут «на минусе», мне показалось, что задача быстро решается. Действительно, если исходить из того факта, что все характеристики ИС нелинейные, то,

возможно, взяв забракованные «на минусе» ИС, удастся определить тот режим измерения, который позволит использовать его для отбраковки этих потенциально бракованных схем. Когда я попросил двух сотрудников, передав им 10 ИС, забракованных «на минусе», посмотреть, подобрав такой режим - это просто вызвало у них ярость и недоброжелательность. Это нельзя сделать, это невозможно - вот их ответ. Однако я убедил их попробовать, а затем обсудить результаты. Через три дня они принесли результаты, из которых следовало, что если изменить режимы измерения - напряжение питания и ток, то фактически, вводя дополнительный тест, возможно забраковать потенциально негодные ИС непосредственно на пластинке при комнатной температуре. Первая же партия пластин, забракованных с помощью дополнительного теста, была отправлена потребителю и вызвала у него шок. Брак составил 0,5 %. Очевидно, что полученное решение можно использовать для того, чтобы вообще не проводить испытания при низкой температуре, но об этом никто не хотел даже слышать.

Итак, можно сделать выводы.

Любое открытие вызывает удивление и неприятие. Необходимо сделать хотя бы попытки его понять, объяснить и убедить других, что это не фокус, а реальность, которую следует принимать, исследовать, использовать и публиковать.

*Господи, в интимном разговоре
Дерзкие прости мои слова:
Сладость утопических теорий
Пробуй ты на авторах сперва.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 19. СВЕРХЭФФЕКТЫ

Ненужное мышление – одно из главных зол нашей внутренней жизни

П.Д. Успенский [70]

Обратимся к одному явлению, которое, с нашей точки зрения, чрезвычайно важно. Когда обнаружен новый эффект, то его обычно рассматривают в той области науки или техники, где он добыт. Очевидно, желательно рассматривать новый эффект, во-первых, в различных средах - жидкой, газовой, в твердом теле, в плазме. Во-вторых, обратный, противоположный эффект, объединение противоположных эффектов. В-третьих, возможность привлечения этого эффекта для объяснения известных явлений, процессов в живых организмах, растениях и т.д. И, в-четвертых, возможность решения технических задач с привлечением нового эффекта - задач на изменение и измерение, то есть рассмотреть возможность создания и реализации изобретений. Например:

1. Мембраны клеток, ядер, митохондрий имеют липидную структуру - малую толщину и большую поверхность. Возможна ли деформация мембран за счет разницы в поверхностном натяжении? Мембраны аксона могут как бы «дышать», колебаться, открывая и закрывая каналы? Это гипотезы, но мало вероятно, чтобы тот, кто создавал мембраны, пренебрег этим эффектом.

2. Пластины кремния могут быть деформированы в обоих направлениях - все зависит от обработки: полированная сторона всегда вогнута, сжата.

3. Привлечение результатов, полученных при изучении эффекта Тваймана к уточнению эффекта Ребиндера, к работе клетки.

Этот вопрос следует рассмотреть более подробно. Очень часто ученые пренебрегают изобретениями, полагая, что заниматься ими как бы ниже своего достоинства. А зря! Тем более теперь, в наш

век смешанной экономики. Ведь довольно часто проведенные исследования выявляют уникальные явления, но о них почти никто не знает и, естественно, не использует.

Например, Ю.М. Хирный и А.П. Солодовников пишут в [86], что они изучали десорбцию гелия из стали и обнаружили резкое повышение коррозионной стойкости элементов *Fe*, *Cu*, *Al*, *Se*. Это с моей точки зрения, уникальное открытие. Мир от ржавления металлов теряет ежегодно миллионы долларов. Но есть ведь и людские потери от порчи и ржавления приборов и металлических конструкций. Казалось бы - вот эффект, который следует поднять на щит и начать изучать. Однако все спокойно. Когда я познакомился с этой работой, я запыхавшись прибежал в лабораторию, созвал сотрудников и говорю: "Давайте срочно имплантировать гелий (*He*) в алюминиевые дорожки интегральных схем, ведь у нас бывает брак по коррозии алюминия."

Ответ: "У нас нет гелия, и мы его не можем загонять в металл. У нас есть аргон!" - "Давайте, делайте аргон!" Не буду терзать ваше воображение, читатель: аргон тоже дал прекрасные результаты - алюминиевая металлизация не изменяла даже свой цвет от обработки в щелочи. Получили авторское свидетельство не Хирный и Солодовников, а мы, грубо говоря, не имеющие к их работе никакого отношения. Теперь мне даже стыдно, что мы их не разыскали и не предложили им поучаствовать в этой работе. Опять-таки, ведь могли это сделать они, причем посмотреть не только гелий, но всю колонку инертной группы. Мне показалось, что у меня на работе за эту идею схватятся и начнут ее реализовывать, но не тут-то было...

А вы чувствуете связь этого эффекта с силами поверхностного натяжения, поверхностной энергией? То, с чем встретились авторы исследования по десорбции - увеличение коррозионной стойкости - это сверхэффект, они его не видели, не предвидели и не ожидали. Еще один сверхэффект - это возможность применения аргона. И если крепко подумать, то можно обнаружить еще целый ряд сверхэффектов. Например, можно локально создавать не окисляющиеся участки на поверхности кремния и т.д.

Однако, по аналогии, должны существовать и негативные, отрицательные вредные сверхэффекты. Естественно хотелось бы их предусмотреть, но, как правило, никто их не хочет ни наблюдать, ни предвидеть. Конечно, чтобы проводить имплантацию, нужны установки, они стоят дорого, производительность их невысока. Но зато можно начать изготавливать некорродирующую разводку в ИС и одновременно начать разработку малогабаритных ионных ускорителей.

Несколько слов необходимо сказать о мифах и вере. Сейчас многие увидели, что находились в плену мифов и веры. Это же относится не только к общественной жизни, к идеологии. Можно взять философию и увидеть то же самое. Можно верить в авторитет какого-то ученого и верить в него, и во все то, что он говорит и делает, и, более того, быть его сторонником, «презирать» его противников и бороться с ними. Приведем несколько мифов: избавиться от коррозии металлов нельзя, человек произошел от обезьяны, философия - это наука наук и т.д.

Любая научная задача начинается с сомнения, неверия в существующие объяснения эффекта. Это сделать непросто, надо действительно видеть изъян в объяснении.

Заканчивая, мне хотелось бы привести две аналогии. Каждый видел, а может быть, и сам играл в большой теннис. Какая главная задача теннисиста? Ответ очевиден - взять, принять мяч и послать его сопернику, причем туда, где он его не достанет - перед сеткой, в углы и т.д., в зависимости от размещения противника на площадке. Что делают теннисисты даже на самых престижных турнирах? Я наблюдал много раз и видел: игрок начинает играть именно так, затем, я так думаю, он забывает обо всех приемах и делает все «с точностью до наоборот» - он все время подает сопернику мяч на ракетку. Почему? Я думаю, что он забыл все, чему его учили, но не по своей воле, а, возможно, это какой-то биологически-психологический эффект. Помните я писал, что даже зная, что следует провести противоположный эксперимент, я пришел к нему только через месяц, хотя обязан был предложить его через 3 минуты после получения результата от первого эксперимента. Но при исследовании время есть, а в игре - нет.

Аналогичный случай был с одним чемпионом по боксу. Его остановили два грабителя и заставили раздеваться. И он разделся, и только после этого вспомнил, что он боксер. Естественно, он уложил обоих соперников и потом долго смеялся над собой. Как же так, владея защитой и нападением, он даже не вспомнил, что надо делать? Если бы все описанные приемы те, кто имеет желание применили бы на ниве исследовательской деятельности, причем сразу, а не раздумывая месяцами или годами, эффект был бы достаточно значительным, и в первую очередь для самого исследователя - он бы поверил в собственные силы и почувствовал себя более профессионально.

И вторая аналогия. Один из крупнейших скрипачей, проводил открытый урок для студентов в Московской консерватории, и вы-

ступающей исполнительнице порекомендовал при исполнении использовать всю длину смычка. Наверное, она это знала, но почему-то не применяла. Если бы мы хотя бы чуть-чуть удлиннили путь нашего смычка, имеется в виду - ввели в действие диссимметрию, противоречие, противоположный эксперимент, идеальность, тенденцию полноты частей системы, поиск в точке, сверхэффекты и доведение до конца всех, даже ошибочных экспериментов, - музыка науки зазвучала бы более изящно.

Очевидно, используя принцип компенсации, можно для любых явлений выявлять сверхэффекты.

*Зима не переходит сразу в лето,
На реках ледоход весной неистов,
И рушатся мосты, и помнит это
Полезно для российских оптимистов.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 20. ПРЕДЕЛ И УРОВЕНЬ ПОНИМАНИЯ НАУЧНЫХ ИСТИН

*Мы ведь уже многое знаем, но
пока недостаточно понимаем.*

А.П. Смирнов (цитируется по [1])

Обучаясь в школе, институте, я довольно часто встречался с ситуацией, когда мне не удавалось понять то, о чем рассказывали преподаватели. Это было и по математике, и по физике, и по химии. По уровню понимания любого раздела науки каждая обучающаяся группа может быть представлена категориями: «все поняли», «никто ничего не понял» и разные соотношения между этими предельными категориями. Но даже в том случае, когда все поняли, при обсуждении может выясниться, что каждый понял по-своему. Многие употребляют правильную терминологию, но не понимают сущности явления, процесса. Многие непонятные мне разделы я преодолел и понял, но далеко не все, что мне хотелось. Бывали случаи, когда по одному и тому же вопросу удавалось прочитать нескольких авторов, и вдруг объяснение одного из них точно попадало в цель - я понял. Очевидно, для каждого возраста, для каждого уровня развития существует тот предел понимания, за которым наступает как бы темная ночь. Несомненно, для преодоления этого предела требуются усилия, умение заставлять себя думать. В повышении уровня понимания может сыграть свою роль применение принципов компенсации, эквивалентности и диссимметрии. Мы можем с помощью этих принципов повысить уровень понимания, представления и пойти дальше, глубже. Например, мы понимаем, что такое силы поверхностного натяжения. А дальше? Чем они вызваны в диэлектриках? Как взаимодействуют атомы на поверхности? Откуда берется энергия для атомов? Можем ли мы дойти до того уровня в понимании сущности явления, процесса, где прохо-

дит передовая линия науки, и возможно даже переступить через нее?

При решении задач, и научных в частности, возникают ситуации, когда буквально не знаешь, что делать дальше, и опускаются руки, и в голове ни единой мысли. Иногда говорят: "Да, и я так делаю, но надо подождать, рано или поздно должна прийти мысль, что делать дальше или как объяснить нечто".

Бывает очень полезно побеседовать со специалистом, рассказывая ему ход решения. А иногда сам находишь решение и удивляешься, как же раньше его не видел. Приведу последний пример из практической деятельности. Я все время рассматривал последовательное проведение противоположного эксперимента: первый, второй противоположный, третий решающий. Спокойно размышляя о поиске причин брака, я вдруг почувствовал и даже произнес вслух: а ведь на пластинке с интегральными схемами после 100 % контроля у меня имеются результаты одновременно проведенных двух противоположных экспериментов - годен, не годен. Я так этому обрадовался, что не сразу сообразил ответить на вопрос - ну и что из этого? Когда же попытался ответить - ничего придумать не смог. Прошло несколько месяцев прежде, чем ко мне пришла новая мысль. Суть ее в том, что следует после проверки: «годен - не годен», рассеять алюминиевую разводку и проверить кристаллы по выбранным элементам, сравнивая их между собой. Эта мысль пришла ко мне во время отпуска. Придя на работу, я сделал попытку ее осуществить, но восторга у окружающих она не вызвала.

Итак, можно поставить два вопроса:

- Как повысить уровень, степень понимания проблемы?
- И что делать при решении задач, когда попадаешь не то в тупик, не то на развилку, а проще - не знаешь, что же делать?

Этим вопросам и посвящена вся книга. Попробуем кратко ответить на эти вопросы. По-видимому, для каждого человека есть свой подход, и потому скажу, что я использую.

Читая учебники, монографии, статьи и даже школьные учебники типа «Физики» Ландсберга, следует понять сущность процессов и понятий. Например, изучая перенапряжение водорода на катоде, мне пришлось прибегнуть к гидравлической модели, суть которой очень хорошо изложена именно в этом учебнике.

Полезно обсудить любой непонятный вопрос со своими сотрудниками, аспирантами, инженерами.

Заставляет думать и находить объяснения подготовка к лекции и, когда стараешься ее прочесть лучше, чем вчера.

Следует сделать попытку написать статью на непонятную тему.

Сделать попытку провести расчет и получить хотя бы ориентировочные значения величин, характеризующие исследуемый эффект.

Это по первому вопросу.

По второму вопросу ответ у меня один - вникните в рекомендации и в «ноты», приведенные в следующей главе. Поймите каждую рекомендацию и попробуйте к ним обращаться при решении каждой задачи.

*Когда-нибудь, впоследствии, потом,
Но даже в буквари поместят строчку,
Что сделанное скопом и гуртом
Расхлебывает каждый в одиночку.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 21. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ "НОТ"

Чтобы задать правильный вопрос, надо знать большую часть ответа.

Р. Шекли.

Всякое искусство стремится к музыке.

Н. Михалков.

При решении научных задач самое главное - выдвижение правильной, правдивой гипотезы, естественно, не затрачивая на эту работу многие годы.

Решая задачи, выявляя мысли и рекомендации ученых, я пришел к выводу, что должно быть минимальное число рекомендаций, которые каждый исследователь обязан выполнять, чтобы не упустить свой шанс и в то же время сократить время поиска гипотезы. Для многих ученых ключом для отгадки какой-либо проблемы служили выбранные ими параметры, на основе которых проводились последующие расчеты и исследования.

Так, ключом, который послужил Ньютону для отгадки проблемы движения, было ускорение тела, пропорциональное силе, действующей на тело [87].

Ключом для открытия Гиббса стала скорость частички, пропорциональная ее энергии. Гиббс должен был найти единицу измерения состояния вещества, которая показывала бы подвергнется ли это вещество какому-нибудь превращению или останется прежним [87].

В технике ключом Эдисона была мысль: "Как это усовершенствовать?"

У меня сложилось представление, что ключом и для поиска, и для решения задач - может быть принят свойство диссимметрии. О ней я уже много писал, это и $F1+F2 = \Delta F$, и $V1+V2 = \Delta V$, и $P1+P2 = \Delta P$ и т.д.

Итак, ищите диссимметрию!

Сколько же можно взять рекомендаций, которые бы составили тот минимум, используя который, можно было бы надеяться на успех? Сколько их может быть - 2, 5, 8, 15?

Как-то так сложилось, что, думая на эту тему, мне несколько раз как будто кто-то подсказывал: "Возьми семь «нот»!" Возможно, мне это показалось, возможно, это случайность, но судите сами, в течение одной недели:

- Я проходил мимо телевизора и услышал, что ведущий произносит фразу: "Ноты были изобретены всего 400 лет тому назад".

- Я принес томик А.С. Пушкина "Критика, история, автобиография". Я его купил еще в 1950 году, прочитал, а затем несколько лет тому назад отдал дочери. Теперь я его взял обратно. Через несколько дней эта книга попала мне в руки, я ее открыл совершенно произвольно, и мой взгляд остановился на фразе, которая как будто была предназначена для меня: "Ноты русской истории свидетельствуют обширную ученость Карамзина, приобретенную им уже в тех летах, когда для обыкновенных людей круг образования и познаний давно окончен и хлопоты по службе заменяют усилия к просвещению."

- Через несколько дней я слушал передачу с участием Н. Михалкова. Буквально в самом начале своего выступления Н. Михалков обронил фразу, которая на меня произвела неизгладимое впечатление и опять таки подтолкнула к мысли о нотах. "Всякое искусство стремится к музыке."

Было еще несколько такого рода высказываний, и вдруг в какой-то момент мне стало ясно и очевидно, надо брать 7 «нот» - рекомендаций.

И, очевидно, в качестве первой «ноты» надо брать - диссимметрию, «нота» **Ди**. Это, собственно, и есть начальный ход поиска задачи и ее рассмотрение. **Ди** и принцип компенсации сопряжены и их надо рассматривать совместно.

Вторая «нота» - **Прэ** (противоположности, противоположный эксперимент, третий (решающий) эксперимент).

Третья «нота» - **Про** (противоречие). Это может быть и техническое и физическое противоречие.

Четвертая «нота» - **За** (законы). В эту «ноту» входят все законы развития техники, о которых мы писали, и те диалектические зако-

ны, о которых мы не упоминали, например, отрицание отрицания и т.д.

Пятая «нота» - **Ре** (ресурсы). Ресурсы есть везде вокруг нас, но один из самых важных ресурсов - это время.

Шестая «нота» - **Ид** (идеальность). Это может быть и идеальная модель, идеальное конечное решение. Элемент системы сам выполняет нужную нам функцию.

Седьмая «нота» - **Что?** Что надо сделать, чтобы произошло некое явление, эффект, процесс и т.д.?

Несомненно, все эти «ноты» могут работать в виде аккордов, если одновременно рассматриваются совместно несколько «нот». Вкупе они должны позволить выдвинуть гипотезу.

Очевидно, каждая нота имеет свое звучание, свой смысл, и мы не должны говорить, что какая-то из «нот» главная. Все они равнозначны и имеют смысл при совместном использовании.

К «нотам», их применению может быть двойственный подход, как и к философии.

Так, Декарт говорил: «Философ - это тот, кто знает нечто о том, что никто другой не знает так хорошо.»

«Нет такой нелепости, которую бы не изрекли философы», - вторит ему Цицерон.

И, наконец, мысль Эйнштейна: «Да разве философия не похожа на запись, сделанную медом? На первый взгляд она выглядит великолепно. Но стоит взглянуть еще раз - и от нее остается только липкое пятно.»

Я призываю поверить и испытать «ноты» в действии. После того, как я изложил «ноты» для решения научных задач, у меня зародилась мысль, которая с каждым днем укреплялась и перерастала в неудовлетворенность. В чем дело? Ведь сначала мне «ноты» чрезвычайно понравились. Я размышлял на эту тему несколько месяцев, и однажды в разговоре я вдруг сформулировал ее более точно.

Творчество можно условно разделить на две части: первая, когда создается нечто - музыка, живопись, техника и т.д., то есть то, чего не было и силой воображения, фантазии создано человеком. Вторая, - когда используется то, что существует в природе, обществе, познании, и человек опять-таки силой воображения, опытом, знанием, наукой, техникой открывает законы, закономерности, тенденции, объясняет, как и почему устроен мир, вселенная, общество, как развивается познание.

Так вот, «ноты» - это инструмент для создания музыкальных произведений и их записи. Это творчество по созданию того, чего нет в природе, а я использовал термин «ноты» для создания, оты-

скания в природе уже существующих процессов и взаимодействий. Как только я это понял, я сразу же начал искать оправдание для «нот», и мне кажется я его нашел.

Дело в том, что решая научную задачу, вы можете записать ход ее решения с помощью «нот» и, таким образом, вы сможете исполнить свою партитуру перед любым желающим узнать, как вы проводили исследование.

Вы сами можете проанализировать свою партитуру и увидеть проколы или, наоборот, озарения. В любом случае такой анализ исключительно полезен.

Можно предположить или даже утверждать, что если какой-либо автор исследования приводит свои результаты, то он должен в своей работе показать, что он использовал «ноты».

Так, например, Зильбер не провел противоположный эксперимент. Ройх приводит результаты исследования с применением сенсibilизации фотопластинки и на этом основании утверждает, что с поверхности металла происходит эмиссия молекул перекиси водорода. В одной из работ сообщается, что при пробое окисла на кремнии *n*-типа образуется диод Шоттки, в то время как, если бы был проведен противоположный эксперимент, стало бы ясно, что это неверно. Таких примеров - тьма. Одновременно можно говорить, что не используя диссимметрию, мы также теряем информацию, которая могла бы расширить круг наших знаний. Так, например, при переходе Na^+ и K^+ через мембрану - они должны между собой взаимодействовать, т.к. у них разные массы и одинаковые заряды, но об этом никто не говорит.

Еще пример. Диссимметрия зарядов на обеих поверхностях мембран клетки, митохондрии, ядра, но об этом тоже ничего не известно.

Поэтому нам представляется исключительно важным то, что «ноты» должны повысить эффективность работы и увеличить информацию, получаемую при исследовательских работах.

И, наконец, очевидно, что я не прав, когда говорю, что с помощью предлагаемых «нот» можно решать только научные задачи - загадки Природы, то есть объяснять существующие законы. Сейчас создаются различные вещества, которых в природе нет, но химики, осуществляя синтез различных молекул, получают новые соединения, которые так же считают как произведения искусства. Не только считают, но это так и есть - они, действительно, такие произведения. А вот при проведении синтеза химики учитывают асимметричность молекул, с которыми они манипулируют. Таким образом, эти «ноты» можно применять и для создания искусственно созданных

молекул, и искать объяснения их взаимодействиям, свойствам и т.д. И уж совсем очевидно, что и в технике, которая создана человеком, имеется широкий круг задач, который требует решения, и, конечно же «ноты» в этом случае так же не повредят.

Итак, оказалось совершенно произвольно - пошли в Индию, а открыли Америку. Можно сказать и иначе - произошло объединение альтернативных систем: наука о природе и техническая наука и искусство составляют как бы одно целое с точки зрения задач и для их решения можно применять «ноты» [99].

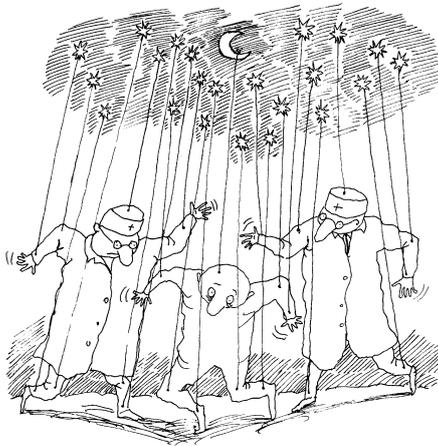
Прошло время, и я вдруг увидел, что все «ноты» диссимметричны. И появился новый подход: выведем ключевую ноту **Ди** из состава нотных обозначений и добавим седьмую ноту **Альт**, обозначающую объединение альтернативных, противоположных и различных гипотез при решении задач.

А куда же девать принцип компенсации и эквивалентности? Он ведь входил в **Ди**! Лучше всего объединить ноты **Прэ** и **Про** в одну ноту **Про**, а оставшееся свободным обозначение **Прэ** изменить на **При** (принцип компенсации и эквивалентности). Тогда все встает на свои места: **Ди** - ключевое свойство (ключ), а нотные обозначения («Ноты») - **Про, При, За, Ре, Ид, Что?, Альт**.

С помощью «нот» я предложил путь к возможному решению задачи о перенапряжении водорода на катоде. Описание этого пути - в главе 26.

*Между слухов, сказок, мифов,
Просто лжи, легенд и мнений
Мы враждуем жарче скифов
За несходство заблуждений.*

Игорь Губерман [44].



ГЛАВА 22. ГЕНИЙ НА ЧАС

Самая важная работа нашего мозгового треста - это превращение возможного в вероятное, а вероятного - в факты.

Р. Стаун

Может ли обычный человек стать гениальным, хотя бы на мгновение?

К вопросу творчества меня заставило еще раз обратиться интервью Ирины Антоновны Шостакович (жены Д.Д. Шостаковича) в газете АиФ [89]. В этом интервью она сказала:

"...Вы знаете, он (Шостакович) как-то давал интервью в Соединенных Штатах, и его спросили, как он сочиняет? А он ответил, что с его точки зрения, природа творчества непознаваемо."

На тему творчества и его природы написаны горы книг и диссертаций. Но я позволю себе высказать мою точку зрения.

Если считать, что в мире все двойственно, то мы не должны согласиться с тем, что творчество непознаваемо. Я должен сказать: "Оно непознаваемо и познаваемо". Несомненно, творчество гениальных композиторов, ученых и писателей полностью непознаваемо, но отдельные фрагменты все же возможно осилить. Нельзя сказать, что любой гений начал свою деятельность на пустом месте. До него и при его жизни всегда были люди, которые в громадной степени вольно или невольно влияли на формирование гения и

его деятельность. Достаточно вспомнить влияния работ Галилея на Ньютона; Пастера на Коха, Гей-Люссака, Гумбольдта и Берцелиуса на Велера и Либиха.

Всегда есть преемственность как видимая, сознательная, так и скрытая, бессознательная. Очевидно многое передается по наследству, но, чтобы это наследство открылось, заработало необходимо много чего еще - воспитание, обучение, память, желание, преодоление лени и т.п.

Иногда это выражается так, что человек как бы и не хочет создавать новое, а его что-то заставляет это делать. Например, А. Ахматова, когда она говорила, что не хочет писать стихи, а ее неведомая сила усаживала за стол и заставляла это делать. Очевидно, играет роль и то, что имеется умение и желание увидеть и услышать то, на что другие не обращают внимания. Так было, например, у Фарадея, Эрстеда и многих других, кому случай оказывал огромную пользу. А вообще-то, по-видимому, всегда в любом открытии имеет место случай, то есть то, что не ожидалось. ("Пошел в Индию, открыл Америку").

Я приведу небольшую справку из публикации [90] по поводу некоторых открытий:

"1710 г. - Берлинский красильщик Иоганн Дисбах случайно открыл новый краситель - берлинскую (прусскую) лазурь.

1781 г. - Английский астроном и оптик Уильям (Фридрих Вильгельм) Гершель случайно открыл планету, которая впоследствии получила название Уран.

1785 г. - Ш.О. Кулон, проводя опыты с электричеством, обратил внимание, что заряженный электроскоп на воздухе постепенно разряжается. (По-видимому, это наблюдали и другие - В.М.).

1820 г. - Х.К. Эрстед открыл магнитное действие электрического тока. Благодаря этому открытию, вызвавшему большой интерес ученых, многие физики начали проводить количественные исследования явления. (Ж.Б. Био, Ф. Савар, А.М. Ампер и пр.).

1824 г. - Фридрих Велер синтезировал щавелевую кислоту. Этот синтез является одним из первых синтезов органических веществ.

1879 г. - Л. Пастер на основе изучения куриной холеры разработал теорию иммунитета и предложил метод предохранительных прививок для создания искусственного иммунитета. (Первый эксперимент был проведен случайно. - В.М.).

1895 г. - Немецкий физик В.К. Рентген открыл X-лучи и исследовал их свойства."

Не надо забывать об интуиции и о сомнениях, являющихся громадным источником задач, которые многие не видят, а сомневающийся - видит. Очевидно, если сомнение посещает в "лошадиных дозах", то вообще ничего сделать нельзя. Конечно, большую роль играет трудоспособность, но в то же время известно, что некоторые гении, во всяком случае внешне, лишнюю работу не делали. Моцарт и Шостакович черновики не писали, а академик Крылов свою книгу воспоминаний о жизни писал сразу начисто, и эти рукописные листы тут же поступали в типографию. А вот Л. Н. Толстой много раз переписывал «Войну и мир», да и другие сочинения.

Я думаю, что любое определение гения не будет бесспорным: есть гении признанные и непризнанные, есть гении, которые создали, буквально, одно произведение, а есть - которые создали целые библиотеки (Аристотель). Можно ли назвать гением футболиста Пеле, забившего более 1000 голов? Или назвать гением автора «Марсельезы» - который больше ничего достойного не создал?

А вот другой пример: Байки Владислава Чернушенко [91]:

"Кара Караева сыграли мы, как говорится, в санитарной норме. Там никаких сложностей нет. Ну а дальше - Седьмая. Выхожу к пульту, даю вступление - и возникает какое-то непонятное для меня состояние. Я начинаю ощущать, что дирижирую как бы не один, что за мной стоит... Мравинский. И я словно бы слышу его указания. Это же состояние передалось и оркестру. Мы как будто спаялись. Чувствую - пошло. Так Мравинский и вел меня. Мы доиграли - и в зале началась неистовая овация. Говорили, что такого успеха у музыкантов в Берлине не было уже года три. То мистическое состояние кончилось вместе с концертом и никогда больше не повторялось."

Каждый сам может вспомнить много случаев о проявлении гениальности, описанных в литературе, показанных в кинематографе, рассказанных друзьями.

Несмотря на всю корявость и несовершенство, я все же попытаюсь сформулировать определение гения.

Можно сказать, что гений - это тот, кто смотрит дальше и шире, слышит то, что не слышат другие, видит широчайшие и глубочайшие аналогии, в котором самозарождаются мысли и идеи. Он использует их, он одержим и все силы может и умеет отдать для созидания или нахождения истины в своей сфере деятельности. Причем таких истин, которые до него не были известны человечеству.

Я написал, что моя формулировка несовершенна. А есть ли что-нибудь совершенное? Поставив вопрос, я должен ответить отрицательно - нигде нет совершенства ни в природе, ни в технике, ни в

искусстве, ни в спорте. Что такое совершенство? Руководители авиазаводов возмущаются и требуют, чтобы управляющий Аэрофлотом маршал Шапошников покупал их самолеты, а не «Боинги». Когда я слушал директоров, я был на их стороне. Но вот выступил маршал и четко высказал свою мысль о том, что «Боинги» летают в каждые сутки 15 часов, а наши - 5 часов. Кому же отдать предпочтение в условиях рыночной экономики? А ведь было время, когда самолет вообще держался в воздухе 1 сек, 10 сек, 1 минуту и т.д. Только громадным трудом как в области техники, технологии, конструирования, так и в организации и понимания производства удалось достичь 15 часов. Но ведь в сутках 24 часа! Вот, по-видимому, предел совершенства самолета.

Это с самолетами. Если же посмотреть, например, общий процент выхода интегральных схем ИС, начиная от песка на берегу моря, который используется для изготовления кремния, и кончая последней операцией - проверкой параметров ИС перед сдачей их потребителю, то реальный процент выхода будет составлять, несомненно, много меньше 50%. По-видимому, это те же 5 полетных часов в сутки для самолетов.

Нет такого выпускаемого продукта, товара, машины, прибора, где был бы совершенный процент выхода.

Если термин «идеальный» по мысли Г.С. Альтшуллера означает такой, который сам делает что-то, то *энергетически* идеальный - это такой, который не потребляет энергии - электричества, топлива, а использует только тепло Солнца, свет Луны, гравитацию и т.д. или имеет идеальный КПД порядка 100%.

Можно говорить о идеальной информационной системе и вообще о любых системах, в которых потери энергии равны нулю. Очевидно, таких систем нет, но ведь и самолет держался в воздухе вначале 1 секунду!

Появились первые сообщения о том, что начали изготавливать новый вид топлива, которое имеет эффективность выше бензина, хотя оно изготовлено из растительных источников.

«Совершенство» человека и общества видно невооруженным глазом. Болезни, старение, уродства - у тех и у других. Пожалуй, на Земле не было еще ни разу ни совершенного человека, ни общества.

В какой-то степени для повышения «совершенства» служит творчество. Это и научно-техническое творчество, и литература, и искусство. Творчество - это и процесс, и результат деятельности. Общепринятые формулировки творчества исключительно несовершенны. Все, что нас окружает - и положительное, и отрицательное - это все творчество людей. Это ракеты, самолеты, подводные

лодки, атомные станции, гидроэлектростанции, дома, дворцы, знание строения атома и вселенной и т.д. и одновременно - загрязнение воды, почвы, исчезновение лесов, отдельных видов животных и людей, войны (в мире нет ни одной минуты мира - всегда где-нибудь идет война), образование озоновой дыры, специфичные виды охоты и ловли животных и рыб, браконьерство и т.д. Все это тоже дело рук и разума творческих личностей.

Если исходить из того, что каждый человек - профессионал (писатель, художник, поэт, архитектор, строитель, ремонтник и т.д.), то можно говорить, что каждый - несомненно, творческая личность. Это, конечно, не Ньютоны, Менделеевы, Пастеры, но, можно сказать -- микро-Ньютоны, микро-Менделеевы, микро-Пастеры. Однако, в какой-то момент времени эти "микро" могут становиться "макро". Это как спусковой механизм - накопление знаний, умений, а затем небольшая добавка и появление идеи, гипотезы на уровне открытия.

Очевидно, что тот, кто в любой области человеческой деятельности всегда идет впереди, стремится быть первым, кому-то мешает, и это приводит к противоборству. Несомненно, это не противоборство за истину, а борьба за собственное благополучие. Причины этого противоборства различные - от рядовой зависти до желания ничего не менять - жить более спокойно.

Мало кто будет спорить о том, что между наукой - добыванием истины о тайнах природы - и раскрытием преступления есть аналогия. Конечно, есть и разница - природа не столь коварна и не столь злокозненна как человек. Если прочитать детективную литературу, начиная от Конан-Дойля до Рекса Стаута, от Шерлока Холмса до Ниро Вулфа, то возникает вопрос - почему частные детективы работают изящнее, лучше и эффективнее, чем официальные службы? Почему официальные детективы борются с частными так же активно и злобно, как с преступниками? Нет ли здесь аналогии между любителями заниматься наукой, так называемыми дилетантами, и официальной наукой - ее школами, институтами? По-видимому, это общее положение: никто не любит тех, кто высовывается, и в то же время, если не высовывается, то наступает застой - 5 часов в сутки работа, а остальное время - ремонт!

С моей точки зрения у человека бывают гениальные прозрения, но он сам не может их оценить, а тем более бороться за них. Я приведу один пример, который мне очень нравится. По-моему, полученная идея исключительно талантлива. Судите сами.

Когда я познакомился с понятием противоречия, введенном Г. Альшуллером в АРИЗ, я в него, грубо говоря, слепо поверил. Конечно, эта и вера, и результат предшествующего изучения диалек-

тики, и чтения Гегеля. Потом у меня совместно с С. Литвиным, а возможно, и у других появилось желание его усовершенствовать. Само сформулированное противоречие - это, собственно, и есть задача в сжатой, краткой форме. Теперь надо его разрешить - найти решение. Как его искать, в общем, неясно - надо делать «прыжки» в мыслях. По аналогии с математикой мы посчитали, что надо сформулировать систему противоречий. Однако, наше предложение не прошло - автор ТРИЗ его забраковал. Позднее я придумал идею, формулировать противоречия по подлежащему, глаголу, прилагательному и опять успокоился. Буквально, несколько дней тому назад позвонил мне В. Герасимов и сказал, что он с утра думает о противоречии и для себя сделал вывод, что одно противоречие - это самый трудный вариант отыскания решения. Вот если бы их было несколько, то работа была бы облегчена. В этом для меня ничего нового не было, и я слушал его, вспоминая о своих идеях. Но вот он сказал фразу, от которой я чуть не выронил трубку. Вслушайтесь в нее: *"Одно противоречие - это как две точки - черная и белая. Если на листе бумаги начать проставлять такие двоеточия, то в конце концов можно получить некое изображение - портрет... ответа!"*

Теперь, если продолжить эту мысль, идею, гипотезу, то следует научиться формулировать *много* физических противоречий (ФП) применительно к объекту, процессу, свойствам и, сопоставляя их и отыскивая идею удовлетворения всех ФП, находить решение. Мне представляется этот подход исключительно талантливым.

Одновременно эта фраза В. Герасимова как бы открыла мне глаза на противоречие с другой стороны, под другим углом зрения. Я вдруг понял, что противоречие и противоположный эксперимент между собой связаны, так же, как в свое время я обнаружил связь между принципом эквивалентности и противоположным экспериментом. Вот это, по-моему, потрясающее открытие для себя.

Теперь обратимся к вопросу, возможно ли сочетание гениальности с какими-нибудь другими свойствами, можно сказать, параметрами человека. Этот вопрос представляет интерес еще и потому, что делаются попытки разработки неких медикаментов, воздействий на человека, чтобы повысить его творческий потенциал хотя бы на какое-то время. Сам я был свидетелем, как обыкновенный человек под гипнозом пел песни голосом Шаляпина.

Приведу один пример. В «Таймс» опубликована статья "Похвальное слово... безумию" [92], в которой автор говорит о возможности сосуществования гениальности и безумия в одном человеке, что признано давно. *"Более спорным представляется утверждение о том, что безумие может помочь гению в его творче-*

ском поиске. Именно этот тезис выдвинул 66-летний американский математик Джон Нэш, удостоенный в 1994 году Нобелевской премии по экономике за свои исследования в теории игр. Выступая на 10-м Всемирном конгрессе психиатров в Мадриде, профессор Нэш утверждал, что пятнадцатилетнее заболевание шизофренией (с 1959 по 1974 год) способствовало его профессиональным успехам. По мнению психиатров, душевная болезнь, носящая ярко выраженный характер, нарушает творческие способности человека, тогда как пограничные состояния психики, напротив, могут способствовать их развитию. Одно из самых спорных положений профессора Нэша заключается в том, что не следует пытаться лечить, грубо говоря, свихнувшихся гениев и возвращать их в русло рационального мышления, поскольку это может привести их к творческому кризису".

Таким образом, следует иметь в виду, что «момент истины» может быть связан с перегрузками вплоть до временного заболевания шизофренией. Вспомните рассказ С. Цвейга о состоянии автора, когда он писал «Марсельезу».

Рассмотрим еще один аспект проблемы гения. Как сейчас относятся к «безумным» идеям и как их воспринимают? И как ученики воспринимают наследие учителей? Недавно было сделано два открытия.

Первое сделано американскими учеными. "Они удалили у бактерии ген, отвечающий за переработку сахара - лактозы, а без этого бактерия жить не может. Затем бактерию поместили в среду, состоящую только из этого углевода. Произошло невероятное - бактерия сама восстановила удаленный ген. И вновь стала перерабатывать лактозу" [93].

Обратим внимание на идеальное решение бактерии - она сама восстановила утраченный ген. Следующий вопрос: "Как это происходит?"

Второе открытие родилось в России несколько десятилетий назад, и сделали его супруги Кирлиан. Однако его, насколько я понимаю, не приняли. Да и то сказать, уж больно оно невероятное. Его стали повторять буквально во всех физических и биологических лабораториях мира. Результат был одинаков и воспроизводим.

"Если от зеленого листа растения отрезать какую-то часть, а затем поместить его в высоковольтное высокочастотное электрическое поле и сфотографировать, то на снимке окажется целый лист. Откуда же появилась отрезанная часть? Вывод один: что-то в организме помнит о том, каким организм был когда-то, и эта память отразилась на снимке. Но что?"

Поскольку в американском эксперименте восстановился утраченный ген, очевидно, остальные гены помнят, какими они были. (Возможно, это не совсем так, бактерию поместили в среду углекислого газа, а на лист наложили мощное поле. Следовало бы провести противоположный эксперимент и попытаться ответить на ряд вопросов с помощью семи «нот» - В.М.) Эти открытия позволили взглянуть на регенерацию органов и тканей. Никто не удивляется, что ящерица отращивает хвост, а краб - клешню?

Человек не потерял до конца способность к регенерации органов. Отрастают волосы и ногти, затягиваются раны на теле. Даже печень восстанавливает свой объем. Природа почему-то установила обидную для нас иерархию: чем ниже живой организм на эволюционной лестнице, тем выше у него способность к регенерации. (А дальше идет отечественная похвальба. - В.М.)

"Нобелевские премии Ниренберга - за открытие генетического кода, Крика и Уотсона - за двойную спираль ДНК сейчас вызывают улыбку специалистов." - говорит президент общественного объединения «Института квантовой генетики» при Физическом институте РАН Петр Горяев - "Конечно, это были величайшие научные достижения, но для того времени они оказались очень грубым приближением к действительности. (Чтобы делал П. Горяев без этих достижений? Почему очередной гений не любит предыдущих? - В.М.) Уважаемые лауреаты не подозревали, что ген - это не только крохотная частичка вещества, но и всплеск энергетического поля. (А что будет после этого всплеска? Другие исследователи скажут про П. Горяева то же, что он говорит о Крике. Но, возможно, он так и не говорил, а его слова переиначил автор статьи А. Валентинов - В.М.) Многие исследователи пока отказываются этому верить. Но ведь никого не удивляет, что электрон - и частица, и волна, хотя это типично паранормальное явление. (Я знаю многих, кого это удивляет. Более того, мне помнится, что это не только удивляло, но и Эйнштейн не очень принимал это явление - В.М.) Также и ген, может быть и волной - полем или совокупностью полей, и веществом одновременно. (Можно обнаружить либо волновые свойства, либо корпускулярные, но одновременно, вроде, никому это еще не удавалось - В.М.) И именно это его свойство определяет, почему каждое живое существо рождает себе подобное: рыба - рыбу, собака - собаку, а человек - человека.

Об этом догадывались давно, еще с 20-х годов. Гурвич, Любищев, Беклемишев. Эти талантливые российские ученые подозревали, что далеко не вся программа развития организма заложена в генах. Не подтверждалось это исследовательскими дан-

ными. Наоборот, некоторые данные указывали, что гены в организме - просто исполнители программы, которая приходит к ним. Откуда? "Извне - если не от бога, то от какого-то высшего разума" - ответили Петр Горяев и его сотрудники. Они доказали, что прежде чем гены начинают из зародыша строить организм, они получают голографическую программу. Скажем так - чертеж, по которому гены ведут стройку. Откуда приходит голограмма - пока не ясно. (А жаль, хотя бы назвали некоторые источники, гипотезы. - В.М.)

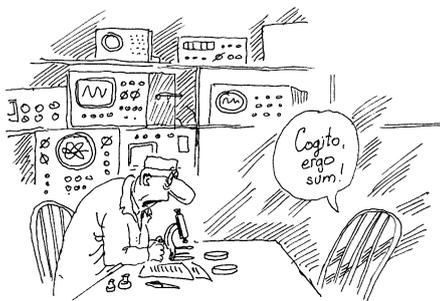
Но не это главное в их открытии. Голограммы образуются лазерным лучом. Исследователи обнаружили, что лазерные лучи в организме испускают хромосомы. В каждом из нас работают лазеры на молекулах ДНК. И именно они передают генам голограммы, по которым те ведут построение организма".

Дальше, каждый желающий может прочесть сам, так как на эту тему в газетах и, вероятно, в физических журналах есть ежемесячные публикации.

Итак, возможно, что каждый человек может стать на мгновение гением. Это мгновение - у каждого свое: у одного - секунда, у другого - часы. Но главное - желать работать, и да осилит дорогу идущий!

*Весомы и сильны среда и случай,
Но главное - таинственные гены,
И как образованием не мучай,
От бочек не родятся Диогены.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 23. НЕВИДИМОЕ ДОЛЖНО СТАТЬ ВИДИМЫМ

Невидимки оставляют след.

И.Беккерман

Теперь я хочу немного поговорить о тех, кто ищет причины брака. Затем сделаем попытку рассмотреть расширение возможностей всеполюсного анализа, которое, на мой взгляд, может дать чуть-чуть большее представление о процессах, где возникает брак.

Нет, пожалуй, ни одной области в деятельности людей, где бы не было прославленных первооткрывателей, самых, самых умных, предвидящих, делающих то, что до них никто не делал. Это ученые, конструкторы, писатели, художники, путешественники, музыканты, военные, модельеры, банкиры, мэры, экономисты, криминалисты, и даже сами уголовники.

Интересно, что творчество можно рассматривать и принимать в двойственном виде – это творчество, приносящее пользу, положительное, и разрушающее, нарушающее законы государства и граждан.

Творческих специалистов нужно начинать готовить как можно раньше. Так уже в течение длительного времени готовят японских дипломатов, но так готовят и специалистов уголовного мира. В то же время для борьбы с уголовным миром, по-видимому, не готовят детективов.

Существует много различных профессий, которые непривлекательны для молодых людей – это, например, разработка и обслуживание очистительных сооружений, хранение продуктов, архивы и т.д. Возможно к ним, к этим профессиям относятся и поисковики причин брака. Очевидно, в определенное время, есть престижные специальности и не очень. Есть престижные предприятия и не очень, есть престижные корабли и не очень. Центрифуга жизни, в

зависимости от целого набора параметров, разбрасывает людей на разные уровни – один работает в яслях, другой в школе, кто в институте, кто в академии, а кто и на заводе, фабрике, в шахтах. Одним из параметров, очевидно, является оплата труда. Конечно, интерес к работе, способности к творчеству – это тоже важно, но оплата – это фундамент существования. Везде двойственность – плата на производстве выше, чем в науке – часть людей из науки идет в производство, и наоборот. Есть один тезис, который наиболее важен: Как сделать свою работу наилучшим образом – получить высокий КПД с малыми затратами в любой области деятельности? Кому это надо? Самому человеку, если он обучен, воспитан и имеет склонность к творчеству, фирме, на которой он трудится, Природе, чтобы она больше сохранилась?

На самом деле вся промышленность, как добывающая, так и обрабатывающая, изготавливающая изделия, создает много брака. Это громадные потери всего – людских и материальных ресурсов. Поставим вопрос: "Есть ли специалисты по предотвращению образования брака, поиску причин и устранению брака в любой человеческой деятельности?" Я думаю – нет, хотя с этим ответом можно и поспорить. Речь идет о специально обученных, подготовленных людях, владеющих этой профессией. В Америке есть «фабрики мысли», которые занимаются чем-то подобным. На предприятие приглашаются специалисты, которые решают вопросы улучшения производства за счет социальных, технологических, психологических факторов, управления производством и т.д. Особо бурно развивалась система повышения качества в Японии [139]. Они достигли громадных успехов. Представляет интерес то обстоятельство, что в борьбе, или лучше сказать, в повышении и поддержании качества продукции участвуют практически все рабочие и инженеры, используя несколько приемов, в том числе схему Исикавы, графики Парето и т.д.

Возможно, должны быть фирмы, имеющие специалистов, отобранных и обученных быстро находить и устранять причины брака. Если такой специалист работает на предприятии, то использовать его сложно – возможно лучше пригласить со стороны, а может лучше объединять усилия местных и приглашенных. У нас обычно как в пословице – «в своем отечестве пророков нет».

Цель – иметь 100% выпуска годной продукции с высокими качеством и надежностью, без отказов и загрязнения окружающей среды. Если это вырубка леса – то сразу же и посадка новых деревьев, если это добыча нефти, газа или угля – то заполнение шахт и т.д.

Конечно, таких профессионалов надо иметь много, в идеале - всех людей. Именно поэтому следует обучать людей тому, с чем им придется сталкиваться в жизни и, в первую очередь – поиску брака, к которому относятся и преступники, и загрязнение природы; изделия с низким качеством и различные технологические процессы. Очевидно, обучение и воспитание следует начинать буквально с детского возраста.

За свою жизнь, я бы не сказал, что видел много талантливых людей, но все же видел. Эти встречи оставляют память на всю жизнь. Я видел одного выдающегося конструктора пушек, я с ним разговаривал, когда мне было 14 лет. Впечатление потрясающее. Я играл в шахматы в 16 лет с одним мастером спорта, не зная, что он мастер. Он заставил меня так крепко думать, что у меня заболела голова, но я все равно проиграл: он мне впервые продемонстрировал, что можно человека заставить ходить (играть) так, как хочет партнер. Потом я много раз наблюдал в жизненных ситуациях как бы шахматные аналогии – «некто» заставлял других делать те ходы, которые были ему нужны. Я много читал, и некоторые поэты и писатели произвели на меня громадное впечатление. Я служил со смелыми командирами эскадренных миноносцев. Я видел одного токаря, которому можно было сразу присваивать звание «народного артиста СССР». Я был знаком с одним карманником, которому можно было за его искусство присвоить звание «заслуженный деятель карманного бизнеса».

Но я не видел столь блестящих поисковиков брака, тех, кто пришел, увидел – разобрался, победил. Скорее наоборот, я видел другое – разнообразный брак идет годами и его с громадным трудом удается обнаружить, объяснить и устранить. Может я не прав, но у меня сложилось впечатление, что если и есть поисковики, то великих поисковиков причин выявления брака немного, да и те не особенно широко известны. Это объясняется, по-видимому, тем, что технологические работы - как бы не для широкой публики, а результаты деятельности не так изящны и красивы как стихи, картины, книги, статьи, рекорды и т.д.

Теперь вернемся к вопросам, которые обещали рассмотреть в начале параграфа.

Возьмем четыре случая появления брака.

1. Изгиб пластинок кремния. Практически сразу можно было определить, что если обе стороны обрабатывать одинаково, то они ломаться не будут. Так и сделали. Брак был устранен, причины его вызывающие никого не интересовали. Мне же этот эффект не давал покоя, и я его впоследствии стал исследовать.

2. Брак «черный алюминий». Этот брак появляется внезапно, затем пропадает. Редко, но бывают случаи, когда он достигает 100%. Вообще говоря, подсказки были, но я, да и не только я, были к ним глухи. Так, например, в декабре, когда в цехе было достаточно холодно – брак был сплошной. Вторая подсказка – на пластине ровно половина кристаллов была годной, а вторая половина – «черная».

Итак, мы пошли «своим путем». Разобрались в механизме образования «цветного» алюминия. «Травитель» на основе уксусной кислоты с добавкой плавиковой довольно вязкий, и он по каким-то причинам после травления остается в виде капель в окнах окисла на алюминии. Во время промывки в воде в капле образуется слабая плавиковая кислота, которая и взаимодействует с алюминием. Если это так, то мы должны: быстро смывать «капли» холодной водой, нейтрализовать плавиковую кислоту, например, щелочью. В качестве ресурса можно использовать и уксусную кислоту. Перед промывкой в воде можно выдержать пластины с каплями в уксусной кислоте. Все эти методы дали хороший результат. Но ведь не всегда алюминий чернеет! Я не привожу различные гипотезы, которые были высказаны и опробованы и не дали результата. Главный вывод – мы потратили годы на борьбу с этим видом брака – как только он появлялся, применяли предложенный метод, как он исчезал, постепенно его исключали. Прошло много лет и я, изредка думая об этом виде брака, вдруг сообразил: «Ведь вполне вероятно, что травление алюминия зависит от температуры «травителя», в котором мы травим окисел». Известно, что вязкость веществ зависит от температуры. Если травитель имеет температуру +10 °С, то он будет более вязкий, чем «травитель» при $T = +30$ °С. Эта гипотеза заставила меня покраснеть и удивиться своей недогадливости. Сейчас эта гипотеза проверяется.

3. Если в первой задаче было одно вещество – пластинка кремния, во второй два вещества – «травитель» и пластинка кремния с ИС, защищенная окислом, то в третьей задаче имеется много веществ и полей. При проведении операции «загонка» бора в кремний при температуре печи 1000 °С и «разгонка» бора при температуре печи 1050 °С (для получения коллекторного перехода) образуются вольтамперные характеристики с областью «мягкого» пробоя. На рис. 35 показана нормальная, жесткая характеристика (1) и характеристика с областью мягкого пробоя (2).

При таком пробое или при такой ВАХ эмиттер получить не удастся, а сама «мягкость» определяется присутствием в области пространственного заряда быстро диффундирующих примесей ме-

таллов– железа, никеля и т.д. Где и откуда попадают примеси в кремний?– вот вопросы, которые требовалось решить. Брак по виду ВАХ достигал 60-80%, но этот вид брака мы получили в процессе разработки прибора, а не в серийном производстве. Сразу скажу, что в то время мы не поставили вопрос – почему этого вида брака не было раньше?

Я проверил все эти элементы, вещества и, в конце концов, нашли причину. Искали долго – несколько месяцев. Проверили и все предыдущие операции. Что надо было бы сделать, чтобы быстрее найти место где образуется брак? – Посмотреть с помощью спектрального анализа есть ли загрязнения на предыдущей операции. Нет, значит примеси попадали в самой кварцевой трубке на операции «загонка». (Ищи, где потерял!)

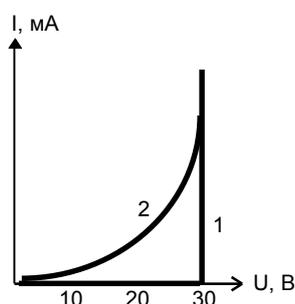


Рис. 35. Обратная ветвь ВАХ р-п перехода.
(1 - жесткая, 2 - мягкая)

Схема проведения операции «загонка бора» показана на рис. 36.

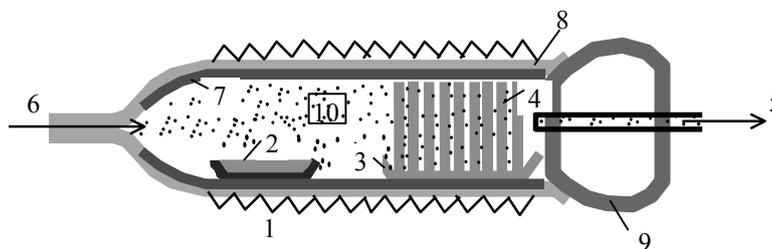


Рис. 36 Схема операции «Загонки бора»

(1 – нагреватель, 2 – лодочка с окислом бора (B_2O_3), 3 – кассета с пластинками кремния, 4 – пластинки кремния, 5 – выход газа с парами B_2O_3 , 6 – вход газа, 7 – бо-

росиликатное стекло на внутренней стенке трубы, 8 – кварцевая труба, 9 – заглушка, 10 – пары V_2O_3)

Итак, когда и где надо было искать примеси? Вот возможные варианты ответов:

- 1) после химической обработки пластин перед «загонкой»;
- 2) в эпитаксиальных слоях кремния, либо в самом кремнии-подложке;
- 3) в кварцевой трубе, оснастке;
- 4) на пинцетах;
- 5) в источнике V_2O_3 ;
- 6) в газовых средах – кислороде, азоте, которые продуваются через трубу;
- 7) на предыдущих операциях.

Воспользуемся принципом компенсации. Внутренняя стенка трубы насыщается боросиликатным стеклом за счет V_2O_3 . Эта операция проводится для того, чтобы получалась воспроизводимой величина поверхностного сопротивления на кремнии R_s .

Из литературы известно, что боросиликатное стекло (БСС) может быть геттером, то есть захватывать примеси металлов. При высокой температуре нагреватель печи, обычно это провод (сплав), испаряет малые количества атомов металла, которые оседают на наружную поверхность кварцевой трубы. Примесь может попадать и из других элементов печи. Атомы металла диффундируют через кварц внутрь стенки, и этой диффузии помогает геттер БСС. А вот дальше происходит очень любопытный процесс: казалось бы примеси металлов должны собраться в БСС, а оказалось, что происходит процесс, который получил название «редиффузия». Примеси редиффундируют из БСС в объем трубы, попадают на пластины кремния и легко проникают внутрь, концентрируясь в области кремния, легированной бором, где их растворимость выше, чем в кремнии. Т.о., была выдвинута гипотеза. Теперь сформулируем противоречие. Стенки трубы должны быть толстыми, чтобы увеличить путь прохождения примесей металла и в то же время тонкими, чтобы не изменять температурный профиль в трубе. Разрешить это противоречие можно следующим образом – сделать трубу одновременно толстой и тонкой. Следует сварить две трубы (матрешка), одна в другой с зазором между ними. Собственно, это был проведен противоположный эксперимент – резко увеличили толщину трубы. Более того, между трубами разместили геттер-боросиликатное стекло и одновременно проводили продувку газом. Результат получился отличный – «мягких» ВАХ практически не стало. Однако, руководство не хотело использовать двойные трубы

– дорого. И вот что интересно, не успели мы опробовать двойные трубы, как пришел журнал «Электроника», в котором была опубликована коротенькая заметка об использовании двойных кварцевых труб на некоторых американских фирмах. Эта заметка надломилась психологию начальства, и они дали «добро». В дальнейшем оказалось, что и на нескольких операциях при изготовлении МОП-ИС двойные трубы дали отличный результат. На рис. 37 показана двойная труба.

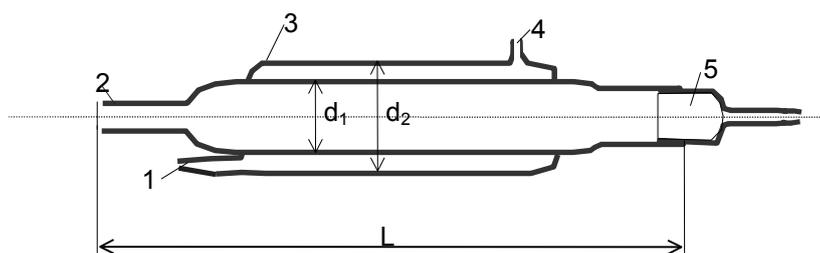


Рис. 37 Двойная кварцевая труба.

1 - отверстие для входа газов, 2 - трубка, 3 - наружная стенка трубы, 4 - отверстие для выхода газов, 5 - шлиф с пробкой на выходе рабочей трубы, $d_1 = 60$ мм, $d_2 = 70$ мм, $L = 1200$ мм.

Итак, можно было бы задачу решить быстрее, используя два эксперимента:

- измерение концентрации примесей перед операцией «загонка» и на самой операции;
- выдвинуть гипотезу, используя принцип компенсации и формулируя противоречие для самой трубы;
- разрешить противоречие и предложить конструкцию двойной трубы.

Теперь вернемся к вопросу: "Почему этого вида брака не было раньше?" Ответ: "Была более низкая температура «загонки» бора." Задним числом я понимаю, что это была бы чрезвычайно сильная подсказка, но, по-видимому, к ней нужно было быть готовым.

Далее, мы провели несколько исследований. В частности, исследовали влияние расхода кислорода в рабочей трубе и расхода аргона и кислорода между трубами на скорость роста толщины окисла кремния (см. графики на рис. 38) и сняли зависимость величины заряда на границе Si-SiO₂ (Q_{ss}) от температуры печи (см. рис. 39). Из графиков видно, что максимальная скорость роста толщины окисла происходит при пропускании между трубами влажного кислорода, а величина заряда Q_{ss} меньше в двойной трубе. Рассмат-

ривая график на рис. 39 и зная, что после окисления в поверхностном слое кремния образуются дефекты от попадания в кремний кислорода, я начал думать, а нельзя ли уменьшить проникновение атомов кислорода в кремний?

4. Меня не оставляла мысль, а почему другие технологи, исследователи не видят громадного несоответствия, заключающегося в том, что в течение всего процесса окисления подается постоянный расход влажного и сухого кислорода. Особо на начальном участке окисления

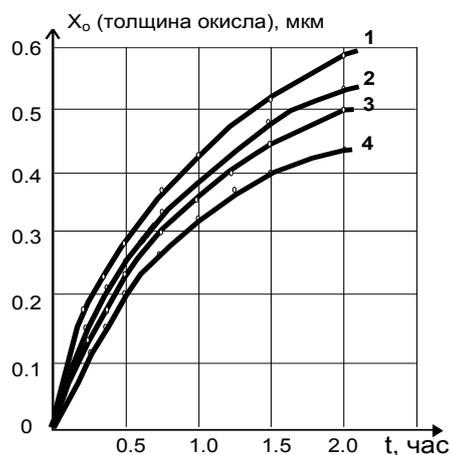


Рис. 38. Зависимость толщины окисла кремния (X_0) от времени во влажном кислороде (при температуре воды 95 °С и температуре печи 1050 °С)

Расход кислорода в рабочей трубе – 30 л/ч. Расход аргона и кислорода между трубами – 30 л/ч. 1 – между трубами влажный кислород, 2 – между трубами сухой кислород, 3 – между трубами аргон, 4 – одинарная труба.

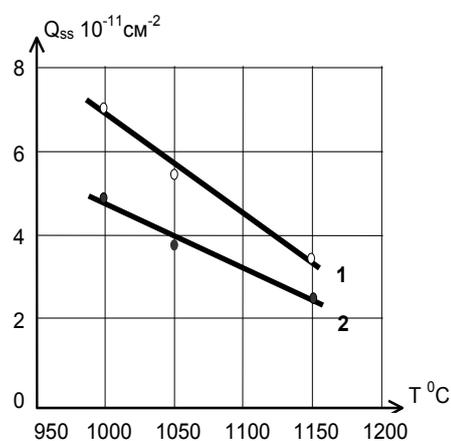


Рис. 39. Зависимость Q_{ss} от температуры печи для одинарной (1) и двойной (2) трубы.

– еще окисла нет, а расход такой же, как и в конце окисления, когда окисел уже вырос.

Я как-то начертил график и к нему подстроил зависимость расхода кислорода и паров воды, которая представляет собой линию параллельную оси времени (рис. 40). Сижу и думаю. Вдруг ко мне заходит В.И. Соколов – ведущий инженер, а впоследствии доктор физико-математических наук, и я ему говорю:

– Володя, посмотри на графики, как бы мне подавать расход кислорода, чтобы в начальный момент окисления подавалось мало кислорода, а в конце много?

–А чего тут думать, – ответил Владимир Иванович – подавай кислород по кривой окисления.

Интересно, а когда я бы высказал эту идею? Конечно, по такой зависимости подавать кислород нельзя, но ступенчато – можно.

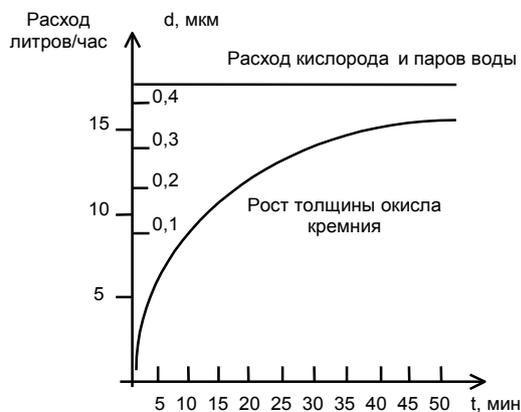


Рис. 40. Совмещенный график расхода кислорода и паров воды с ростом толщины окисла кремния.

Как видно из рис.40, на начальном этапе окисла нет, а расход кислорода большой, и есть возможность диффузии кислорода на поверхность кремния.

Проведенные эксперименты показали, что если вначале подавать сухой кислород с азотом, затем - сухой кислород, а после этого, постепенно повышая влажность, опять влажный кислород, то дефектов в кремнии оказывается значительно меньше. Естественно, невидимые дефекты в кремнии становятся видимыми, если поверхность кремния протравить в "травителе" «Сиртла».

Итак, мы рассмотрели четыре задачи. Сделаем попытку представить решение двух задач с помощью слегка изменённого ве-польного анализа.

Представим себе вещество V_1 в виде квадрата в квадрате, в котором я могу вписать некоторые, нужные мне свойства (рис. 41):

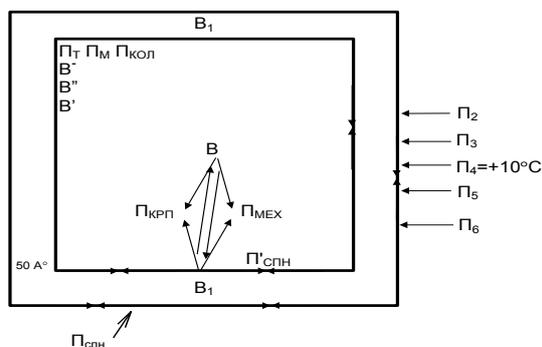


Рис. 41. Схема вепольного анализа твердого вещества.

(В – твёрдое вещество; V_1 – это окисел, пленка, окраска и т.д.; P_T – температура В; P_M – поле механических напряжений; $P_{КОЛ}$ – колебание атомов; V' – примеси; V^- – отсутствие атома, поры, вакансии; V'' – дефекты.)

На границе В – V_1 возникает контактная разность потенциалов (КРП) и поле механических напряжений ($P_{КРП}$).

На поверхности В и V' действуют силы поверхностного натяжения $P_{СПН}$, $P'_{СПН}$

На вещество В действует целый сонм полей и частиц, которые мы не видим, но которые для решения определенных задач могут играть определённую роль: P_2 – гравитационное поле, P_3 – световое поле, P_4 – температурное поле, P_5 – электромагнитное поле, P_6 – магнитное поле.

Кроме того, следует учитывать действие частиц влаги, газов и т.д. На рис. 41 указано значение некоторых параметров, например, температура $+10^\circ\text{C}$, толщина окисла 50 Ангстрем.

Аналогично рассмотрим жидкость, обозначив ее в виде окружности (рис. 42). На рисунке обозначены: В – жидкость, $P_{СПН}$ – силы поверхностного натяжения, P_D – давление в жидкости, P_T – температура жидкости, V' – примеси в жидкости, V'' – адсорбция молекул газов на поверхности, P_V – вязкость жидкости, P_H – концентрация ионов H^+ и OH^- , ϵ – диэлектрическая постоянная жидкости.

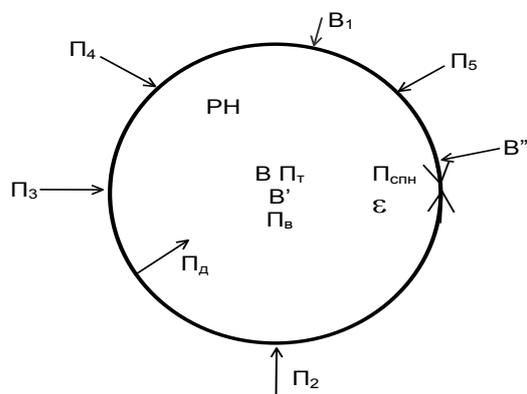


Рис. 42. Схема вепольного анализа жидкостей.

Ну, и, наконец, рассмотрим газы (рис 43):

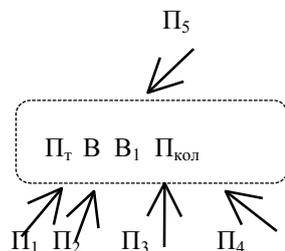


Рис. 43. Схема вепольного анализа газов.

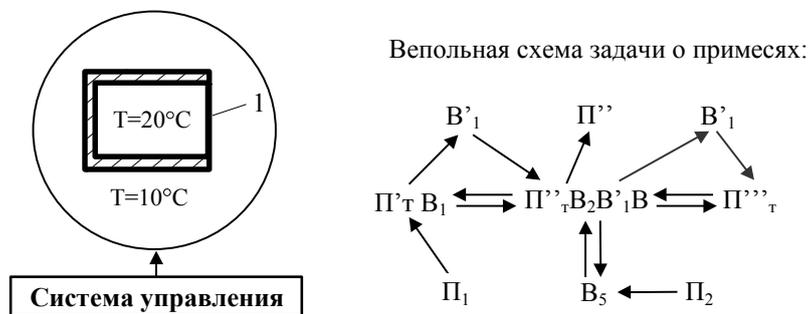
\vec{B} – молекулы газа, V_1 – примеси, P_t - температура, $P_{кол}$ - колебания молекул; P_1, P_2, P_3, P_4, P_5 - внешние воздействия.

Решая задачу, мы вправе вписывать дополнительные параметры, которые, по нашему мнению, для нас представляют интерес. Например, для твердого тела и жидкости – работу выхода электронов, для твердого тела - свободную энергию Гиббса, для жидкости – рН активность и т.д. Более того, мы можем углубить представление о процессе вплоть до построения молекул и атомов и их взаимодействия.

Теперь представим взаимодействия с помощью закона полноты частей системы, и посмотрим, как они будут выглядеть в схеме вепольного анализа.

Итак, пластинка с $T=20^{\circ}\text{C}$ находится в «травителе» с $T=10^{\circ}\text{C}$. Система управления для травителя – температура. Таким образом, увеличивая температуру травителя до $25-30^{\circ}\text{C}$, можно понизить вязкость «травителя», температуру которого никто никогда не контролировал.

Интересно, что инструмент («травитель») взаимодействует со всей поверхностью изделия (пластинки). Она погружается в травитель, но травление проходит только на поверхности 1:



Усовершенствованный вепольный анализ твердого вещества показан на рис. 44.

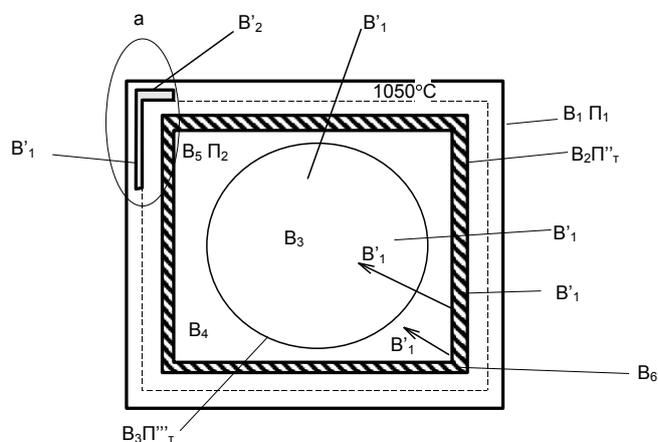


Рис. 44. Усовершенствованный вепольный анализ твердого вещества.

V_1 – рабочий орган печи; Π_1 – энергия, подводимая к нагревателю; Π'''_T – температура пластинки кремния; V_2 – кварцевая труба с Π''_T ниже чем у нагревателя; V_2' – барьер, V_3 – пластинки кремния и V_4 – газовый зазор между трубой и пластинками; V_5 – газ, подающийся в трубу; Π_2 – энергия, затрачиваемая на подачу газа; V'_1 – примесь металла, испаряющегося из нагревателя (проходит кварцевую трубу и попадает на кремний V_3).

Попробуем представить этот процесс с помощью усовершенствованного вепольного анализа (УВА).

При $T=1050$ °С примесь V'_1 проходит через кварц и попадает на пластинку кремния.

Боросиликатное стекло B_6 геттерирует примеси и отдает в трубу (т.е. работает как насос). Если температура ниже $1000\text{ }^\circ\text{C}$, то примесей будет ничтожно мало. Чтобы уменьшить попадание примеси надо поставить на пути примеси барьер (B_2' в области a на рис. 44). Примесь попадает в зазор и уносится газами.

Такие построения позволяют, как мне представляется, легче вызвать мысль о причине брака.

Естественно, это предложение не может у всех решателей вызвать бурный восторг, но все же тот, кто попробует этот метод, возможно, почувствует облегчение при попытке найти причину брака.

Заканчивая этот параграф, хочу отметить, что по аналогии с радиолампами в кремниевые пластинки в каждом кристалле возможно разместить постоянный геттер, который бы очищал от примесей объем кремния, в котором расположен n-p-n (p-n-p) транзисторы. Такие попытки были, но они дали противоречивые результаты – в кристаллах возникали большие механические напряжения, что приводило к ломке пластин во время их скрайбирования, но в то же время выход годных кристаллов был выше.

И последнее. А нет ли в живых организмах двойных трубок, стенок? Даже мембраны и аксоны представляют собой двойные трубки, очевидно, не такие, как кварцевая двойная труба, но тем не менее двойные.

*Блажен, кто в заботе о теле
Всю жизнь прожил ради хлеба,
Но небо светлее над теми,
Кто изредка смотрит на небо.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 24. ИЩИ, ГДЕ ПОТЕРЯЛ

А в обычной жизни общим руководящим принципом является слепота.

П.Д.Успенский

Одним из источников интересных задач нам представляются болезни, брак, результаты испытаний всех видов приборов и техники, т.е. все отклонения нормального функционирования под действием внешних воздействий, либо внутренней готовности. Простое правило, которое я вывел для себя - это, в первую очередь, искать причину в том месте, где обнаружено отклонение и, обязательно, в обоих взаимодействующих элементах.

Приведем несколько ярких примеров.

«Инфекция XX века: болезнь легионеров», - так называется статья, приведенная в [95].

"Летом семьдесят шестого года закончить съезд на традиционной мажорной ноте не удалось. Из участников, членов их семей и гостей 221 человек тяжело заболело. В 34 случаях медицина оказалась бессильной.

Уже через неделю после открытия съезда лучшие силы американского здравоохранения были брошены на борьбу с эпидемией. «Ужасы новой болезни», «Кто убил легионеров?», «Убийцы повсюду» - такими заголовками пестрели в те дни газеты. Через две недели вспышка прекратилась. Новых случаев заболевания не было. Отель «Белью-Страдфорд», в котором проходил съезд, был тщательно продезинфицирован и закрыт на много лет - до той поры, пока Американский легион не открыл там мемориальный музей в память о своих погибших членах.

Опрос переболевших показал, что почти все они посетили один из холлов гостиницы, в которой работал в то время неисправный кондиционер.

Прошел целый год, прежде чем удалось выделить возбудитель заболевания. У нового возбудителя оказался уникальный жирокислотный состав клеточной стенки и необычная последовательность нуклеидов ДНК, он не имел родства ни с одним из известных микроорганизмов. По этой причине его выделили в новый род микроорганизмов. Возбудитель оказался настолько интересным и настолько опасным, что вот уже десять с лишним лет проблемой легионеллеза усердно занимаются микробиологи, эпидемиологи, пульмонологи, гигиенисты, экологи, химики – список этот далеко не полон".

Итак, удалось обнаружить возбудитель там, где произошло заболевание.

«Высокое давление. История одного открытия». С.М.Стишов [96].

"В течение недели ставлю второй и третий опыты. Результаты – те же самые. По-прежнему игнорирую материал, прилипший к крышечкам. Достая крышечки с прилипшим материалом от прежних опытов. Беру материал под микроскопом. Та же самая фаза «Х»! Естественно, называю себя идиотом, но, как говорится, все хорошо, что хорошо кончается".

С.М.Стишов смотрел, что получилось в ампуле, но не смотрел, что образовалось на крышке! Он сам пришел к мысли посмотреть.

В журнале "Химия и Жизнь" опубликована рецензия на книгу В.Н.Карнаухова «Спектральный анализ клеток в экологии и охране окружающей среды. (Клеточный биомониторинг)». Рецензия называется «Здоровье клетки – здоровье народа» [97]. Один пример. Речь идет о гибели рыбы в реке. Кто виноват? Проверили воду, погибших рыб – все чисто.

Осмотр места показал, что вода чистая и прозрачная. *"Дело относилось к категории «мертвых» до тех пор, пока в качестве свидетелей не были допрошены клетки водорослей с места преступления. В допросе участвовали люминесцентный микроскоп и спектральный анализатор, образующие вкуче с рядом дополнительных устройств, разработанный автором книги прибор для регистрации люминесценции живого. Отношение интенсивности излучения клеток водорослей в полосе спектра 730 нм и 630 нм увеличивалось по течению реки по мере приближения к откормочному комплексу скота в Шаропове. Инспекторы рыбоохраны*

обнаружили следы аварии, в отстойнике фермы. Под тяжестью улик виновные признались и понесли заслуженное наказание".

Хотя это метод и не новый, но используется он редко. Можно вспомнить отравление грибами летом 1992 года в Воронеже и еще ряде городов. А ведь, наверно, можно было провести спектральный анализ клеточных структур.

О работе Пастера. *"Вдруг Пастеру пришла в голову одна мысль, и он поспешил поделиться ею с Ру, – яд бешенства, проникающий в тело человека через укусы, оседает главным образом в его головном и спинном мозгу. Все симптомы бешенства указывают на то, что этот яд, который нам никак не удастся отыскать, поражает прежде всего нервную систему. Там-то мы и должны искать этого таинственного микроба. Может быть, и не видя его, мы могли бы его там вырастить? Нельзя ли как-нибудь воспользоваться мозгом живого существа в качестве колбы с бульоном? Это, конечно, довольно странная посуда для культуры, но дело в том, что, когда мы впрыскиваем яд под кожу, он теряется и рассасывается в организме, прежде чем достигнуть мозга. Ах, если бы можно было ввести его прямо в собачий мозг!" [98]*

А вот современный пример. В камере для испытаний интегральных схем при температуре -60°C оказывается, что три прибора имеют один параметр выше нормы. Все бросились искать причины в технологии изготовления ИС. Начали отбирать ИС с ужесточенными нормами, поставили еще несколько выборок на испытание. Еще 4 партии испытанных ИС дали такие же результаты. Работа проводилась месяц и, наконец, обратили внимание на саму камеру. Проверка каждого гнезда показала, что в трех гнездах температура не соответствовала норме -60°C . После исправления камера стала работать нормально, и испытания прошли положительно. Но мы потеряли месяц, а могли решить проблему за 10 минут, если бы мы стали искать дефекты в камере, а не только в ИС.

Еще один пример, но более суровый. В этом случае мы искали причину несколько лет и нашли буквально случайно. При испытаниях транзисторов на надежность из 50 транзисторов 1-2 показывают значение коэффициента усиления больше нормы. Так, если h_{21} имеет значение 100, то норма 130, а у бракованных 150, 135 и т.д. В чем дело? Очевидно, мы уже знаем, надо смотреть и транзистор и камеру. Камеру проверили, а вот как подойти к транзистору, никто не знал. Проводилась масса исследований, но они ничуть не подвигали к решению проблемы. И, наконец, мне надоело возиться с этой проблемой. Я взял два прибора, имеющие после испытаний

h_{21} больше нормы, дал их одному инженеру и строго указал ему – чтобы ты не делал, сразу проверяй после этого значение h_{21} . Буквально через несколько часов оказалось, что как только он проверил ВАХ транзистора, h_{21} сразу упал на 30-40% от первоначального значения. Теперь стало ясно, что происходит. Однако, мы взяли десяток годных приборов и измерив h_{21} , подвергли их “лавинному пробую”, который происходит при измерении ВАХ. Все подтвердилось – у всех транзисторов h_{21} упал почти в два раза. Если теперь их подвергнуть термообработке, то h_{21} возвращается к первоначальному значению. Обратим внимание, что падение h_{21} происходит после просмотра ВАХ эмиттерного перехода.

Итак, осталось ответить на вопрос: где же осуществляется перегрузка - “лавина”?

А картина выглядит следующим образом – если один-два прибора были под действием “лавины”, то их h_{21} упал от начального значения в 2 раза. Именно это значение h_{21} фиксируется перед постановкой приборов на испытания. Далее на приборы подается режим и температура +125° С. В это время h_{21} за счет термообработки возвращается к своему первоначальному значению, например, если при постановке прибор имел $h_{21}=50$, а до попадания на него “лавины” $h_{21}=100$, то h_{21} возвращается к этой величине. В процессе испытаний h_{21} еще несколько повышается.

Таким образом, h_{21} у прибора, подвергнутого лавинной обработке, становится равным 120, а до постановки было 50. Очевидно, такой прибор испытания не выдержал. Установили, что падение h_{21} связано с тем, что работники при вставлении приборов в гнезда колодки для измерения параметров, перепутывают выводы и на эмиттер попадает напряжение коллектора, которое заведомо больше $U_{эб}$ и дает “лавину”.

Положение было исправлено – приборы перестали перегружать. Однако, встал вопрос – какова же природа этого явления? С грустью должен сказать, что мы эту проблему не решили из-за целого ряда причин.

Итак, можно утверждать, что в первую очередь надо искать причину в обоих взаимодействующих элементах. Если же причину установить не удалось, то следует идти вглубь. Например, если это брак в технологии, следует идти по технологическим операциям, но, что очень важно, смотреть и измерять самому – никому не доверяя.

Приведу две иллюстрации к этому сложному правилу. А.Абрагам пишет: *“Я строго следовал своему правилу: не включать в книгу ни одной теории, с которой я не был согласен или*

которую я не совсем понимал, ни одного экспериментального результата, который грубо противоречил хорошо установленной теории, ни одной формулы, которую бы я сам не проверил. От последнего правила я отступил дважды, доверяя авторам, которых уважал, и каждый раз сожалел об этом" [75].

А вот случай, который произошел со мной, и стоил мне очень дорого.

Мы выпускали одну интегральную схему, которая нашла значительное применение и план по ней рос буквально каждый месяц. И, вот, что интересно, чем больше план, тем ниже процент выхода ИС.

Дело дошло до того, что пришлось набрать дополнительно 20 работниц, работать в три смены, но мы не могли обеспечить кристаллами сборочный цех. В сборочном цехе работало 100 сборщиц – сдельщиц, которые остались без работ, и это обстоятельство, по тем временам, было достаточно грозным. Положение было угрожающим. Шел брак по всем параметрам на конце технологической цепочки, в то время как на всех операциях был прекрасный выход. Длительные исследования показали, что глубина коллекторного перехода не воспроизводима, и колебания весьма значительны. Тогда я, несмотря на то, что мне было неудобно, пошел посмотреть каждую технологическую операцию, где формировался коллекторный переход. Я просто стоял и смотрел – что и как делают и что записывают в сопроводительную документацию. И вдруг я увидел вопиющую ложь!

Работница измеряла поверхностное сопротивление, на приборе было показание 500, а она записывает 300! Что вы делаете, спрашиваю я, а она мне отвечает, – "Мне за брак не платят! Что же я буду писать правду, если останусь без денег, а технологи, которым я говорила, ничего сделать не могут!" Самое главное – я нашел операцию, где формировался брак. Оказалось, что, когда в день загружали две-три партии – все получалось, но когда стали делать много партий, пошел брак. На этой операции – окисление с «разгонкой» бора режим обработки был следующий: сухое окисление – влажное окисление и опять сухое окисление. Так вот оказалось, что в трубе всегда присутствовала влага и поэтому никогда сухого окисления не было, а значение R_s сильно зависит от вида окисления.

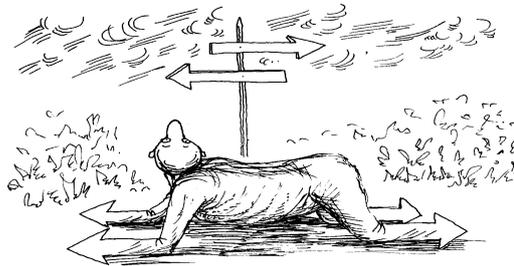
Таким образом, удалось сразу найти и причину брака и, долго не раздумывая, найти решение – проводить сухое и влажное окисле-

ние в разных каналах печи. Буквально через две недели мы «закидали» кристаллами сборочный цех, но вот тут то и появилась идея – никому не доверять, а проверять. Я был на 100% уверен в честности работниц, а оказалось, что это не так.

Подводя итог, можно сказать, несмотря на то, что вначале появляется чувство бежать и искать причину где-то в другом месте, надо очень дотошно и тщательно, отбросив все авторитеты в сторону, проверить все на месте «преступления». Вспомните камеру холода. Почему я не стал проверять в ней температуру. Мы были очарованы работой метристов, все считали, что они работают как часы, у них высокий авторитет и т.д. Этот барьер мы преодолевали целый месяц. И только лишь пройдя путь «ищи на месте преступления», следует двигаться дальше. В [100] автор рассказывает о Митчеле, который разработал дыхание клетки, и что интересно, так это то, что он обратил внимание на мембраны клеток, в то время как другие ученые с этой точки зрения на них не обращали внимания.

*Россия - странный садовод
И всю планету поражает,
Верша свой цикл наоборот,
Сперва растит, потом сажает.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 25. ПРОТИВОРЕЧИЕ И ДИССИММЕТРИЯ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ

Искусству учатся в музее.

Ренуар

Один из путей решения научной задачи состоит в том, что исследователь формулирует противоречие и разрешает его, находя решение. Покажем это на примере из книги Германа Смирнова «Рожденные вихрем» [101].

"Достаточно ознакомиться с методологическими взглядами Галилея (1564-1642), чтобы убедиться, что он всегда сначала исследовал проблему логически, а уж потом подтверждал свои выводы опытами. Так же поступил он и при изучении свободного падения.

Предположим, рассуждал он, Аристотель прав, и тяжелые тела падают быстрее, чем легкие. Тогда, присоединив к тяжелому телу легкое, мы должны были бы замедлить его падение. Но ведь суммарный вес обоих тел больше, чем вес одного только тяжелого тела. Следовательно, соединенные вместе тела должны падать быстрее, чем одно только тяжелое. Получается противоречие: связка должна падать одновременно и медленнее, и быстрее, чем отдельно брошенное тяжелое тело. Выход из этого логического противоречия только один: скорость падения всех тел одинакова и не зависит от их веса.

Правда, это рассуждение справедливо только при движении в вакууме. Удивительный парадокс! Два выдающихся мыслителя из одного и того же наблюдения делают прямо противоположные выводы!"

Итак, есть решение, есть противоречие и есть диссимметрия. В чем же диссимметрия? В весе.

Интересно, что возбуждение судебного процесса против Галилея, как долго считалось, дело рук иезуитов. Сейчас установлено, что это были доминиканцы. Иезуиты были умнее, и они жаждали опровергнуть результаты опытов Галилея – получить духовную по-

беду. Дж. Риччоли – иезуит (1598-1671) провел скрупулезные эксперименты с падением шаров и подтвердил результаты опытов Галилея. Сделаем отсюда вывод – каждый ученый имеет своего иезуита, а если его нет – следует завести. Исключительно важно иметь критика для спора и проверки. Их надо и любить, и холить, и благодарить за все критические замечания, за исключением случаев, когда они, что называется переходят на личности.

А теперь посмотрим, что же является причиной диссимметрии в рассматриваемом примере. Не надо далеко ходить, чтобы убедиться в том, что мир многообразен и развивается неравномерно, неоднородно. Многообразие состоит в громадном количестве представителей всех видов растений, животных, насекомых, созданных человеком технических систем, литературных произведений, стихов и т.д. Многообразие может быть и хорошим и плохим.

Вольтер писал: *"Если бы в Англии была только одна религия, следовало бы опасаться ее деспотизма; если бы их было две, представители каждой перерезали бы друг другу горло; но их там тридцать, а потому они живут в благодатном мире"*.

Наоборот, если по поводу какого-то явления или эффекта известно десять гипотез, то, очевидно, это многообразие не дает возможности ни понять, ни объяснить истинного состояния с этим эффектом.

Вспомните хотя бы эффект Рассела, о природе которого было опубликовано порядка девяти гипотез и ни одной верной.

Теперь можно утверждать, что многообразие предметов, их параметров – веса, плотности, размеров и т.д. могут быть представлены как противоположности, как *диссимметрия*. В случае свободного падения тел – это тяжелое и легкое тело.

Обратимся к неравномерному развитию, к неоднородности. Очевидно, что все живое развивается неравномерно, неоднородно. Время такого развития – время жизни, оно короткое. Но живая природа развивается длительное время – века. Каждый сам может увидеть собственную неравномерность и неоднородность. Естественно, когда мы ищем диссимметрию, мы можем определить как развиваются элементы диссимметрии, или противоположности. Несомненно, эти элементы могут быть статичными, динамичными (опыт Галилея), изменяющимися.

Рассмотрим еще один пример из книги Г. Смирнова.

"1880 г. В этом году странное противоречие, постепенно раздиравшее гидравлику, достигло кульминации. И вызвано оно было не отсутствием надежных сведений, а тем, что чрезвычайно точные, достоверные многочисленные эксперименты не-

опровержимо доказывали справедливость двух совершенно разных утверждений. Начало этим экспериментам положил немецкий инженер-строитель Г.Гаген. Окончив университет, он полтора года путешествовал пешком по Европе, осматривая наиболее примечательные гидравлические сооружения. (Мы же осматриваем книги ученых, пытаюсь выловить их методологию решения научных задач. - В.М.) Возвратившись на родину, он занялся инженерной деятельностью – именно он спроектировал военноморскую базу в Вильгельмсхафене. В 1839 году Гаген опубликовал результаты своих обширных исследований по изучению влияния температуры на сопротивление жидкости, текущей в трубках малого диаметра, в ходе которых он установил формулу для вычисления сопротивления.

Одновременно с ним во Франции аналогичные эксперименты провел врач Ж. Пуазейль (1799-1869), который изучал мощность сердца и движение крови в венах и капиллярных сосудах. В 1841 г. он опубликовал найденную им формулу, которая совпала с гагеновской: сопротивление жидкости R , текущей в трубе, прямо пропорционально вязкости η , скорости V и обратно пропорционально квадрату диаметра трубы D :

$$R \approx \eta V / D^2.$$

Воистину формула эта доставляла утешение здравому смыслу. Если вязкость равна нулю, то и сопротивление равно нулю. Естественно предположить, что чем больше вязкость, тем больше сопротивление - и формула подтверждает это предположение. А скорость? Ясно, чем она больше, тем выше и сопротивление, - и это подтверждается формулой Гагена-Пуазейля. Понятно и влияние диаметра: чем он меньше, тем труднее двигаться жидкости.

Однако коварная гидравлика приберегла свой сюрприз напоследок. Уроженец Дижона А. Дарси (1803-1858), получив инженерное образование в Париже, вернулся на родину, где ему поручили спроектировать и построить городской водопровод. Необычайный успех этого сооружения принес инженеру славу, и он был приглашен для сооружения водопровода в Брюссель. В ходе этих работ Дарси провел свои знаменитые научные исследования по фильтрации жидкости сквозь почву и по течению воды в трубах. (Из практики - в науку - В.М.). Но удивительное дело, найденная им формула не имела ничего общего с формулой Гагена-Пуазейля! Сопротивление в опытах Дарси получалось прямо пропорцио-

нальным квадрату скорости и обратно пропорциональным диаметру трубы:

$$R \approx \eta V^2 / D.$$

Устранить расхождение между формулами оказалось не так просто. С одной стороны, добросовестнейшие экспериментаторы англичанин Дж. Стокс, швейцарец Э. Гагенбах, немец Ф. Нейман снова и снова получали доказательства того, что прав Пуазейль. С другой - не менее добросовестные исследователи англичанин Дж. Ранкин, немцы Ф. Грасгоф и О. Мейер, добывали столь же неопровержимые подтверждения тому, что прав Дарси. Особенно драматичным оказалось положение Гагена. Экспериментируя с капиллярными трубками, он убеждался: прав он и Пуазейль, а экспериментируя с водопроводными трубами, приходил к иному выводу: прав он и Дарси. Впечатление получалось такое, будто вода ведет себя как лукавый озорник, подчиняясь то одному, то другому закону".

Этим несоответствием сопротивления занялись несколько ученых - Н.П. Петров (1836-1920) и англичанин О. Рейнольдс (1842-1912).

Прежде, чем показать, какое решение нашел О. Рейнольдс, можно сказать, что, используя приведенные приемы, мы можем тоже попробовать найти идею.

Первое, сформулируем противоречие. Оно может выглядеть следующим образом. Я не верю, что сопротивление потока в трубах разного диаметра и с разной скоростью должно быть различным (что собственно и делали Гаген, Дарси и др.). Поэтому считаю, что стенки трубы и сцепление потока с ними не влияют на это сопротивление, а эксперименты показывают, что оно зависит от диаметра трубы и скорости потока.

При формулировании противоречия я уже ввел в него некоторые параметры, о которых я ничего не знаю, но думаю, что они не являются определяющими. Теперь я обязан продолжить рассмотрение картины взаимодействия потока со стенками трубы.

Второе. Что надо сделать, чтобы сопротивление потока изменялось? Очевидно, что на сопротивление потока влияют какие-то дополнительные сопротивления, причем переменные, зависящие от скорости и сцепления потока со стенками.

Третье. Сделаны два противоположных эксперимента, и можно делать третий - идеальный эксперимент, который сам покажет, что же происходит в трубе. Это может быть прозрачная труба и цветная жидкость.

Четвертое. Мы встретились с раздельной диссимметрией по диаметру труб и скорости потока, причем влияние диаметра трубы и скорости потока на его сопротивление различно, что собственно и показывает эксперимент. Это подсказки, которые специалисту могут помочь в нахождении истины.

Что же сделал О. Рейнольдс? *"Тонкая струйка красителя, введенная в воду, текущая в стеклянной трубке, быстро вытягивается в длинную резко очерченную, не смешивающуюся с водой полосу, параллельную стенкам трубки. Вода как будто движется концентрическими слоями, как вложенные одна в другую металлические трубки: внутренняя - быстрее, примыкающая к ней - чуть медленнее, следующая - еще медленнее. Слоистым - ламинарным - называет Рейнольдс такое течение. А если увеличить скорость? Сразу, резким скачком замедляется движение подкрашенной жидкости. Видно, как быстрые беспорядочные завихрения перемешивают краску с водой по всему объему трубки - ламинарное течение потеряло устойчивость, превратилось в вихревое течение, для которого позднее лорд Кельвин придумал великолепное слово - турбулентное течение...".* Рейнольдс придумал любопытную аналогию. *"Жидкость - говорит он, - можно уподобить отряду солдат, ламинарное течение - четкому походному строю, турбулентное - беспорядочному движению. Тогда скорость жидкости и диаметр трубы - это скорость движения и величина отряда. Вязкость - дисциплина, плотность - вооружение. Чем больше отряд, чем быстрее маневры и чем тяжелее вооружение, тем раньше расстраивается походный порядок. И так же в жидкости турбулентность начинается тем быстрее, чем она тяжелее, чем меньше ее вязкость и больше диаметр и скорость".*

О. Рейнольдс получил безразмерную величину - «Число Рейнольдса» - (Re), которое описывает движение жидкостей в трубах. Это великолепное открытие не только разрешило наболевший гидравлический конфликт, но и привело к разгадке тайны лобового сопротивления цилиндра и шара. Обратим внимание еще на один прием - аналогию. *Аналогия* - это подобие. Умение ею пользоваться позволяет более наглядно представить протекающие процессы и взаимодействия. А теперь учиним маленькую проверку. Когда я писал, что и мы можем попытаться решить задачу о трубах, я написал о диссимметрии диаметра труб и скоростей потоков. Но о чем я не написал? Заметили вы это упущение? И, если заметили, то, значит, взгляд ваш становится острее. Итак, я не упомянул о диссимметрии металл - жидкость. Несомненно, их взаимодействие зависит от многих причин: и от скорости воды, и вязкости и т.д. Еще

одна диссимметрия: труба - статична, жидкость - динамична. Опять должно быть взаимодействие между диссимметричными элементами, которое должно влиять на сопротивление R потока.

И, очевидно, что вода (жидкость) и металл - это неоднородные материалы, и следовательно, должны быть диссимметрия, противоречие, решение.

Возьмем еще один пример из книги Г. Смирнова.

“В 1911 году докторант К. Хименц по заданию Прандтля должен был построить водяной лоток для исследования отрыва потока от поверхности цилиндра. Ученый должен был проверить, совпадает ли точка отрыва пограничного слоя с вычисленной теоретически. Для этих экспериментов сначала требовалось установить распределение давлений вокруг цилиндра в равномерном потоке. И тут к своему изумлению Хименц убедился, что течение за цилиндром не устойчивое, а совершает мощные пульсации. Когда он сказал об этом Прандтлю, тот предположил, что либо цилиндр недостаточно кругл, либо поток несимметричен (Прандтль применял диссимметрию! - В.М.), и Хименц начал кропотливую, но, как выяснилось, безнадежную работу по регулировке своей установки. Но однажды фон Карман задумался (Надо полагать, он думал всегда и, вероятно, обратил внимание на какой-то фактор. - В.М.): а надо ли принудительно устранять пульсации? Раз поток пульсирует, значит на то есть естественные и существенные причины, которые стоят того, чтобы их изучить. Однажды в воскресенье, - вспоминал потом Карман, - я попытался рассчитать устойчивость системы вихрей и сделал это весьма примитивно, предположив, что только один вихрь волен двигаться, в то время как все остальные зафиксированы. Полученный результат гласил, что при симметричном расположении неподвижных вихрей, подвижный всегда уходит из своего первоначального положения. Такой же результат получился и для асимметричного расположения, но оказалось, что при определенном расстоянии между рядами и двумя последовательными вихрями подвижный вихрь не уходит и остается вблизи своего первоначального положения, описывая вокруг него небольшие замкнутые траектории. Я закончил работу к понедельнику и утром, показав ее Прандтлю, спросил:

- Что вы скажете на это?

- О, это кое-что важное, - сказал он - напишите об этом статью, и я представлю ее в Академию.

Так появилась моя первая статья на эту тему”.

(Каждый может вспомнить свои разговоры с руководителями и сравнить их с этим диалогом!)

Систему вихрей, следующих в шахматном порядке за движущимся цилиндром или поперечной пластинкой, впоследствии стали называть «вихревой дорожкой Кармана», хотя сам ученый никогда не утверждал, будто он первый обнаружил такие вихри. На рис. 45 приведена схема вихревой дорожки Кармана.

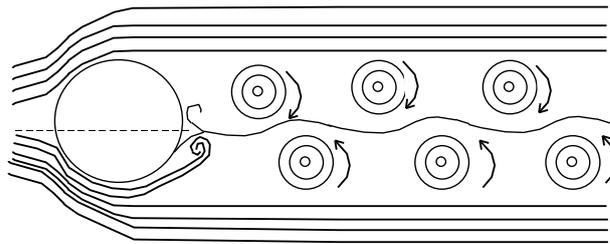


Рис. 45. Схема вихревой дорожки Кармана.

Посмотрите на рис. 45. Какая отличная диссимметрия между двумя соседними вихрями в области, где скорости направлены друг против друга, и между верхним и нижним вихрем, где скорости направлены в разные стороны! Эта диссимметрия должна вызывать в одном случае притяжение, а в другом отталкивание вихрей.

Сейчас мы рассмотрим более современный пример из книги Анатоля Абрагама «Время вспять или физик, физик, где ты был.» [75]. Но трудность восприятия этого примера состоит в том, что речь пойдет об атомах и ядрах. (Кто заинтересуется этой проблемой советую прочитать эту книгу полностью).

"Каждому ученому свойственно рассуждать о своей карьере, удачах, неудачах, наконец, о личном вкладе в науку, о признании своих трудов современниками. Это мощный дополнительный импульс, стимулирующий научную деятельность. Размышление о блестящей карьере Прайса не облегчали моего душевного состояния. Старше меня всего на два года, он заведовал одной из самых престижных кафедр Великобритании (той самой, к которой Чаруэлл закрыл мне дорогу семь лет спустя). Он был широко известен своими довоенными, глубоко абстрактными работами по теории поля и общей относительности и, во время войны, своей более или менее секретной атомной деятельностью."

Можно утверждать, что у ученых более развито чувство наблюдения и сравнения, а потом оценки и вывода. Это чувство не зависит от человека, оно есть у всех, но более остро проявляется у людей творческого труда. Ученый похож на худож-

ника, рисующего портрет человека с натуры. Продолжаю цитировать.

"Спасло меня от уныния открытие сверхтонкой структуры в кристалле, так называемых туттоновых медных солей. Открытие было сделано в октябре 1944 года Пенроузом, товарищем Блини, который провел несколько месяцев в лаборатории известного голландского физика Гортера в Лейдене, благодаря блестящей идее сильно разбавить в кристалле магнитные ионы меди немагнитными ионами цинка. Сверхтонкая структура ионов меди, которая при нормальной концентрации была скрыта магнитными взаимодействиями между ними, становилась ясно видимой в разбавленном кристалле в виде четырех резонансных линий, соответствующих четырем возможным ориентациям ядерного спина меди. Это было первым наблюдением сверхтонкой структуры в веществе в конденсированном состоянии. Электронная структура иона меди в туттоновых солях была хорошо известна по прежним измерениям восприимчивости, дополненным опытами по электронному парамагнитному резонансу на концентрированных кристаллах, и казалось, вполне возможным с помощью всех этих данных вычислить анизотропию сверхтонкой структуры в разбавленном кристалле. Прайс сделал предварительное вычисление на пресловутом «конверте», подсчитал анизотропию и получил «два к одному», что в сравнении с наблюдениями Пенроуза было качественно правильно, но количественно слишком мало. Прайс поручил мне улучшить его оценку, учитывая другие эффекты, о которых предполагалось, что их влияние невелико, как например, спин-орбитальное взаимодействие. (Не стану распространяться о нем, чтобы не стать еще более непонятным).

Я принялся за работу с энтузиазмом и через несколько дней принес Прайсу результаты гораздо более полной теории. Прайсу понравилась изящность. Меньше ему понравились мои численные результаты. Я получил анизотропию «один к двум», т.е. меньшую единицы, а значит обратную той, которая наблюдалась на опыте. Изящность теории облегчила проверку, ошибки не было. У Блини, Прайса и у всех остальных - у меня в Кларендоне, у Пенроуза, Гортера и их сотрудников в Лейдене - оказалась в руках задача первой величины. Разгадку тайны задерживала еще внезапная болезнь Пенроуза в Лейдене, которая унесла его в мир иной несколько недель спустя. Открытие сверхтонкой структуры принадлежало Пенроузу, все данные его опытов были его частным сообщением Блини, и в течение долгих недель, пока он боролся со смертью, не было и речи о том, чтобы делать новые

опыты в Кларендоне или опубликовать мои странные результаты.

После кончины Пенроуза появилась краткая заметка в «Nature», подписанная им, а за ней другая, подписанная Прайсом и мною, подчеркивающая вопиющее расхождение между теорией и экспериментом. Расчет обменной константы J , предложенный мне Прайсом, канул в Лету, а создание удовлетворительной теории сверхтонкой структуры, которой пока не существовало, стало моей проблемой, подхода к решению которой никто не знал. После смерти Пенроуза его опыты были усовершенствованы и проведены на других солях меди, а также на соли кобальта. Повсюду та же таинственная анизотропия! (Диссимметрия - В.М.). Во всех этих солях все магнитные свойства, кроме сверхтонкой структуры, прекрасно объяснялись теорией кристаллического поля Ван Флека, параметры которой нельзя было изменять, потому что она прекрасно объясняла все остальные свойства. Я был одержим этим противоречием: думал о нем за письменным столом, за едой, нежась на солнце в «Parson's Pleasure».

Именно в этом противоречии и нашлось, наконец, решение. Какое свойство электронной оболочки могло так сильно изменить сверхтонкую структуру, не влияя на остальные магнитные свойства ионов? Я пришел к ответу: электроны, находящиеся ближе других к ядру, так называемые s -электроны, были ответственны за эффект".

Прервемся на мгновение. В последних фразах видна тактика - диссимметрия между ядром и электронами, противоречие - решение. А. Абрагам только один раз приводит такую тактику решения, но он ее знает. Продолжим:

"Достаточно было добавить к общепринятой электронной конфигурации «щепотку» так называемой s -конфигурации, в которой один s -электрон извлекался с глубоко лежащей орбиты и переводился на внешнюю орбиту, как это приводило к желаемой анизотропии сверхтонкой структуры, не затрагивая других свойств иона. Практически достаточно было добавить один изотропный член к выражению для подсчитанной сверхтонкой структуры, член, полученный эмпирически, но один и тот же для всех солей меди, чтобы согласовать теорию с экспериментом. С помощью вычислительных средств, находящихся в моем распоряжении, я не мог подсчитать поправку теоретически, но смог показать, что порядок ее величины был вполне приемлемым.

Экспериментальным результатом, который окончательно подтвердил правоту моей гипотезы, было открытие Блини большой и изотропной сверхтонкой структуры в солях двухвалентного марганца, которая в отсутствие моих s-электронов должна была равняться нулю. (Использование другого иона вместо меди - это противоположный эксперимент. Вспомните тонкие и толстые трубы! - В.М.).

Я опубликовал свою гипотезу в письме редактору "Physical Review", которое сразу установило мой престиж во всем мире среди «парамагнитных резонаторов».

Обратите внимание, какое место уделяется приоритету, престижу быть первым. Это один из важных стимулов.

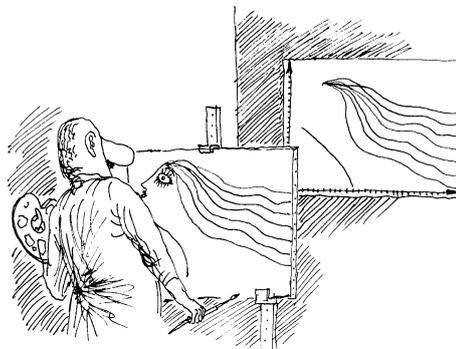
Далее Абрагам пишет:

"Из перезрелой куколки выпорхнула, наконец, бабочка. Я стал господином «Сверхтонкая структура», тем, кто проник в ее тайны. Не ахти какие тайны, да ведь «и кулик не велик, а все таки птица».

Вот так подводит итог этой работы Анатолий Абрагам.

Итак, для решения задач можно рекомендовать сначала находить противоположности и их неоднородности (диссимметрии) и только затем формулировать и разрешать противоречия.

*Дорога к истине заказана
Не понимающим того,
Что суть не просто глубже разума,
Но вне возможностей его.
Игорь Губерман [44]*



ГЛАВА 26. ФАНТАЗИИ НА ТЕМУ О ПЕРЕНАПРЯЖЕНИИ ВОДОРОДА НА КАТОДЕ

Признаюсь, что почти все, что мне удалось сделать, имело в основе неверную теорию.

Обычно мои идеи лопались одна за другой, но всегда оставляли что-нибудь для будущего.

Альберт Сент-Дьердьи

Ведь я достаточно сообразителен для того, чтобы улавливать в вещах сходство (а это самое главное), и в то же время не настолько опрометчив, чтобы не замечать между ними тонких отличий.

Фрэнсис Бэкон

Прежде чем начать рассмотрение перенапряжения водорода на катоде отметим, что «ноты» предназначены именно лишь для того, чтобы расшатать некоторые представления об эффекте или явлении и помочь исследователю выдвинуть гипотезу (гипотезы), а не разрабатывать теорию. Позже, когда гипотеза подтвердится, следует заняться теорией.

При решении технологических производственных задач иногда ситуация складывается так, что дело до теории не доходит - выдвинутая гипотеза может позволить быстро устранить брак в производстве. Например, пластинки кремния, обработанные различно с обеих сторон, изгибаются и ломаются.

Была высказана гипотеза о том, что деформация пластин связана с разностью каких-то сил на поверхностях и, если поверхности обрабатывать одинаково - с одинаковой чистотой, то деформации

не будет, что экспериментально и подтвердилось.

Однако, есть и другие примеры. *“Так при электролизе воды с целью электролитического получения водорода, перенапряжение увеличивает необходимое электрическое напряжение и вызывает дополнительный расход электроэнергии.*

При величине перенапряжения 0,3 В на каждые 1000 кг водорода требуется дополнительный расход 8300 кВт.час электроэнергии, которая непроизводительно превращается в тепло” [104].

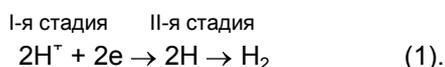
Как же снизить эти непроизводительные расходы, пока никто не знает, несмотря на многочисленные исследования, проводимые уже в течение более 150 лет.

Понятие перенапряжения связано с избыточным напряжением, которое необходимо приложить к электролитической ванне сверх ее равновесной электродвижущей силы для проведения электролиза. Главное, как считают электрохимики, за перенапряжение несет ответственность самая медленная стадия реакции.

За время исследования водородного перенапряжения появились многочисленные теории.

“Теория водородного перенапряжения должна дать физическое объяснение закономерностей, найденных опытным путем, и должна связать эти закономерности с другими физическими и химическими явлениями. Правильно построенная теория дает возможность предсказать еще неисследованные закономерности и позволяет сознательно направлять электрохимические процессы, сопровождающиеся выделением водорода” [104].

Электродная реакция при разряде водородных ионов протекает в две последовательные стадии:



Если первая стадия электрохимическая, то вторая – превращение водорода в молекулярный водород - это чисто химическая реакция.

“Возникновение перенапряжения водорода (ПВ) является признаком нарушения равновесия (диссимметрия) и может быть связано с замедленностью одной из стадий процесса” [104]. Первыми были развиты теории, сводящие причины перенапряжения к замедленности второй стадии, а затем были развиты теории, связанные с представлением о замедленности процесса разряда. Не вдаваясь в подробности, которые хорошо изложены в [104], только перечислим эти теории.

Рекомбинационная теория водородного перенапряжения.
 Удаление адсорбированного атомарного водорода.
 Теория замедленного разряда.
 Влияние строения двойного слоя на скорость разряда.
 Замедленный разряд при значительном заполнении поверхности.

Перенапряжение зависит от плотности тока, материала электрода, состава электролита и температуры.

Тафель предложил выражение для токовой зависимости:

$$\eta = a + b \cdot \ln i, \quad (2)$$

где η - перенапряжение в вольтах,
 a - параметр, зависящий от природы металла,
 b - параметр, зависящий от состояния поверхности.

Значения параметра a лежат в диапазоне от 0,3 В до 1,7÷1,8 В, в то время как b имеет значение 0,1÷0,2 В для всех элементов, используемых для катодов.

Несмотря на большое количество работ, явление перенапряжения водорода на катоде нельзя считать изученным до конца. Более того, в [104] приводится ряд зависимостей, которые пока не находят достаточно полного объяснения. Приведем некоторые из этих зависимостей. Так, представляет интерес зависимость между a и коэффициентом сжимаемости металла χ , представленная на рис. 46 [104]. Приемлемого объяснения полученной зависимости нет.

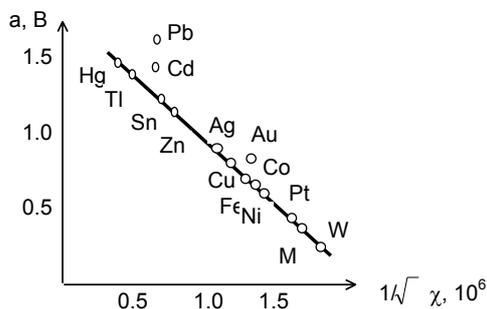


Рис. 46. Зависимость между параметром a и коэффициентом сжимаемости металла χ .

Интересен и такой факт. "Простое соотношение, установленное Тафелем на основании недостаточно точного экспериментального материала, в настоящее время проверено для ряда

металлов в очень широком интервале плотностей тока. Например, для ртутного электрода оно оправдывается в интервале плотностей тока от 10^{-7} до 1 A/cm^2 с постоянными значениями коэффициентов a и b . С несколько меньшей уверенностью можно расширить этот интервал значения плотностей тока от 10^{-9} до 100 A/cm^2 .

Таким образом, можно изменять плотность тока или скорость реакции в миллионы или даже миллиарды раз и при этом сохранить одну и ту же количественную зависимость.

В химической кинетике нет другого примера, в котором уравнение скорости реакции сохранялось бы в таком широком интервале изменения самой величины скорости" [104].

Встает вопрос - почему?

Существуют электроды, для которых в некотором интервале плотностей тока получается зависимость вида, показанного на рис. 47, характерная для свинца (а также таллия и кадмия).

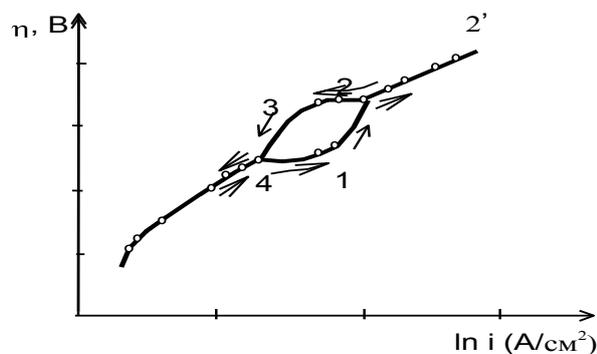


Рис. 47. Зависимость между перенапряжением η от $\ln i$ для свинца.

"Для всех этих трех металлов потенциал, при котором происходит переход от одной кривой к другой, лежит вблизи потенциала точки нулевого заряда" [104]. Однако, эта точка имеет место для всех металлов-катодов, а гистерезис наблюдается только для трех элементов. Почему?

И, наконец, на рис. 48 приведен график зависимости η на ртутном электроде от величины рН раствора при плотности тока $I = 10^{-4} \text{ A/cm}^2$ [104]. И опять не ясно - почему? Перенапряжение водорода имеет максимальное значение в воде, а минимальное - в кислоте и щелочи. Почему?

Закончив краткий обзор теорий и исследований по перенапряжению водорода на катоде, попытаемся исследовать это явление с помощью принципов, обозначенных нами как «ноты».

Очевидно, вступая в область такого «распаханного поля» как исследование перенапряжения водорода, следует все время помнить, что предшественники все просмотрели, все объяснили, все обдумали и, тем не менее, попробуем, пофантазируем.

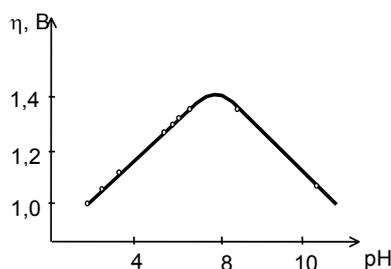


Рис. 48. Зависимость перенапряжения η на ртутном электроде от pH раствора при плотности тока $I = 10^{-4} \text{ A/cm}^2$.

Прежде чем продолжить изложение, я хочу еще раз обратить внимание, что наши исследования излагается в той последовательности, как они выполнялись. Используемые на каждом шаге исследований «нотные» концепции я отметил крестиками в Таблице 6 (в конце этой главы). К сожалению, этапы (шаги) исследований описываются очень кратко, без описания ложных шагов, гипотез и влияний общений со специалистами на ход исследований. Иначе это заняло бы очень много места.

Шаг 1. Рассмотрим цепь электрохимической ячейки в соответствии с законом энергетической проводимости.

Если есть цепь (рис. 49) и есть перенапряжение, т.е. превышение напряжения над теоретическим, то в цепи должно быть какое-то сопротивление, или утечка тока, или источник тока, который придется компенсировать внешним источником.

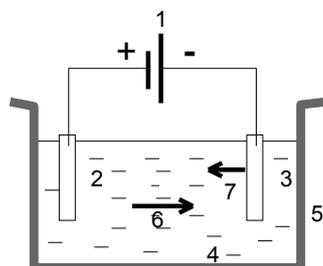


Рис. 49. Схема электрохимической ячейки.

- 1 - источник питания, 2 - анод; 3 - катод, 4 - вода; 5 - сосуд;
 6 - $E_{\text{внеш}}$ - поле от напряжения источника,
 7 - $E_{\text{внутр}}$ - поле от катода.

Шаг 2. В соответствии с принципом эквивалентности напряжение, каким бы путем его не получали, всегда есть разность потенциалов, разность концентрации носителей заряда. Это означает, что в цепи в каком-то месте должна возникать дополнительная разность потенциалов, разность концентрации носителей заряда или, наконец, наличие электрического поля, направленного против поля источника напряжения.

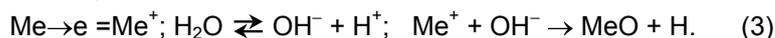
Шаг 3. Начнем рассмотрение с процесса подготовки катода к работе, используя принцип компенсации.

В качестве модели возьмем катод-металл и воду-электролит. Обезжирим металл - поверхность стала очищенной.

Затем следует с поверхности удалить окислы. Это можно сделать либо механическим способом, либо с помощью химического травления. Обычно применяют двукратную перегонку воды, длительно очищают раствор катодной поляризацией при помощи дополнительного электрода. С поверхности катода удаляются загрязнения и окислы. Освобождают раствор от кислорода за счет пропускания чистого водорода.

Шаг 4. Как только мы удалили окисел, влага (ресурс) из окружающей среды начинает конденсироваться на поверхности металла и он начнет интенсивно окисляться.

С поверхности, освобожденной от окисла, должны эмитироваться электроны:



Исследуя эффект Рассела для кремния [26, 105, 142], нами получены зависимости - плотности почернения фотопластинок (D) от времени окисления Si и Ge в воде (рис. 50а) и Si - на воздухе (рис. 50б).

Из графиков видно, что самое интенсивное выделение H_2^* (высокая скорость окисления) протекает в первые секунды соприкосновения поверхности с воздухом (водой), причем окисление на воздухе длится 4 суток, а в воде 10 часов. Это время относится ко всему процессу окисления на воздухе.

Эти данные получены регистрацией возбужденных молекул H_2^* , возникающих при окислении кремния, с помощью фотопластинок:



Аналогичные зависимости получены для металлов, однако, время экспонирования для металлов значительно выше, чем для кремния и составляет 2-3 часа вместо 15-20 минут на одно экспонирование.

Можно отметить, что удаление окисла приводит к изменению сил поверхностного натяжения (СПН).

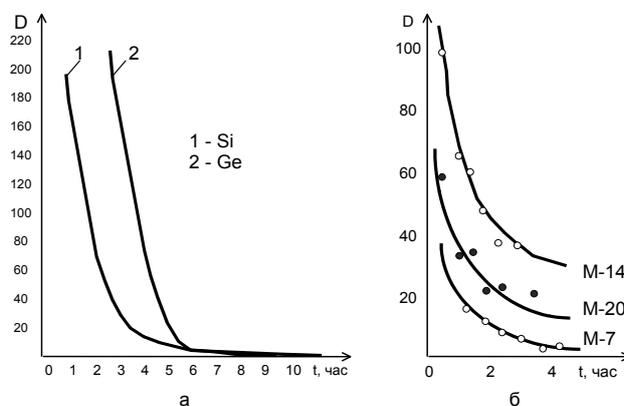
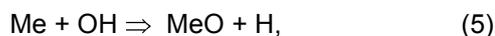


Рис. 50. Зависимость плотности (D) почернения фотопластины от времени окисления полупроводниковой пластины Si и Ge в воде (а) и на воздухе (б) (M-7, M-14 и M-20 - размеры полировочного зерна в микронах).

Итак, первый вывод: ряд металлов и полупроводников с очищенной поверхностью сразу начинают окисляться.

Шаг 5. Если можно считать, что окисление металла в воде происходит не молекулярным, а атомарным кислородом в соответствии с реакцией:



и, как известно [106], атомарным кислородом окисляются все металлы, за исключением *Au*, *Jr*, *Pt*, то можно сделать вывод о том, что все металлы в воде на поверхности имеют окисный слой, который удалить невозможно, он сразу же мгновенно вырастет снова.

Шаг 6. Процесс окисления полупроводников и различных металлов протекает и описывается разными законами.

Так, кремний в процессе окисления покрывается окисной пленкой, через которую проходят молекулы воды, которые, в свою очередь, диссоциируют на ионы OH^- и H^+ . Кислород окисляет кремний на границе раздела *Si-SiO₂*, а *H* эмитируется наружу.

Окисел растет вглубь, но первичная поверхность окисла сохраняется до конца окисления. Объем окисла больше объема кремния и это приводит к образованию растягивающих напряжений в кремнии на границе раздела *Si-SiO₂*.

Для металлов известен другой механизм окисления.

Поверхность заряжена положительно, на ней адсорбируются молекулы воды (кислорода), которые взаимодействуют с эмитируемыми электронами. Образуется монослой окисла *MeO*. Между положительным слоем ионов металла и отрицательно заряженными молекулами воды образуется электрическое поле с величиной до 10^7 В/см.

Под действием этого поля положительные ионы металла диффундируют через окисел наружу, где соединяются с кислородом, превращаясь в *MeO*.

Очевидно, в металле происходит повышение концентрации вакансии. Таким образом, происходит рост окисла, причем напряженность поля уменьшается и, когда она снизится до величины, которая уже не способна оторвать и переместить ион металла, окисление прекращается. Толщина такого слоя может достигать величины 20 ангстрем [107].

Вывод второй - любой металлический катод в воде (электролите) покрыт тонкой окисной пленкой и распределение зарядов в системе можно представить так, как показано на рис. 51а и 51б.

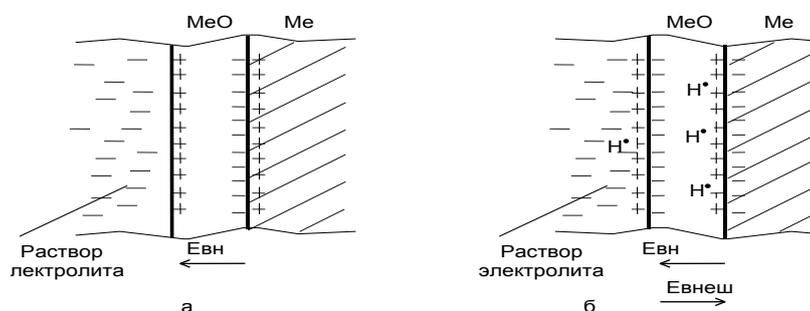


Рис. 51. Распределение зарядов без (а) и при (б) подаче напряжения на катод ($E_{\text{внеш}}=E_{\text{вн}}=a$; Me - металл, MeO - окисел металла)

Шаг 7. Прежде чем рассмотреть включение катода, отметим, что в окислах металлов, как и в окисле кремния, должны быть протоны, OH^- и H_2O . При этом протоны могут уходить из окисла, образуя атомарный водород: $\text{H}^+ + e \rightarrow \text{H}$.

Концентрация этих ионов зависит, в частности, и от pH электролита. Представляется, что это очень важно.

Шаг 8. Продолжим рассмотрение процессов на катоде. При подаче внешнего напряжения образуется поле $E_{\text{внеш}}$, направленное против $E_{\text{внутр}}$ (рис. 51б).

При определенном напряжении, компенсирует $E_{\text{внутр}}$. Электроны “заливают” область пространственного заряда - часть электронов может вступить во взаимодействие с протонами, которые могут быть в окисле и начать их восстанавливать до H . Очевидно, что величина зависит от толщины слоя пространственного заряда. В свою очередь, толщина слоя зависит от природы металла и его физико-химических свойств. Конечно, происходит изменение сил поверхностного натяжения, работы выхода электронов, механических напряжений. Можно предположить, что $E_{\text{внеш}}$ и есть величина a в уравнении Тафеля. Формируя напряженность чуть выше значения a на $0.1 \div 0.2\text{В}$, электроны, за счет туннельного эффекта, будут проходить окисел и начнется восстановление водорода на внешней границе окисла.

Это рассмотрение приводит к следующей модели перенапряжения, которая отличается от всех изложенных выше. По аналогии с транзистором можно предложить следующую модель рассмотрения данного явления. Действительно, граница $\text{Me}-\text{MeO}$ - это эмиттер. MeO - база, причем в нашем случае отключенная. $\text{MeO}-\text{вода}$ —

коллектор. Эту систему можно назвать “электронно-протонным транзистором”.

Очевидно, в базе MeO потери электронов могут быть различны, в зависимости от структуры и других свойств окисла. Особо это касается растворимости, определяемой наполнением окисла молекулами H_2O и ионами H^+ и OH^- .

Шаг 9. Итак, подводя итог рассмотрению процесса, опираясь на принцип компенсации, я должен сделать попытку найти корреляцию между коэффициентом a с каким-либо параметром, связанным с образованием окисла и работой выхода электронов из металлов, либо разностью работ выхода

$$P_{\text{вых.воды}} - P_{\text{вых.Me}} = \Delta P_{\text{вых.}} \quad (6)$$

Мне нужно получить идеальный график, который бы сам показывал корреляцию. Мне нужно найти параметры, полученные из противоположных экспериментов, которых в литературе много. Уточним, что в данном случае понимается под противоположным экспериментом. Например, мы видим, что для платины $a = 0,3$ В, а для свинца $a = 1,5$ В. Если собрать все эти пары, то можно построить график значения для всех металлов (очевидно, если бы этих данных не было, нам предстояло бы самим их получить).

Оказалось, что для окисления металлов можно воспользоваться свободной энергией Гиббса $\Delta G_{\text{эkv}}$ при 298 °K (ккал), приведенной в [106, 108], работой выхода (в эВ) из [109, 110, 112], а значение a можно найти в [104]. На рис. 52 показаны впервые построенные нами графики со столбиковыми изображениями: разности работ выхода между H_2O и металлом, свободной энергии образования окисла и коэффициента a зависимости Тафеля. Числовые значения этих же характеристик приведены в табл.3. Римские цифры на графиках указывают номер периода (группы) элементов из таблицы Менделеева. Сами элементы каждого периода показаны на оси абсцисс верхнего ряда графиков. Там же они пронумерованы (от 1 до 19) для использования в последующих графиках и таблице 3. В таблице 3 эти номера обозначены NN, и строка с этими номерами используется в заголовках столбцов. Обратите внимание, что первый элемент на графиках и в таблицах дублирует последний элемент в предшествующих периодах. Приближенные значения в табл.3 указаны в круглых скобках. Очевидно, что все значения на графике имеют определенный разброс по разным причинам: в разных справочниках приводятся различные величины, например, работы выхода, коэффициента a .

Известно, что окислов для каждого металла несколько, и я воспользовался теми из них, которые, хотя бы частично, подтверждали распределение ΔG_0 на графике рис. 52.

Я знал, какой график должен был получить. Вспомните монаха-ученого Г. Менделя, который перед проведением экспериментов уже знал закон, который он хотел открыть! Это, по-моему, один из приемов научного творчества.

Однако, общая тенденция изменения a , ΔG , и разниц работ выхода налицо. Очевидно, для каждого элемента есть свои нюансы и их требуется анализировать. Все значения ΔG отрицательны, что означает возможность протекания реакции самоокисления при нормальных условиях окружающей среды. Положительные значения ΔG имеются только для золота.

Представляет интерес ход кривых: в каждом периоде есть два пика и провал (ложбина). Если посмотреть пики, представляющие ΔG , a и PPB для элементов всех 3-х периодов от Ni до Br , от Ag до I и от Pt до At , то видно, что у них максимумы смещены. Так максимум a и ΔG у Pb ; а максимум PPB - у Tl . Максимум a и ΔG - для Jn , а PPB у Cd . Удивительно, что максимуму a , ΔG и PPB для Zn полностью совпадают.

В ложбине также наблюдается соответствие, но оно просматривается не так ярко. Другой пик, хотя и не имеет такого совпадения, как рассмотренный выше, все же по форме достаточно правдоподобно иллюстрирует связь между тремя параметрами.

Нам представляется достаточно убедительным то обстоятельство, что все металлы окисляются, имеется хорошее совпадение хода ΔG с PPB и неплохое совпадение ΔG с коэффициентом a .

Несомненно, есть еще параметры, которые влияют на значения коэффициента a , и, в частности, как будет показано ниже, возможно, это диэлектрическая постоянная - ϵ .

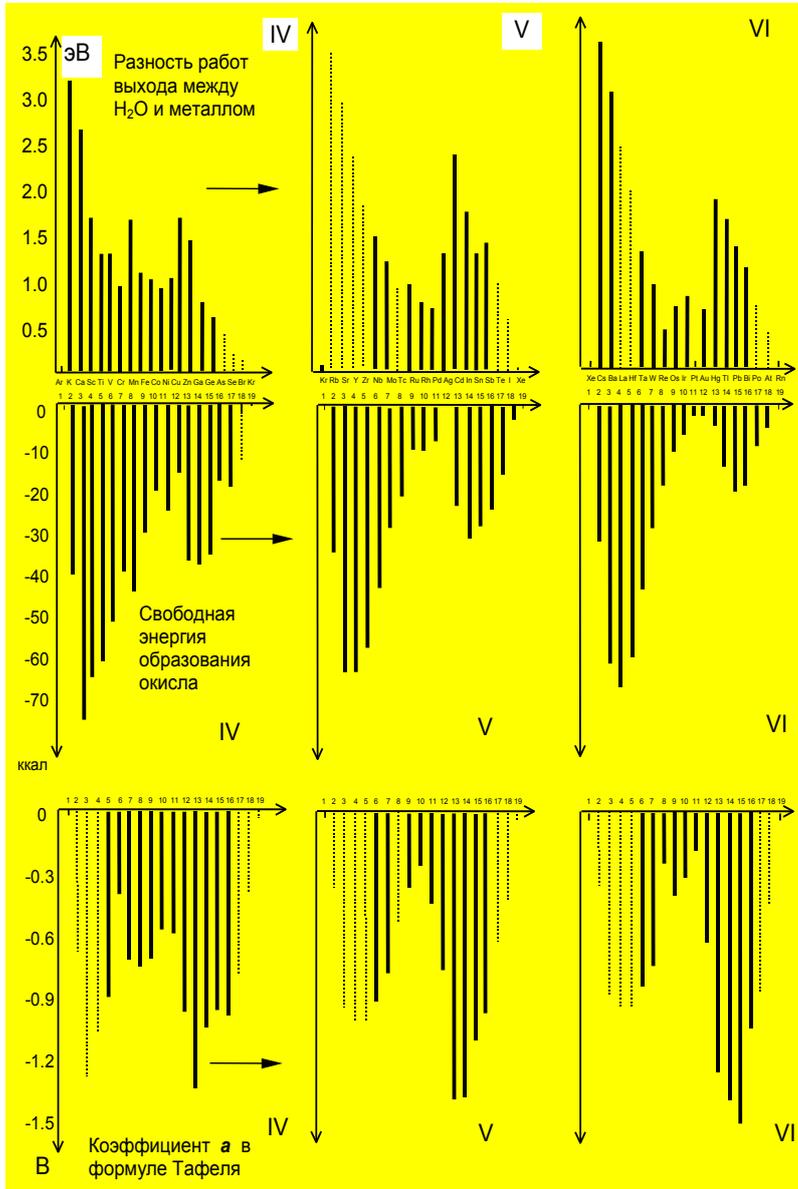


Рис. 52. Графики значений разностей работ выхода между водой и металлом (эВ), величин свободных энергий образования окислов (ккал) и коэффициентов a (В).

Таблица 3.

Числовые значения характеристик элементов IV, V и VI периодов таблицы Менделеева и формулы их окислов.

NN	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Элементы периода IV	Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe
Разность работ выхода между H ₂ O и металлом, ЭВ	0	3.1	2.6	1.65	1.28	1.3	0.9	1.6	1.04
Свободная энергия образования окисла, Ккал	0	-38	-73	-65	-60	-52	-40	-44	-30
Коэффициент <i>a</i> в формуле Тафеля, В	0	(-0.7)	(-1.3)	(1.1)	-0.9	-0.4	-0.72	-0.75	-0.7
Окислы		K ₂ O	CaO	Sc ₂ O	TiO	VO	Cr ₂ O ₃	MnO	FeO

(продолжение табл.3 для элементов IV периода)

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
1.0	0.9	1.0	1.65	1.4	0.7	0.55	(0.4)	(0.2)	0
-20	-25	-15	-38	-38	-35	-18	-20	(-10)	0
-0.6	-0.6	-0.98	-1.38	-1.05	-0.99	-1.0	(-0.8)	(-0.4)	0
CoO	NiO	CuO	ZnO	Ga ₂ O	GeO	As ₂ O ₅	SeO ₂	Br	Kr

(продолжение табл.3)

NN	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Элементы периода V	Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru
Разность работ выхода между H ₂ O и металлом, ЭВ	0	(3.3)	(2.8)	(2.2)	(1.7)	(1.38)	1.1	(0.9)	0.85
Свободная энергия образования окисла, Ккал	0	-34	-66	-66	-60	-45	-30	-22	-10
Коэффициент <i>a</i> в формуле Тафеля, В	0	(-0.4)	(-1.05)	(-1.1)	(-1.1)	-1.0	-0.85	(-0.6)	-0.4
Окислы		Rb ₂ O	SrO	Y ₂ O ₃	ZrO ₂	NbO	MoO ₂	TcO ₂	RuO ₂

(продолжение табл.3 для элементов V периода)

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
0.65	0.6	1.3	2.2	1.58	1.3	1.4	(1.0)	(0.5)	0
-10	-8	-1	-23	-32	-30	-25	-16	-3	0
-0.3	-0.5	-0.8	-1.5	-1.5	-1.2	-1.05	(-0.7)	(-0.45)	0
Rh ₂ O	PdO	Ag ₂ O	CdO	In ₂ O ₃	SnO	Sb ₄ O ₆	TeO ₂	I ₂ O	Xe

(продолжение табл.3)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Элементы периода VI	Xe	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os
Разность работ выхода между H ₂ O и металлом, ЭВ	0	3.6	3.1	(2.5)	(2.0)	1.28	0.9	0.4	0.75
Свободная энергия образования окисла, Ккал	0	-32	-62.5	-69	-62.5	-45	-30	-20	-12
Коэффициент <i>a</i> в формуле Таффеля, В	0	(-0.4)	(-1.0)	(-1.05)	-1.05	-0.95	-0.8	-0.3	-0.45
Окислы		Cs ₂ O	BaO	La ₂ O ₃	HfO ₂	Ta ₂ O ₅	WO ₂	ReO ₂	OsO ₂

(продолжение табл.3)

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
0.78	0	0.6	1.9	1.7	1.4	1.1	(0.7)	(0.4)	0
-8	-3	(+3)	-5	-15	-21	-20	-10	(-5)	0
-0.35	-0.2	-0.7	-1.55	-1.65	-1.7	-1.2	(-0.95)	(-0.5)	0
IrO ₂	PtO		HgO	Tl ₂ O	PbO	BiO	PoO ₂		

В IV периоде получены значения *a* для: *K*, *Ca*, *Sc*, *Se* и *Br*. ΔG - для *At*, *PPB* - для: *La*, *Hf*, *Po*, и *At*.

Для V периода экстраполированы значения *a* для: *Rb*, *Sr*, *Y*, *Zr*, *Tc*, *Te*, и *L*.

И для VI периода значения *a* для *Cs*, *Ba*, *La*, *Hf*, *Po*, и *At*, ΔG - для *At*, *PPB* для *La*, *Hf*, *Po* и *At*.

Несомненно, эти значения требуют экспериментального либо теоретического подтверждения.

Для некоторых элементов нам не удалось найти значения коэффициента α и работы выхода. В табл.3 представлены найденные численные значения α и PPB . Значения, приведенные в скобках - это значения, полученные экстраполяцией. На рис.52 они показаны пунктирными линиями.

И тем не менее, распределение и ход зависимостей представляют большой интерес. Теперь можно предположить, что коэффициент сжимаемости, о котором мы упоминали выше, должен в какой-то степени коррелировать с работой выхода электронов.

Шаг 10. Обратим внимание, что все процессы, которые мы рассматривали, неравновесные, диссимметричные. Так при погружении металла в воду PPB из воды и металла различны. Работа выхода из воды составляет величину от 5 до 6 эВ [114]. Мы приняли 5.4 эВ. PPB для металлов изменяется от 5.4 эВ для Pt до нескольких эВ для K , Ca , Rb и др. Если обратиться к концентрациям электронов в воде и металле, то эта разность просто чудовищна. Если в металлах $C_{эл} = 10^{22}$, то в воде она ничтожна. Это означает, что при контакте твердой и жидкой фаз электроны должны уходить в воду, взаимодействуя с молекулами воды.

И очевидно, возможно контакт металла с водой (электролитом) рассматривать так же, как контакты металл - металл, металл - полупроводник и т.д.

Шаг 11. Итак, наша гипотеза теперь известна: катод - это электронно-ионный транзистор с отключенной базой.

Теперь сделаем попытку объяснить те графики, о которых мы писали выше и ставили вопрос: "Почему?" Именно эти графики должны нам помочь объяснить образование перенапряжения на катоде.

Для этого воспользуемся вопросом - что надо сделать, чтобы это явление, эффект получился?

Рассмотрим график зависимости перенапряжения водорода на ртутном электроде от pH раствора при плотности тока $I = 10^{-4} A/cm^2$, приведенной на рис. 48.

Очевидно, если $pH = 2 \div 4$, в электролите должна быть высокая концентрация H^+ . Если же $pH = 7$, то это характеризует воду как нейтральную среду. Можно представить, что электроны при подаче напряжения на катод проскакивают окисел и взаимодействуют с протонами, образованными при диссоциации воды на поверхности окисла.

Что надо сделать, чтобы перенапряжение упало в соответствии с графиком Рис. 48? Протонов должно быть много, они заполняют весь объем окисла, и поле должно иметь направление, как показано на рис. 53.

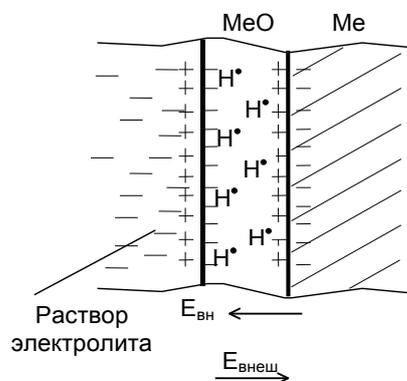


Рис. 53 Схема заполнения слоя окисла металла протонами

Внутреннее поле помогает $E_{\text{внеш}}$, и электроны начинают проходить в окисел и восстанавливать H^+ при меньшем $E_{\text{внеш}}$.

В случае $pH > 7$ в окисле должно быть много ионов OH^- , которые разряжаются на поверхности металла.



Происходит выделение кислорода и водорода, и, возможно, окисление металла, что и наблюдается в щелочном электролите [104].

В этом случае может происходить утолщение (рост окисла) и уменьшение толщины области пространственного заряда, что приведет к снижению перенапряжения.

Теперь обратимся к выводу А.Н. Фрумкина, о котором мы писали выше. Очевидно, речь идет о ртутном электроде в электролите с $pH < 7$.

Что надо сделать, чтобы a и b сохраняли свое значение в диапазоне токов от 10^{-7} до 1 A/cm^2 ? Нам представляется, что для этого надо, чтобы число протонов было бы эквивалентно числу электронов для каждого значения тока. Это можно достичь, если восстановление протона будет происходить непосредственно на границе $Me - MeO$.

Электроны не будут рекомбинировать в окисле, атомарный водород будет уходить, а протоны в поле будут перемещаться достаточно быстро. Возможен и другой вариант - перемещение протонов эстафетным механизмом, тогда в окисле должна быть вода, и протоны будут перемещаться по этому механизму [111].

Шаг 12. На рис. 47 показана зависимость η от тока для свинца. Автор в [104] утверждает, что такие же кривые получаются и на *Cd* и *Tl*.

Я посмотрел, есть ли у этих элементов более-менее схожие физические константы. Оказалось, что у них очень близкие температуры плавления самих металлов и их окислов, а также плотности [112]. Данные приведены в таблице 4. Подчеркнем, что и в этом случае, окислов несколько: это и PbO_2 и Tl_2O и т. д.

Таблица 4.

Элемент и окисел	Температура плавления T°С	Плотность
Pb	327	11.3
PbO	888	9.53
Tl	304	11.85
Tl_2O_3	717	10.19
Cd	320	8.65
CdO	900	7

Однако, связать эти 3 элемента по свойствам и по гистерезису я не смог.

Шаг 13. Что надо сделать, чтобы получился, образовался гистерезис-запаздывание? Все попытки объяснить в рамках существующей теории такие зависимости не удается.

Однако, если мы представим, что на поверхности этих металлов образуется окисный слой со своей диэлектрической постоянной, то можно, опираясь на представления о диэлектриках, попытаться рассмотреть эти кривые.

В [113] рассматриваются электростатические явления в диэлектриках.

"Во всех разобранных случаях существование не зависящей от напряженности диэлектрической постоянной ϵ - является следствием пропорциональности вектора поляризации P напряженности поля E_0 . Существуют, однако, такие тела, для которых диэлектрическая постоянная не есть величина постоянная, но зависит от напряженности поля E . Такого рода диэлектрики обладают рядом своеобразных свойств, сближающих их с магнитными свойствами ферромагнитных тел.

Эти свойства были впервые обнаружены у сегнетовой соли советскими физиками И.В.Курчатовым и П.П.Кобеко. По названию соли их называют сегнетоэлектрическими свойствами.

Поведение сегнетовой соли весьма различно в зависимости от того, выше или ниже ее температура T_0 определенной θ равной 25°C (аналог «точки Кюри» для ферромагнитных тел). При $T^\circ > \theta$ соблюдается пропорциональность между напряженностью поля и вектором поляризации:

$$P = \chi E, \quad (8),$$

при этом коэффициент χ обнаруживает зависимость от T° по закону

$$\chi (T^\circ - \theta) = \text{const.} \quad (9)$$

При $T^\circ < \theta$ нарушается пропорциональность вектора P напряженности поля E . При изменении E вектор P «запаздывает», т.е. принимает значение, соответствующее более ранним по времени значениям E .

Недавно Б.М. Вул обнаружил такие же свойства у некоторых солей типа титана, причем для них ε достигает нескольких тысяч.”

Теперь рассмотрим силы, действующие на заряженные пластины при наличии диэлектрика. В случае катода можно представить пластины как металл - MeO и MeO - электролит, а диэлектрик - это объем MeO . Если параллельные заряженные пластины погрузить в диэлектрическую жидкость (например, воду), то при неизменности зарядов (напряжение не подается) силы между ними уменьшатся в ε раз, где ε - диэлектрическая постоянная взятой жидкости.

Изменение сил взаимодействия между пластинками является следствием механических напряжений, появляющихся в поляризованном диэлектрике.

Если пластинки заряжены зарядами противоположных знаков, между пластинками действуют силы притяжения, то жидкий диэлектрик втягивается в пространство между пластинками и создает механическую силу, раздвигающую пластинки, в результате чего силы притяжения становятся меньше, чем в пустоте (окисле).

Теперь мы имеем возможность представить себе, что возможно граница $\text{Me} - \text{MeO}$, сам металл «прогибается», т.е. поверхность сжимается и тогда график рис. 47 подтверждает изменение коэффициента сжимаемости.

Однако, на самом деле в процессе роста окисла он захватывает воду, и на границе $\text{Me} - \text{MeO}$ все время присутствуют заряды, а значит есть поле и поляризация.

Сжимаемость поверхности металла должна приводить к изменению работы выхода электронов, изменению свойств области

пространственного заряда. И тогда эти факты должны подтвердить необходимость наличия окисного слоя на металле.

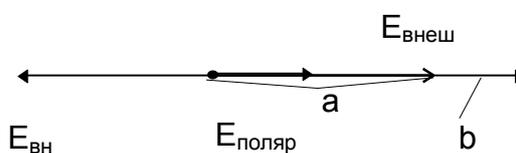
Шаг 14. Теперь мы должны представить себе, что окисный слой этих 3-х металлов особенный (а может быть и остальные окисные слои обладают этим свойством) - у них должна изменяться не только ε , но и это изменение должно сохраняться, запаздывать. Было бы чрезвычайно интересно проверить «точку Кюри» для этих трех металлов, и, естественно, для всех остальных, у которых возможно есть гистерезис, но при других температурах.

Шаг 15. Итак, я должен сказать, что окисный слой металла представляет собой диэлектрик, но диэлектрик особый - в нем имеются ионы, молекулы, которые под действием внутреннего поля поляризуются и создают поле, противоположное по направлению внутреннему полю. Этот диэлектрик имеет свое значение ε . Если бы иметь эти значения и нанести их на график рис. 52, то ход кривых возможно будет совпадать с ходом изменения a .

При подаче напряжения нам надо преодолеть внутреннее поле, которое состоит из $E_{вн} - E_{поляр}$. Как только будет скомпенсировано $E_{внутр.}$, а одновременно исчезнет и $E_{поляр.}$, т.е.

$$E_{вн} - E_{поляр} = E_{внеш} = 0, \quad (10)$$

начнется эмиссия электронов в базу (окисел), но одновременно с повышением напряжения (увеличение $E_{внеш.}$) образуется $E_{поляр.}$, направленное против внешнего поля. И так можно допустить, что a - это условие (10), а b - это то напряжение, которое требуется для преодоления электронами окисного слоя. Это можно представить графически:



Шаг 16. Теперь вернемся к графику на рис. 47.

В точке 1 изменяется ε : поляризация уменьшается, сопротивление в цепи падает и происходит рост напряжения и тока, не соответствующие прямым 4 - 1.

В точке 2 ε изменяется, поляризация увеличивается и увеличивается сопротивление. Рост η и идет более полого: 2-2'. При снижении напряжения и тока прямая 2' - 2 - 3 проскакивает точку 2, в которой должно было бы пройти изменение, однако, на этой линии

происходит запаздывание, «залипание» - поляризация и ε неизменны, а сопротивление изменяется по обычному закону.

В точке 3 происходит резкое изменение ε и поляризации, сопротивление падает, и в точке 4 весь набор параметров ε , R , коэффициент поляризации P становятся как в начале процесса. Таким образом, мы имеем изменение ε в точке 1 и 2, и возвращение в точке 3, 4. Интересно, что запаздывание (гистерезис) происходит по линии 2'-2-3, и требует своего объяснения.

Очевидно, структура окисла этих трех металлов должна играть роль в поляризации.

Шаг 17. Теперь обратимся к золоту, на котором окисел не образуется, а перенапряжение достигает 0.6 В.

Нам надо представить картину, аналогичную вышеописанной, т.е. должен образоваться слой, обладающий свойствами диэлектрика (рис. 54а).

Это возможно, если считать, что $E_{внутр}$ - это область между электронным слоем и областью положительно заряженных ионов, а область диэлектрика - положительно заряженные ионы золота и отрицательные ионы воды.

При подаче напряжения мы должны скомпенсировать $E_{пол}$. Это и будет a . Величина a , как показано в [104] на катоде после анодной активации дает перенапряжение и наклоны от 0.03 до 0.06 В.

Теперь катод, по-видимому, можно назвать электронно-протонным диэлектрическим транзистором. Возможно, и по-другому - протонно-электронный транзистор с диэлектрической базой.

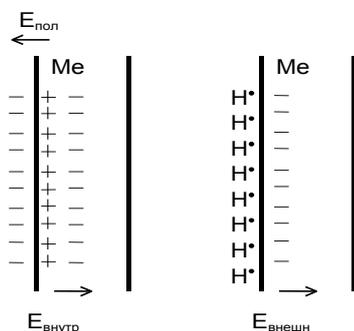


Рис. 54а. Схема предполагаемого распределения полей на золоте.

Теперь, рассмотрев перенапряжение водорода на катоде, я могу вернуться к эффекту Крамера - эмиссии экзоэлектронов из ме-

талла после удаления окисла. В счетчиках Гейгера всегда имеется вольфрамовая нить, которая перед сборкой счетчика тщательно обрабатывается - ее поверхность шлифуется. После сборки объем счетчика заполняется парами метана со спиртом и поверхность начинает более интенсивно окисляться, и через два-три дня счетчик «состарится», т.е. он не будет сам эмитировать электроны.

Шаг 18. С целью выявления интимных механизмов ПВК нами был проведен расчет коэффициентов корреляции между значениями РРВ и ΔG_0 , РРВ и a и ΔG_0 и a , приведенные в таблице 5.

Таблица 5.

Коэффициент корреляции между значениями РРВ и ΔG_0 , РРВ и a и ΔG_0 и a для элементов IV, V и VI периодов системы Менделеева.

Полупериод таблицы Менделеева	Коэффициенты корреляции		
	РРВ и ΔG_0	РРВ и a	ΔG_0 и a
IV/1	0,44	0,472	0,73*
IV/2	0,76*	0,862*	0,75*
V/1	0,69*	0,345	0,89*
V/2	0,57	0,944*	0,83*
VI/1	0,71*	0,538	0,92*
VI/2	0,4	0,946*	0,64

Если считать корреляцию хорошей, когда коэффициент корреляции более 0,7, то из таблицы 5 видно, что в каждом полупериоде она присутствует (отмечена знаком «*»). Особо обращает на себя внимание корреляция РРВ- a для вторых полупериодов IV, V, VI периодов, в которых происходит последовательное заполнение внешних электронных оболочек атомов от одного до восьми электронов. Очевидно, и корреляция ΔG_0 — a достаточно убедительна. Несомненно, нужна еще большая работа как по уточнению многих значений РРВ, ΔG_0 и a , так и для получения истинного, более надежного выражения для формулы Тафеля.

На рис. 54б показаны графики корреляции между РРВ, ΔG_0 и a . Рассматривая эти графики, можно сделать выводы.

Первый – наблюдается подобие вида всех графиков.

Второй – постоянный рост a с ростом РРВ, ΔG_0 . Отсюда можно утверждать, что существует надежность полученной корреляции в целом.

Третий – образуются отчетливые “петли”, то есть, можно в дальнейшем уточнять их форму, а теоретикам есть над чем подумать.

Если внимательно рассмотреть таблицу 5 и графики рис. 54б, то можно представить, что наша фантазия не столь наивна и не так уж далека от действительного положения вещей. Вряд ли корреляции между свободной энергией ΔG_0 и коэффициентом α , лежащие в диапазоне 0,7÷0,92, и между РРВ и α , лежащие в том же диапазоне (0,862-0,946), являются случайностью.

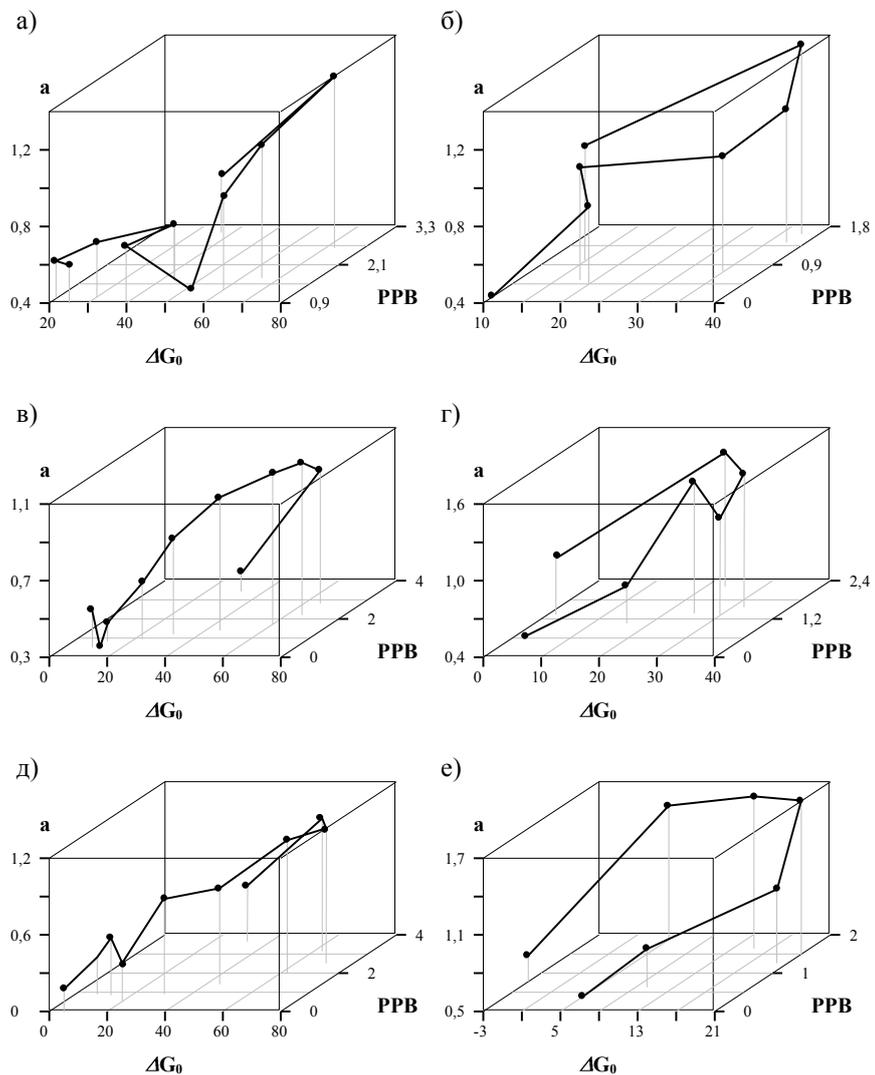


Рис.546. Графики корреляции между PPB, ΔG_0 и **а** для элементов IV-1 (а), IV-2 (б), V-1 (в), V-2 (г), VI-1 (д), VI-2 (е) периодов таблицы Менделеева.

Подведем итоги по материалам главы.

1. С помощью полученных нами результатов при исследовании эффекта Рассела, показано, что все металлы (и полупроводники

Ge и Si) за исключением золота, после удаления с их поверхности окисного слоя, на воздухе (в воде) мгновенно покрываются тончайшим окислом. Этот окисел, в процессе окисления образует H_2^+ , образующийся в процессе окисления.

2. Предложена модель процессов, происходящих на катоде при подаче на него напряжения. Катод в растворе можно представить как транзистор с оборванной базой, при этом эмиттер – граница раздела Me-MeO₂, база – MeO₂, а коллектор – граница MeO-вода (раствор).

3. Построенные, как мы предполагаем впервые, графики, приведенные на рис. 54б. достаточно убедительно показывают корреляции между РРВ и ΔG_0 , РРВ и a и ΔG_0 и a , а также корреляцию между РРВ - ΔG_0 и a .

4. С помощью графика экстраполяцией определены значения a и РРВ для элементов, значения которых не обнаружены в справочнике.

5. Сделано предположение, что гистерезис, возможно, имеет место и для других катодов с окислами, кроме уже известных – Pb, Tl и Cd.

6. Показано применение «нот» для решения научной задачи, ход решения демонстрируется с помощью Таблицы 6.

7. Если наша фантазия поможет более глубоко рассмотреть явление перенапряжения водорода на катоде, то станет возможным и решение изобретательской задачи - создание идеального катода, у которого величина η будет приближаться к нулю. Это позволит резко сократить энергетические непроизводительные затраты на всех предприятиях, получающих водород и кислород с помощью электролиза.

Для дальнейших исследований эффекта перенапряжения водорода на катоде можно предложить вывести выражение для величины a в формуле Тафеля для каждого элемента периодической таблицы Менделеева.

Закончим эту главу высказыванием академика Флерова Г.Н., приведенным в журнале “Химия и Жизнь” (N11 – 1978г, с.26): “Мы учили –кто в институте, кто в университете – законы диалектики, гордились тем, что знаем их. Но Бор приехал и на деле показал нам, как воплощается в ядерной физике закон перехода количества в качество.”

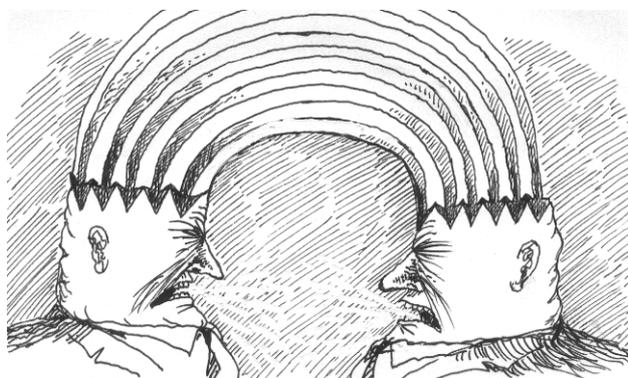
Таблица 6.

Использование «нот» в этапах (шагах) исследований.

Номер шага «Ноты»	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Противоположный эксперимент									+					+		+	+	
Принцип компенсации и эквивалентности		+	+	+	+	+	+	+	+	+								+
Идеальность									+									
Ресурсы				+					+							+	+	
Законы	+																	+
Что надо сделать, чтобы это произошло?											+	+	+	+	+	+	+	
Объединение альтернативных гипотез					+													+

*Я искал у Губермана
К этой теме эпилог
Оказался слишком жутким
Мой электромонолог*

В.М.и В.К.



ГЛАВА 27. ОТ БРАКА К ОТКРЫТИЯМ

*“На свете есть вещи по-
важнее самых прекрасных от-
крытий – это знание метода,
которым они были сделаны”*

Годфрид Лейбниц

После того, как я описал в предыдущей главе принцип перенапряжения, можно задаться вопросом: как же можно использовать приобретенные знания для получения задач, которые после решения могут представлять собой принципиально новые сведения, а, возможно, и открытия?

Возьму на себя смелость утверждать, что рассмотренный принцип перенапряжения, носит универсальный характер и может быть успешно применен не только в технике, но и других, нетехнических областях знаний.

Для этого обобщим некоторые свойства принципа перенапряжения и обратим внимание на задачи, возникающие в результате этого обобщения.

1. При рассмотрении процесса на катоде я показал, что все металлы самоокисляются. Это подтверждается графиком энергии Гиббса. Все химические явления в живых клетках основаны на двух процессах - окисление и восстановление. Возможно, при протекании этих процессов также может наблюдаться перенапряжение □?

2. Перенапряжение □, присутствующее в различных процессах, может во время их протекания увеличиваться, оставаться постоянным, уменьшаться, быть отрицательным.

3. Можно выразить явление перенапряжения более простым языком: есть процессы, которые для своего протекания требуют

постоянную подпитку, энергию, силу, компенсирующую противоположную энергию, исходящую от одного из взаимодействующих веществ или тел. Это дополнительная энергия. Процесс начинается тогда, когда подается энергия сверх скомпенсированной.

В связи с тем, что электролиз используется достаточно широко, то строго говоря, все электростанции мира вынуждены затрачивать часть энергии на компенсацию полей, образованных в окислах катода. Это, очевидно, потерянные миллиарды долларов в год.

4. Я хочу представить себе, что окисный слой со своим электрическим полем - есть некое общее сопротивление. Здесь под термином «сопротивление» имеется ввиду все, что «сопротивляется» - от клетки до человека, от семьи до государства.

5. В процессе возникновения перенапряжения \square всегда участвуют два вещества и внешний источник. Однако, возможно, по-видимому, наличие и внутреннего источника. При этом два вещества могут представлять собой как живую, так и не живую материю. Например, есть два человека, которые находятся в каких-то отношениях - знакомы, дружат. Если один из них хочет дружить с другим, то он должен затрачивать дополнительную энергию на этого человека, чтобы поддерживать с ним дружеские отношения - ходить в гости, общаться, писать письма, поздравлять с праздниками, помогать ему в каких-то делах... Это все дополнительная трата энергии!

6. Другой пример. Кого бы вы не учили, воспитывали, всегда, как правило, возникает сопротивление - от «Я не хочу!» до «я не буду!». Требуется затрачивать дополнительную энергию: изыскивать подходы, способы, методы убеждения, а иногда и физического воздействия, наказания, чтобы преодолеть сопротивление.

7. Если вы проанализируете свои ежедневные действия, вы увидите, что начиная с момента открывания глаз утром и закрывания их вечером, вы все время преодолеваете некое сопротивление со стороны своего «Я», которое не хочет вставать, умываться, а вечером не всегда хочет спать.

8. Любой профессионал - от токаря до клоуна, от электрика до математика, от спортсмена до художника обязан поддерживать свою форму - физическую, интеллектуальную, моральную. И это требует от человека преодоления сопротивления. Вообще говоря, человек сам источник питания, сам знает, что необходимо, и сам понимает, что ему не хочется что-то делать, а надо! Известно, что отец Паганини учил сына музыке, преодолевая достаточно серьезное сопротивление сына.

Каждый может воодушевить сам себя делать то, что неохота. Я, например, сам могу найти вне себя некий воодушевляющий фак-

тор, который позволит мне выполнить работу, к которой не «лежит сердце». Но для этого придется перенапрячься.

9. Из истории мы знаем, что если одна страна покорила другую, то она обязана затрачивать энергию, силу для поддержания в этой стране своего интереса. Если же она, как победитель, не затрачивает дополнительных усилий в любой их форме - победа потеряна.

10. Прежде чем появится идея, решение, гипотеза мы должны затратить достаточно много усилий на знакомство с задачей, разбором литературы, экспериментированием, преодолевая иногда нежелание, лень, усталость, затрачивая массу сил и энергии. Вдруг происходит рождение мысли, идеи. Она как бы сама появилась, образовалась как результат саморождения, подобно самообразованию окисла на металле. Что-то в голове освободилось, очистилось и произошло саморождение - вспыхнула мысль, да не просто мысль, а правильная мысль.

11. Теперь обратимся к производству. Некая фирма выпускает интегральные схемы с выходом 40%, и 60%-ым браком. Заметим, стоимость схемы включает и брак. Таким образом, мы расходует на изготовление 40% приборов дополнительно еще 60% электроэнергии, химреактивов и т.д. и, очевидно, должны включать в себестоимость накладные расходы - куда входит все, что оплачивается предприятием - оплата от директора до уборщицы и т.д. Очевидно, такая фирма на свободном рынке не выживет. Что делать? Путь только один - снижать брак - и это дополнительное «сопротивление», которое требует перенапряжения и «сжигает» громадные деньги.

12. Теперь возьмем два металла и образуем из них контакт. И вот, что интересно, мы получим контактную разность потенциалов - замечательное положительное свойство, которое может служить источником электродвижущей силы (ЭДС). Очевидно, если принять дополнительные усилия для того, чтобы в месте контакта не было окисных слоев, то этот источник будет более эффективным.

13. При образовании *p-n* перехода, по-видимому, также приходится при пропускании тока в прямом направлении затрачивать перенапряжения на «заливание» электронами и дырками области пространственного заряда.

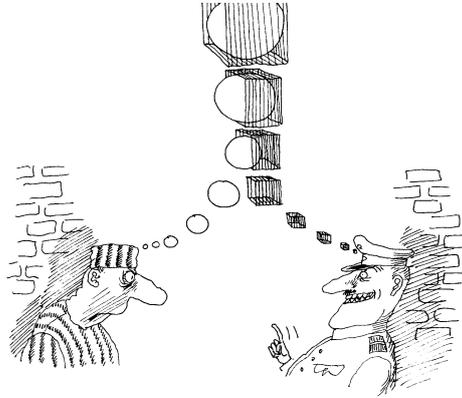
14. Очевидно, гравитационное поле представляет собой значительное «сопротивление» для поднятия самолета - мы все время должны компенсировать поднимаемую массу за счет затрат дополнительной энергии - траты топлива, чтобы самолет не был притянут землей.

15. И, наконец, последний пример. Любой живой организм поддерживается за счет дыхания - поглощения кислорода и питания. Все это затрачивается на преодоление распада клеток - поддержание жизни. Но, очевидно, для того, чтобы жизнь, как говорят, была ключом, организму необходима дополнительная энергетика - пища, причем высококалорийная, экологически чистая и т.д. Тогда организму захочется бегать, прыгать и т.д. Это же относится и к поддержанию температуры тела живого организма.

Все эти примеры показывают, что существует много процессов, которые могут быть представлены как □ «перенапряжение», которое компенсируется неким значением *a* и после достижения этого значения начинается процесс с более широкими возможностями управления.

*Бывает проснешься как птица
Крылатой пружиной на взводе,
И хочется жить и трудиться,
Но к завтраку это проходит.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 28. УЧЕНЫЕ НЕ ВСЕГДА ПРОФЕССИОНАЛЫ

Он поднял меня на руках, сделал два шага и - мы рухнули в оркестровую яму. Я лечу и думаю: если на Володю упаду, я ему сломаю позвоночник. Как-то собравшись, сумела встать на пятки. Была сильнейшая травма. Мне после этого хватило мужества пройти по сцене, чтобы успокоить публику, зайти за кулисы, там я разгримировалась, сняла костюм, уложила его в чемодан, накрыла газетами, чтобы не мялся и только тогда потеряла сознание.

Стали искать в зале врача - оказалось, что есть ветеринар. Он вошел - громадный, рыжий мужчина - взял мою ногу и дернул. Я закричала. А он шепчет успокаивающе: «Тпру - тпру!» Но ногу вправил хорошо, дай Бог ему здоровья.

Балерина Ольга Лепешинская

Сейчас, когда в день раз по десять говорят о профессионализме политиков, банкиров, представителей органов министерства внутренних дел, моя мысль все время возвращается к вопросу, почему ни один ученый не утверждает, что он профессионал, и что вообще следует понимать под этим термином? 100% успех без поражений? Или допускается поражение до 20-30%? Я вообще не слышал, чтобы кто-нибудь рьяно утверждал, что он ученый, или выступал с текстом: "Мы, ученые..."

Правда, несколько дней тому назад, давая интервью телевидению, Вл.Туманов - Председатель Конституционного Суда России, уходя в отставку в связи с 70-летием, на вопрос: "Что Вы будете

делать, уйдя в отставку?" -ответил: - "Ну, я же ученый! Буду писать".

Дать строгое, удовлетворяющее всех определение понятию «профессионал» чрезвычайно трудно. Однако, каждый человек часто сам определяет, кто с ним имеет дело, профессионал или любитель. Любая медсестра мгновенно демонстрирует свои профессиональные способности: одна уколывает, а другая - ввинчивает иглу в соответствующее место.

Есть довольно узкие специальности, в которых многие люди могут быть профессионалами - делают свою работу быстро, аккуратно, четко, красиво, творчески. Это определение относится не только к положительной работе, но и к отрицательной, например, карманным ворами.

Я видел профессионала токаря, об этом я уже писал. Я видел профессора, физика, который проводил расчеты с высокой скоростью, и цифры у него просто играли (тогда не было ЭВМ).

Я видел корабельного радиста, который мог принимать на слух - 150 знаков в минуту, а когда он работал на ключе - то это было подобно исполнению музыкального произведения. Я знаю о врачах-хирургах, делающих чудеса. Мы все видели летчиков-истребителей, фигуры высшего пилотажа, парашютистов, делающих чудеса в воздухе без раскрытия парашютов, и еще много-много профессионалов в самых разнообразных областях деятельности людей.

Я много читал детективов и не случайно часто привожу высказывания из них. Это книги Рекса Стаута, Агаты Кристи, Конан Дойля. Посмотрите, ну разве это не прекрасные мысли:

"Вещи сами по себе превращались в свою противоположность". (Р. Стаут, «Слишком много женщин».)

"У человека должно быть чутье. Чутье на ту работу, которую я предполагаю поручить ему. Это вовсе не знание и не опыт. Одно лишь слово может верно передать это качество: «чутье». Тот самый - данный одной лишь природой - талант, делать какое-то определенное дело.

Совпадение? Мисс Марпл повертела в уме это слово так и сяк, как порой ребенок вертит в руках занятную игрушку, пытаясь понять, как она работает и что у нее внутри. Было ли это совпадением? "Всякое совпадение, - сказала себе мисс Марпл, - всегда заслуживает внимания. Отбросить его никогда не поздно, если уж оно в самом деле окажется таковым", (А. Кристи, «Немецкида»).

"Он совершенно иного типа человек, но он обладает даром, просто бесспорным даром, открывать вам глаза на то, что сами видели, и понять то, что вы сами слышали.

В любом случае надо рассказать ему о случившемся и послушать, что он скажет." (А. Кристи, «Тень на стекле»).

И вот еще одно: *"Очевидно, здесь было две школы мышления. А может, и больше.* (Доставляет радость, когда вдруг, читая обнаруживаешь, что и ты поступаешь таким же образом, или, что и у тебя были такие же мысли.)

"Вулф читал три книги одновременно. Он делал так время от времени все годы, что я был рядом с ним. И всегда это меня раздражало потому, что выглядело нарочито.

Его переехала не концепция, а седан!" (Р. Стаут, «Слишком много женщин».)

Но вернемся к профессионалам.

Авторы детективов поставили себе цель – показать профессионалов-детективов – Шерлока Холмса, мисс Марпл, Эркюля Пуаро, Ниро Вулфа, Арчи Гудвина и др. – и им это удается. Мы верим, что именно они смогли найти преступников, и дальше мы пытаемся понять, как им это удается, какие они применяют приемы, методы? Обычно в каждом произведении идет как бы двойное расследование преступления – частным детективом и государственной службой, будь то Скотланд Ярд или полиция – отделы по расследованию убийств, ФБР.

Очевидно, загадки разгадывают частные детективы. Это соревнование, конкуренция. Но победа всегда не на стороне государства, а на стороне профессионалов-детективов.

Очевидно, что если слабо, плохо подготовленный человек станет за токарный станок, операционный стол или начнет передавать радиogramму, то эффект может быть не только нулевым, но и отрицательным – эти действия могут привести к смертельным исходам. Известно, сколько в разных странах, да и в России, казнено невинных людей. Это брак следователей и суда. Однако, есть области деятельности в которых профессионализм не виден сразу: может – не может.

Мы уже обращали внимание, что Н.Бор каждую задачу начинал решать с нуля и доводил ее до успешного конца. Но ведь не все исследователи – последователи Н. Бора. Есть случаи, что ученые и не решают, и не хотят, и не могут, а если решают, то не доводят до конца поиск решения.

Можно ли в этом случае их называть учеными?

Теперь чуть-чуть вернемся назад, к детективам. Обращает на себя внимание, что преступники – это недюжинные изобретатели

ситуации, которые разрабатывают, придумывают, сочиняют и осуществляют свои планы. Причем так, чтобы ни один детектив не смог их обнаружить. Естественно, при раскрытии преступления используются многие факторы: участники, их психология, улики, вещественные доказательства, которые следует иметь в виду. Нужны причины преступления, нужна режиссура и сценарии события, причем вся эта картина может изменяться, уточняться и, конечно, нужно время, время... Это опять категория перенапряжения.

Желательно, раскрытие совершить быстро. Все это сродни поиску причин брака, решению научных задач. Самая существенная разница в том, что «преступником» в этом случае может быть все, что угодно, и изменения окружающей среды, небрежное отношение к работе, брак, сделанный в заготовках, и т.д. Любопытна с этой точки зрения версии взрыва на Чернобыльской атомной станции в статье М. Дмитрука «20 секунд которые потрясли мир» (газета «Труд» от 9 октября 1996г.)

Ученые вновь и вновь обращаются к урокам аварии на Чернобыльской АЭС, чтобы в будущем человечество смогло избежать подобных катастроф. Я не буду описывать результаты расследования, а отмечу самое главное.

"Так вы хотите сказать, что чернобыльский реактор был расстрелян из-под земли шаровыми молниями? Но ведь во время катастрофы там не было подземных взрывов или землетрясения."

- Это мнение устарело.

Юрий Копничев привез эти ленты в Москву, где комиссия самого высокого ранга выполнила их экспертизу. В результате было точно установлено, что в районе ЧАЭС 26 апреля произошло местное землетрясение с магнитудой от 1.6 до 3.2 балла. Длилось оно 20 секунд. Но ровно столько времени продолжались и все катастрофические события на 4-ом энергоблоке!... Было бы наивно сваливать всю вину на геофизические процессы. Недаром, следователи искали в Чернобыле халатных работников и диверсантов. Но может оказаться, что искали не там и судили не тех. А истинные виновники катастрофы остались в тени".

На примерах жизни и деятельности разных ученых видно, как много им приходилось проводить экспериментов и думать, думать... Мне представляется, что такими крупными учеными были Л. Пастер и Д.И. Менделеев. Можно еще называть сотни людей, но эти оба мне, моему сердцу более милы. Про Л. Пастера я уже писал. Его опыт работы, его подходы к работе следовало бы взять на вооружение, но...

Обратимся к статье "«Проклятие фараонов» в ракетных шахтах и «ячменная баланда»" Сергея Барсова (газета «24 часа», № 43, 1996г.).

"В долине Царей обнаружили гробницу Тутанхамона. Это было в начале 1923г. Экспедиция организована лордом Карнарвоном и археологом Говардом Картером. В гробнице, кроме мумии самого правителя, обнаружили сказочные сокровища. И все было бы прекрасно, но через полтора месяца, в апреле скорострительно скончался лорд Карнарвон и через несколько месяцев последовала смерть археолога Артура Мейса, вытащившего первый камень из замурованного входа в склеп. За ним вскоре умер рентгенолог Арчибальд Рейд, который разрезал бинты на мумии перед ее осмотром.

Симптомы у всех троих усопших были одни и те же: упадок сил, жар, приступы озноба, и, наконец, беспомощность. Медики лишь бессильно разводили руками, будучи не в силах высказать сколько-нибудь обоснованное предположение о причинах быстрой смерти.

К 1929 году преждевременно скончались 29 человек, имевших отношение к захоронению Тутанхамона, причем 17 из них побывали непосредственно в усыпальнице".

Итак, медики разводили руками, но ведь было очевидно, что все эти люди из одной компании, которые побывали в гробнице. Если Л. Пастер был охотником за микробами, то, по-видимому, и в данном случае должен был появиться представитель Пастеровского института и начать поиск причины заболевания.

В России в 1900 году около Рязани произошел загадочный случай, уж точно не имеющий связи с «проклятием фараонов». Цыгане продали овес крестьянам, и сразу начался падеж скота. Пойманные цыгане утверждали, что ничего с овсом не делали. Однако, провели химический анализ зерна. Эксперты в нем не обнаружили ни одного из известных ядов. Продолжаю цитировать:

"Зато они нашли в овсе крошечные крупинки какого-то вещества желто-бурого цвета, напоминающего махорку. Условно названное «цыганским табаком» они оказались весьма токсичными. При введении их в желудок подопытным животным следовала скорая смерть".

Сделано огромной важности открытие, но не доведено до конца. Продолжаю:

"В московской тюрьме «Сухановке» за неделю умерло 47 подсудимых. На это обратили внимание потому, что один из них был начальником НКВД, который должен был стать важным свидетелем. Стали выяснять - отчего погибли. Причины смерти

самые различные - пневмония, сердечная недостаточность. Отравления не обнаружили, но на всякий случай расстреляли двух поваров, которые якобы подсыпали в баланду мышьяк.

Обитателей «Сухановки» кормили баландой из непроваренного ячменя, всю зиму пролежавшего в сыром подвале, но на это никто не захотел обратить внимания".

В 60-х годах в России и в Казахстане началось строительство ракетных комплексов глубокого залегания с командными бункерами. Продолжаю цитировать С. Барсова:

"Вскоре после ввода их в эксплуатацию, независимо от того в каком регионе находился бункер, начали отмечаться странные заболевания у ракетчиков, которые спускались в бункеры на недельное дежурство. Примерно на второй - третий день температура повышалась до 37,5°C, начинались приступы лихорадки, перемежающейся с ознобом, да к тому же сильная головная боль. Приходилось срочно заменять дежурный расчет, что уже само по себе являлось чрезвычайным происшествием. Но и у новой смены повторялись такие же недомогания.

Наверху люди были абсолютно здоровы".

Все, что можно было - было задействовано, чтобы найти причину этого недомогания. Задействованы были все от чекистов до лингвистов, однако гипотезы результатов не дали.

Пробы воздуха, воды, пищевых продуктов - ответа нет. Нестойкие летучие яды, проникающие в систему вентиляции, аллергия на полимеры, изменения изотопного состава воздуха, наличие патогенной микрофлоры - все версии на 100% не подтвердились.

Выход из положения - дежурства сделать не недельными, а суточными. (Не нашлось ни одного последователя Л. Пастера.) Продолжаю:

"Между тем и в «проклятии фараонов», и в остальных случаях действовали одни и те же злоумышленники - микотоксины. Первым их заподозрил южноафриканский врач Джофри Дин (Африканский Л. Пастер! Где же были остальные почти 60 лет? - В.М.), работавший в госпитале в ПортЭлизабет.

Все началось с того, что в октябре 1956г. геолог Джон Уайлз проводил обследование пещер в горах Родезии. Его интересовало, нельзя ли использовать экскременты летучих мышей в качестве удобрений, поскольку в пещерах их скопилось тысячи тонн. Через несколько дней после возвращения из экспедиции Уайлз почувствовал недомогание и боль в мышцах.

Врачебный осмотр дал ничем не примечательный диагноз: пневмония и плеврит. Но предписанное лечение не помогало геологу становилось все хуже, и его направили в госпиталь доктора

Дина. (Следите за проведением исследования. ~ В.М.). Осматривая Уайлза, Дин вспомнил недавнее сообщение (есть, что вспоминать, читает, слушает, запрашивает! ~ В.М.) о том, что армейские врачи (исследование в шахтах проводилось тоже с привлечением наших армейских врачей! - В.М.) столкнулись со сходным случаем в Перуанских Андах, где спелеолог обследовал пещеры инков. Южноафриканский врач отправил анализ крови своего пациента в США. Ответ был однозначным: он болен той же болезнью - гистоплазмозом, который вызывается токсическими грибками, развивающимися в экскрементах летучих мышей, органических отбросах и вообще в гнилой среде. Причем эта болезнь является инфекционной".

Вспомните появление пенициллина и автора его открытия.

Антибиотики спасли жизнь Уайлзу.

Но доктор Дин высказал предположение (продолжаю цитировать): *"Не мог ли гистоплазмоз, называемый «пещерной болезнью» быть причиной «проклятия фараонов»? Ведь в их, захоронениях существовали идеальные условия для токсических микробов."*

В 1963г. доктор Эзердин сотрудник каирского института микробиологии провел пресс-конференцию, на которой дал объяснение «проклятию фараонов» (заканчиваю цитировать С. Барсова).

"В течение нескольких лет ученый наблюдал многих археологов и служащих музеев, страдающих различными заболеваниями. И в организме каждого из них обнаружил микроскопические грибки, вызывающие лихорадку и сильное воспаление дыхательных путей. Эти грибки представляли собой скопище болезнетворных агентов, среди которых был и «пещерный микроб», обитающий в пирамидах, склепах и подземельях. Причем он является заразным, то есть может передаваться от человека к человеку".

Впоследствии выяснилось, что отличной средой для их развития является зерно - пшеница, овес, кукуруза и рис, а также земляные орехи, красная икра, сырокопченая рыба. Активно этот процесс протекает в сырых помещениях, повышенная влажность воздуха способствует образованию на зерне фотогенной плесени, которая вырабатывает микотоксины.

Итак, я привел современный пример поиска причины брака в медицине. Я думаю, что, наверно, до сих пор, не окончено исследование этого грибка, а большинство людей о нем вообще не слышали.

У нас, очевидно, нет возможности определить число жертв от этого грибка, но можно допустить, что оно не такое уж малое.

По-моему, все футболисты мира договорились между собой играть так, чтобы брак в передаче, в пасе, в обводке, и наконец, в ударах по воротам составлял 99%. С 3-х - 5-ти метров не попасть в ворота, профессионалу - это ли не обман зрителей?

А теперь обратимся к ученым. У меня складывается такое же представление и о них. Тысячи нерешенных научных задач, а решенные не доведены до состояния практического их применения. Нет возможности перечислить их, но несколько следует подчеркнуть. Существует самостоятельная медицина всех уровней - от психологов до хирургов, противостоящая или дополнительная официальной медицине и психологии. Мы не можем досконально изучить и обобщить все материалы по одному из главных веществ всего живого - воды.

Еще М. Фарадей говорил, что ученый должен поклоняться только фактам, а не авторитетам. Мы не можем переступить через этот барьер и это приносит колоссальный вред самой науке, любой ее области. Я всегда с горечью вспоминаю Белоусова и того редактора, который не опубликовал его статью. Следовало бы ввести общественный суд над такими редакторами, чтобы все знали их природу - они больше боятся малого «брака» в своем журнале, чем большого брака в добывании истины. Истина прорвется, полагают они, если это действительно истина, но время, время не ждет, топчит. Гибнут люди, загрязняется среда, рождаются уроды, умирают от СПИДа. Ученые должны использовать свой талант, чутье, нюх для добывания истины.

Можно ли как-то облегчить возникающую ситуацию? Можно ли ускорить решение задач, а полученные решения использовать в практической деятельности? Один из подходов заключается в том, что следует искать молодых людей и обучать их специальной профессии - консультанта по решению научных задач, а проще, по А. Кристи - обучать на Кина, Марпл, Пуаро.

Можно решать технологические и научные задачи с помощью эксперта, консультанта. И, наконец, надо узнать пути решения задач, алгоритмы, программы, которые используют наиболее удачливые эксперты, консультанты.

Один из путей решения технологических и научных задач - это предлагаемая книга «От брака до открытия».

Теперь, начав рассматривать любые события, под этим углом зрения, я стал обращать внимание на вещи, которые раньше проходили мимо - незамеченными.

Так, например, в одном из рассказов А. Кристи о мистере Кине приводится такой диалог двух героев:

- Вы знаете, что такое катализ?

- Никогда не слышал о нем. А что это такое?
- Это химическая реакция, осуществление которой зависит от определенного вещества. При этом само это вещество остается без изменений.

- У меня есть друг. Зовут его мистер Кин. Так вот он выполняет зачастую роль катализатора." (А.Кристи, «Человек из моря»).

Я был удивлен, что А. Кристи приводит понятие из химии и по аналогии переносит их на взаимоотношения людей, т.е. в область психологии.

Мысль заработала - перенапряжение водорода на катоде, контактная разность потенциалов, катализ - это ли, как часто говорят, не звенья одной цепи - взаимодействие вещества с поверхностью твердого тела, да еще и с подачей напряжения.

Такой перенос возможен в различных областях науки и техники - из литературы в науку и наоборот. Я бы сказал, что следует копировать аналогии в картотеках и в голове.

Есть уникальные люди - они хранят в памяти сотни анекдотов и при любом случае рассказывает анекдот по аналогии. Это не всегда дает подсказку, но всегда дает уверенность, что не ты первый, на эту тему уже даже анекдот сочинили.

Один из таких уникальных рассказчиков Литвин С.С.

На этих примерах хорошо видна аналогия, и это может позволить ее использовать более полно. Мы ехали в поезде, и я показал 3 старых значка АРИЗ и в шутку предложил троим тризовцам купить их у меня. На что получил анекдот: "Из боя вышли два (тут по тексту должна быть указана национальность, а я скажу просто - человека) - один здоровый, а другой смертельно раненый.

Раненый говорит: - "Я так мучаюсь. Убей меня, нет больше сил".

Здоровый говорит: - "Я бы убил тебя, но у меня нет патрона".

"Так, я тебе продам патрон" - говорит раненый".

Конец неожиданный. И, несмотря на трагичность ситуации рассказа, все хохочут. А мне, как «торговцу» значками, вlepили «защечину». Пришлось значки отдать бесплатно за анекдот.

В компании меня кто-то спросил: "О чем вы сейчас думаете?" Я сказал, что меня занимает мысль о взаимоотношениях двух и трех людей. Представьте себе - двое ведут обсуждение какой-нибудь проблемы. Появляется третий, и ход рассуждений стал иным. Я не говорю хорошим или плохим, но другим. Особенно бросается в глаза, когда двое - мужчина и женщина и появляется третий - мужчина, то...

"А на эту тему тоже есть анекдот." - сказал Литвин и начал рассказ: "Двое на том свете решили скинуться на троих.

Один говорит: "А где третий?",

"Сейчас придёт" – говорит другой.

И действительно, появляется третий. Он, естественно, согласен, даёт деньги и вдруг исчезает. Они купили что надо, открыли и налили. И в этот момент появляется третий. Не успели выпить, как третий опять исчез. Только выпили – третий появляется опять.

"Где ты носишься?" – спрашивают друзья, – "Так ведь нельзя, договорились же!"

"Да, я что, я всегда готов" – говорит третий, – "Но реаниматоры не отпускают!"

За этот анекдот рассказчику был вручен приз.

Безотносительно к анекдотам я опять был сильно огорчен. Только в конце я узнал, кто же преступник в романе А. Кристи «Испытание невиновностью».

Ну, просто огорчен. Как всегда в подобных случаях, когда сам задачу не решил, начинается поиск виновных и различных обстоятельств, не позволивших найти ответ. Конечно, интрига в книге Кристи закручена прекрасно, но у меня не было времени, чтобы не читая дальше, остановиться, подумать, порешать. Хотелось бы быстрее узнать, кто виноват, кто преступник. Вот если бы, я остановился, обдумал, возможно, я бы и нашёл, определил, кто это сделал. Можно себя успокаивать сколь угодно долго, и даже согласиться с самим собой, но сколько раз я наткнулся на привычные вопросы и ответы: вот если бы мне дали современную ЭВМ и другое оборудование и приборы, я бы сделал эту работу и нашёл идею! Если бы мне не мешали и не отвлекали на другие работы, я бы нашёл решение! Вот если бы мне дали штаты – лаборанта и инженера – я бы!...

А ведь ещё Вильгельм Оствальд, один из основателей физической химии, увидев простейшие весы на лабораторном столе Берцелиуса записал: "Мне стало необыкновенно ясно, как мало зависит от прибора и как много зависит от человека, который перед ним сидит".

Баляр открыл бром прямо в аптеке на обычном столе. Либих, который получил неизвестную зловонную жидкость, окрестил её хлористым йодом и не стал её исследовать. Месяц спустя Баляр совершенно случайно нашёл в водорослях новый элемент – бром, оказавшийся той жидкостью, которую получил Либих. Больше такой возможности не представилось и он с досадой сказал: "Не Баляр открыл бром, а бром открыл Баляра".

Д.И. Менделеев, составляя периодическую таблицу, вообще не пользовался никаким оборудованием и приборами.

"Баляр был человек не гордый; - он не горел желанием сделать все открытия в мире, - на его век было вполне достаточно открытия брома, - но он любил ходить и разнюхивать, что делается в других лабораториях." (Поль де Крюи, «Охотники за микробами»[98])

Возможно, я преувеличиваю, но «Охотники за микробами» - это потрясающая книга. В ней, во-первых, показана галерея ученых, - так не похожих друг на друга, и, в то же время, так похожих своей целенаправленностью, своим трудолюбием, и, если хотите, я бы назвал - гениальностью. Это Левенгук, Спалланцани, Луи Пастер, Роберт Кох, Мечников, Теобольд Смит, Ру и Беринг, Давид Брюс, Росс и Грасси, Вальтер Рид и Пауль Эрлих! Даже просто читая эту книгу, можно воодушевиться желанием стать ученым. Помимо всех достоинств, если внимательно читать каждую страницу, можно обнаружить те методы и приемы, которые использовала эта плеяда ученых, для получения истины.

Для дальнейших моих спекуляций мне необходимо привести небольшой отрывок из жизни Л. Пастера [98]. (Я бы обратил внимание на взаимоотношения ученых, решение ими задач, скорость проведения экспериментов.)

"И тут, наконец, Пастер столкнулся с вопросом, которому он рано или поздно должен был посмотреть в лицо.

Это был вопрос старый как мир, звеневший сотни веков в ушах всех мыслителей, и вопрос, доставивший так много тревожных минут Спалланцани сто лет тому назад. Это был очень простой, но в то же время абсолютно неразрешимый вопрос: "Откуда берутся микробы?" (Противоречие: простой - сложный. - В.М.)

- Как это может быть, - спрашивали противники Пастера, - что микробы появляются неизвестно откуда каждый год каждого века, в каждом уголке земного мира для превращения виноградного сока в вино? Откуда берутся эти маленькие существа, окисляющие молоко в каждой кружке от Гренландии до Тимбукту?

Пастер был уверен в том, что дрожжи, палочки и микробы появляются из воздуха; он представлял себе воздух, насыщенным этими невидимыми существами.

Другие «охотники за микробами» доказали уже, что в воздухе имеются зародыши, но Пастер решил это еще раз проверить.

Пастер отчаянно старался найти способ ввести ненагретый воздух в кипяченый дрожжевой бульон, предохранив при этом бульон от попадания живых микроскопических существ. (Противоречие - В.М.).

Итак, как было уже сказано, он страшно метался и нерничал, его аппараты делались все более и более сложными, его опыты все менее ясными и бесспорными.

В один прекрасный день к нему в лабораторию зашел старый профессор Баляр. (Случай! - В.М.) Баляр начал свою карьеру в качестве аптекаря, но был в высшей степени оригинальный и талантливый аптекарь, поразивший ученый мир своим открытием брома, причем это открытие было сделано не в хорошо оборудованной лаборатории, а за простым рецептурным столом в задней комнате аптекарской лавки. Это дало ему славу и карьеру профессора химии в Париже.

- Так вы говорите, что зашли в тупик, что вы не видите способа соединить кипяченый бульон с воздухом так, чтобы туда не попали живые существа! – весело сказал Баляр смущенно смотревшему на него Пастеру.

- Послушайте, мой друг, ведь ни вы, ни я не верим, что микробы могут самостоятельно зарождаться в дрожжевом бульоне. Мы оба знаем, что они попадают или заползают туда вместе с воздушной пылью, не так ли?

- Да, конечно, но...

- Постойте минуточку! - перебил Баляр. - Почему вы не хотите попробовать такую штуку: налейте в колбу бульону, вскипятите его, потом отверстие колбы поставьте в таком положении, чтобы пыль туда никак не могла попасть, а воздух мог бы входить в каком угодно количестве.

- Но как это сделать? - спросил Пастер.

- Очень просто, - ответил ему безвестный ныне Баляр. - Возьмите колбу, налейте в него бульону; затем расплавьте горлышко колбы на паяльной лампе и вытяните его в длинную, тонкую спускающуюся книзу трубку. Придайте трубке такую форму, которую придает лебедь своей шее, когда хочет что-нибудь выловить из воды. А затем... затем нужно только оставить отверстие трубки открытым, вот и все. Получится нечто в таком роде. Баляр быстро сделал набросок. Пастер взглянул и ментально понял все дьявольское остроумие этого простого опыта.

- Значит, микробы не могут попасть в колбу, потому что пылинки на которых они сидят, не могут падать снизу вверх. Это восхитительно! Теперь я все понимаю!

- Вот именно, - улыбнулся Баляр, - попробуйте-ка проделать эту штуку, и вы увидите, что из этого получится.

Затем он распрощался, чтобы продолжить свои плодотворные посещения чужих лабораторий.

Когда Баляр снова к нему зашел, Пастер поспешил ему рассказать о своих успехах.

- Я так и думал, - с улыбкой сказал Баляр."

Л. Пастер доказал откуда берутся микробы, и опроверг теорию самопроизвольного зарождения дрожжевых грибков, плесени, вибрионов и других микроскопических существ.

Этот отрывок заставил меня подумать, поразмышлять над двумя вопросами. Естественно это не происходило так, что я прочел и сразу стал думать. Нет! Это происходило чрезвычайно сложно.

Первый вопрос: "А существует ли самозарождение мысли?" Я не говорю про интуицию, решение, а просто: "Мысль появилась сама?" И второй вопрос: "Много ли Баляров среди ученых?"

Можно предположить, что сама по себе мысль, идея вряд ли зародится. По аналогии с микробами, можно утверждать, что нужен бульон и воздух, в котором " витают " идеи, то есть, как говорят, "идеи витают в воздухе". Нужна готовность к встрече идеи и нужна обширная информация. Именно поэтому важно много читать, даже то, что не хочется, не радует, не так написано, не тот автор ...

Надо использовать любую возможность общения - школы, семинары, съезды, TV.

Надо, наконец, смело браться за задачи и как говорит А. Кристи: "Это вынуждает яростно думать, разве не так?" («Часы»).

Отвечая на второй вопрос, я хочу сказать, что мир ученых чрезвычайно многообразен - в нем есть самые разнообразные отношения между учеными - от самопожертвования до желания «съесть» противника.

Этология объясняет многое. Но так не хотелось бы, чтобы это объяснение было верным.

Я не буду ссылаться на Конрада Ленца «Агрессия» и Дэвиса «Эгоистический ген», а опять приведу несколько фраз из А. Кристи. Они, как мне представляется, более красочно отражают ситуации.

"Да, - в подсознании таятся и еще более странные явления. Страсть к могуществу и власти, страсть к жестокости, дикое желание причинять физическое страдание жертве - не наследие ли это прошлого, наших диких инстинктов, нашей глубинной памяти, атавизма, так сказать?"

Мы, правда, захлопываем перед ними дверь, не допускаем эти проявления в нашу сознательную жизнь, но иногда они настолько сильны, что прорываются наружу. Ревность и чувство собственности - рудиментарные, глубоко заложенные свойства человека.

У него только одни идеалы, а основаны они, скорее всего, на безграничной лени. Ведь воспринимать всех людей вокруг себя

как милые создания, а мир как приятное местечко для времяпровождения - это, наверное, самый простой способ жить и выжить. Подобным своим отношением он совершенно отгородился от понимания того, какие люди на самом деле". («Естественный исход»)

И, наконец, фраза, которая иногда подразумевается некоторыми учеными, хотя в действительности это не так.

"Я не мастер, я - гений - произнес коротышка со скромной улыбкой". (А. Кристи, там же)

Заканчивая параграф о профессионализме, мне, во-первых, хотелось бы сказать - не забывайте об учителях и соавторах. Термин «не забывайте» может рассматриваться так же чрезвычайно широко - просто от воспоминания и произношения тостов, во здравие до истинного соавторства. Вспомните о безвестном ныне Баляре, о профессорах, которые помогали аспиранту Фейнману, об отношениях Либиха и Берцелиуса.

Если бы мы помнили и управляли своими инстинктами, то очевидно, что все наши обсуждения при добывании истин, обмен мнениями и выступления могли бы протекать более плодотворно.

И второе - существуют различные уровни, сферы, назовите как хотите, понимания. И когда я что-то объясняю слушателям, а мне задают вопрос, который, на мой взгляд свидетельствует о том, что слушатель ни бельмеса не понимает, и мне хочется ему об этом сказать, как-то возразить - я стараюсь, хочу так думать, спокойно ответить на неясный вопрос. Но и, когда я задаю вопросы, мне также дают ответ и, очевидно, думают, что ответили весьма спокойно и корректно, но, несомненно, часто бывает и наоборот.

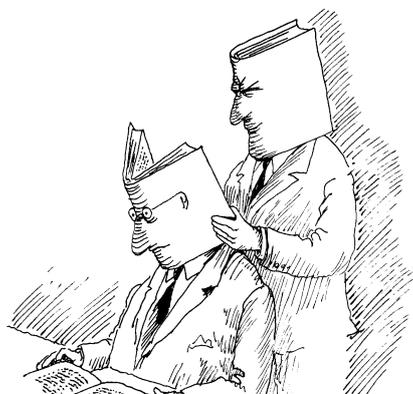
Из рукописей Капицы:

"Жизнь подобна карточной игре в которую ты играешь, не зная правил.

Наука должна быть веселой, увлекательной и простой, такими должны быть и ученые".

*Хоть у века дорога крута
Но неволью по ней мы влекомы;
Нас могла бы спасти доброта,
Только мы очень мало знакомы*

Игорь Губерман [146]



ГЛАВА 29. КАК МОЖНО ДЕЛАТЬ ОТКРЫТИЯ

Ограничиваться только теми вопросами, ответ на которые вы действительно хотите получить - совсем не плохая привычка. Другая глава книги, которую я никогда не напишу, была бы посвящена инструкции, как лучше всего получить необходимую информацию.

Беда в том, что мы не знаем, сколько времени у нас в запасе. Месяц, неделя или день, а, может быть, час. Убийство будет рассматриваться с разных сторон и разных точек зрения. Всем им придется отвечать на вопросы.

Р. Стаут («Лоеушка для матери»).

Известные открытия - это кладезь приемов для выдвижения гипотез. Обычно, когда описывают какое-либо открытие, сделанное человеком для себя, его можно представить в двух ипостасях - первое, показать путь по которому он шел к открытию, и второе - просто описать само открытие, даже не упоминая о тех трудностях, путях, приемах, с которыми пришлось столкнуться исследователю.

Мне предпочтителен первый вариант, так как он более наглядно показывает, как же удалось найти нечто, а это, в свою очередь, может оказать влияние на читающего, и даже породить желание попробовать самому сделать открытие .

Мы иногда усмехаемся, когда говорят: "Он что видит, о том и поет"! - это о чабанах, пасущих стада. Однако, я многократно наблюдал, как маленькие ребяташки, посмотрев телевизионную пе-

редачу, начинают сразу играть в ту игру или ситуацию, которую только что видели. Это, например, передача Кусто о подводном мире - мой внук одевает ласты, маску и «плавает», ползает по ковру. Это же относится и к войне, танкам, индейцам и т.д.

Полагают, что у взрослых такого обезьянничанья нет, но это не так - эти инстинкты сохранились и в нас, только у одних они развиты сильнее, а у других слабее. Конечно, многое зависит от силы воздействия автора передачи, будь это режиссер или писатель. Конечно, например, жизнь Пастера и его деятельность привлекла многих молодых людей в науку, а жизнь Суворова, Жукова - в военную область деятельности, но нам следует привлечь молодежь не просто в научную деятельность, и именно в такую, чтобы быстрее отыскивать причины несовершенства, брака, который присутствует везде - в технике, в животном и растительном мире, в человеке.

Несмотря на определенное довольство собой: удалось кое-что сделать, написать и даже несколько работ опубликовать, меня все время не покидает чувство неудовлетворенности и ощущение незавершенности работы. Когда что-то сделаешь, самому себе очень нравится содеянное, но по прошествии нескольких дней удовлетворение улетучивается и остается какой-то осадок, который в дальнейшем растет и достигает таких размеров, что начинает давить и заставлять думать и ставить вопросы. В чем дело? Чем ты не доволен? Что не так?

Я вообще-то не смог привыкнуть к тому, чтобы не поражаться каким-то проблескам новых мыслей, идей. Составляя «ноты», в которых первой была *Ди* - диссимметрия, я вдруг обнаружил, что все остальные «ноты» диссимметричны, и поэтому назвал *Ди* ключом (см. гл. 21). Прошло немного времени, и я для себя вывел три приема - постулат по Твайману, перенапряжение по Тафелю и снятие возбуждения по Расселу и захотел посмотреть возможность перехода L-изомеров в D и наоборот. При этом я мгновенно оценил первые два приема и выдвинул гипотезу, «забыв», как обычно, про Рассела.

Действительно, исследуя влажное окисление кремния, мы установили, что с поверхности происходит эмиссия атомарного водорода, образующего на короткое время H_2^* , которая может либо распаться на H+H, либо, отдав избыточную энергию третьей частице, превратиться в H_2 .

Никто мне не мешает выдвинуть гипотезу о том, что L и D - молекулы, имеющие на самом деле неравные энергии, могут сблизиться и как бы образовать возбужденную молекулу (LD)* на короткое время, и в этой ситуации, если появится или имеется некая

частица, то она может взять на себя избыток энергии, передав затем ее либо в виде кванта света, либо тепла, а $(LD)^* \rightarrow (LL) > DD$. Еще раз подчеркиваю, что это гипотеза.

Прошло еще несколько дней и мне вдруг захотелось посмотреть книгу «Открытия советских ученых» [116], посмотреть под углом зрения, нет ли открытий, в которых бы просматривались три приема, о которых я уже упоминал, а, может быть, есть что-нибудь о зарождении жизни?

Читая подряд открытие за открытием из разных областей науки, я вдруг сообразил, что постулат о диссимметрии, который я вывел для себя на основе эффекта Тваймана, это первый кирпичик в здании, которое желательно и даже необходимо строить, чтобы правильно начать программу выдвижения гипотез при решении научных задач.

Рассмотрим два открытия.

Открытие N 129. *"Установлено неизвестное ранее явление изменения химического состава подземных вод, связанное с землетрясением, заключающееся в том, что в периоды, предшествующие землетрясению, а также в процессе землетрясения в подземных водах, территориально связанных с эпицентральной зоной, возрастает концентрация микрокомпонентов - благородных газов (радон, гелий, аргон), соединений фтора, урана и изменяется их изотопный состав."*

Прежде чем привести описание открытия №N109, несколько слов о королевской примуле, быстрый рост которой подсказал Е. Г. Коновалову идею.

"До сих пор ученые не могли объяснить, почему королевская примула цветет перед землетрясением. Этот цветок растет на острове Ява. Для местных жителей он служит прибором, предсказывающим приближение беды. Е.Г. Коновалов считает, что мощным толчкам земной коры предшествуют слабые колебания разных частот, в том числе ультразвуковые. Они и ускоряют движение питательных соков по капиллярам растения, интенсифицируют процесс обмена веществ, и цветок расцветает."

Открытие N 109. *"Экспериментально установлено неизвестное ранее явление аномального увеличения (в десятки раз) скорости движения и высоты подъема жидкости в капиллярах при непосредственном воздействии ультразвука и возрастание их с повышением температуры."*

Оба открытия связаны с землетрясением. В главе 8 "Принципы компенсации и эквивалентности" я показал, что открытие NN№109 может быть и инвертировано, то есть жидкость в капилляре может

и опускаться под действием ультразвука. К чему это может привести? Можно ли оба открытия объединить и получить новую информацию? Очевидно, под действием ультразвука должен изменяться состав подземных вод - за счет растворимости, концентрации, температуры и т.д.

Концентрация примесей может изменяться и где-то может происходить их осаждение. Как влияют на воду электрические и магнитные поля земли, магнитные бури и т.д.? Отметим, что оба открытия объясняют брак - то есть то, что происходит при отклонении от режима нормального состояния поверхности земли. Это же относится и к следующему открытию - брак возникает при строительных работах - рытье траншей, котлованов и т.п.

Открытие N 91. *"Установлено неизвестное ранее явление образования истинных пывунов, заключающееся в том, что в водонасыщенной дисперсной породе происходит накопление в виде пузырьков газообразных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, которые вызывают избыточное давление в жидкой фазе породы, являющееся энергетическим фактором ее подвижности."*

Итак, микроорганизмы в песке, на значительной глубине живут и процветают. Не является ли эта информация подсказкой для превращения молекулы L в D?

"Путем многочисленных экспериментов В.В. Родина, автор открытия, установила, что в истинных пывунах живут микробы. Продукты их жизнедеятельности - слизь и газ - насыщают грунт, как бы накачивают его. Давление газа в объеме грунта возрастает, он раздувается, словно воздушный шар. Когда пывун на глубине зажат горной породой, двигаться ему некуда. Но как только его коснулась выработка он начинает двигаться в пространстве котлована с довольно большой скоростью."

Очень жалко, что автор открытия не посмотрел, что же это за микробы и какие у них нуклеотиды L или D, чем они питаются и т.д.

Очевидно, во всех приведенных открытиях просматриваются диссимметрия и перенапряжения.

А теперь вернемся к эффекту Тваймана. Сколько лет я о нем знаю, но не появилось ни одной мысли по поводу возможности образования еще одного или даже нескольких явлений или эффектов. Действительно, в пластинке кремния (а это монокристалл) под действием сил поверхностного натяжения происходит деформация - изгиб. Что такое изгиб? Это можно представить как растяжение одной части пластинки и сжатие другой. Конечно, это небольшие давления сжатия и растяжения, но и они приводят к изменению расстояния между атомами в кристалле, причем присутствуют од-

новременно. Свойства такой пластинки с точки зрения атомных расстояний противоположны.

Поставим вопрос - а как будет протекать процесс прохождения и поглощения света, а лучше сказать электромагнитного излучения с различной частотой? Возможно, появится поляризация света, увеличится рассеяние и т.д.

Какое взаимодействие будет со звуком, ультразвуком? Как будут изменяться полупроводниковые свойства от деформации пластинки? Какое будет электрическое сопротивление, диэлектрическая постоянная, время жизни носителей заряда в объеме и т.д.?

Короче говоря, можно было бы посмотреть экспериментально или рассчитать теоретически взаимодействие деформированной пластинки $F = \sigma_1 + \sigma_2$ с различными веществами и полями. Это уже второй шаг, если считать первым обнаружение самого эффекта. Ну а третий шаг - это исследование не двух - изгиб и луч света, а трех, четырех, пяти и т.д. взаимодействий не только с деформацией, но и со всеми воздействующими компонентами, например, деформация, прохождение света и прохождение электрического тока - измерение стрелы прогиба, поглощения и рассеяния света, измерение электрического тока, падения напряжения и т.д.

По-видимому, можно сказать: "Ищите диссимметрии и взаимодействия между ними. Это поможет выдвигать гипотезы."

Если же быть более точным, то, по-видимому, воздействия должны быть рассмотрены с точки зрения принципа ТРИЗ «моно-би-поли- полиразные». Имея эффект с одним (моно) воздействием, следует использовать второе воздействие, много одинаковых воздействий и много разных воздействий. Очевидно, все воздействия будут неравными, диссимметричными. Следует рассмотреть результат влияния каждого воздействия на выбранный параметр и влияния воздействий друг на друга, как при нормальных условиях окружающей среды, так и при изменении температуры, давления, влажности и т.д.

На рис. 55а. представлена схема эффекта Тваймана с указанием других воздействий.

Хотелось бы отметить, что при обнаружении нового эффекта желательно просмотреть, нет ли возможности использовать этот эффект для измерения каких-либо физико-химических параметров. Например, на рис.55б приведены две зависимости стрелы прогиба при разной обработке двух сторон пластин для кремния и германия, одинакового диаметра. Что можно было бы определить из этих зависимостей? Читая сборник открытий, я обнаружил в нем открытие NN№116, которое указывает на то обстоятельство, что, возмож-

но, уже существуют катоды с низким перенапряжением, хотя об этом ничего не говорится. Тем не менее, связь между окислением катода и перенапряжением просматривается.

Открытие Н.Д. Томашова и Г.П. Черновой зарегистрировано под № N116 с приоритетом от 4 мая 1948 г. Формула открытия такова: "Установлено неизвестное ранее явление самопассивирования и резкого торможения электрического растворения металлов, например, железа, титана, хрома и сплавов на их основе, при их легировании электроположительными металлами с низким катодным перенапряжением - палладием, платиной, рутением и другими металлами, обусловленное увеличением скорости катодного процесса и смещением потенциала сплава в пассивную область."

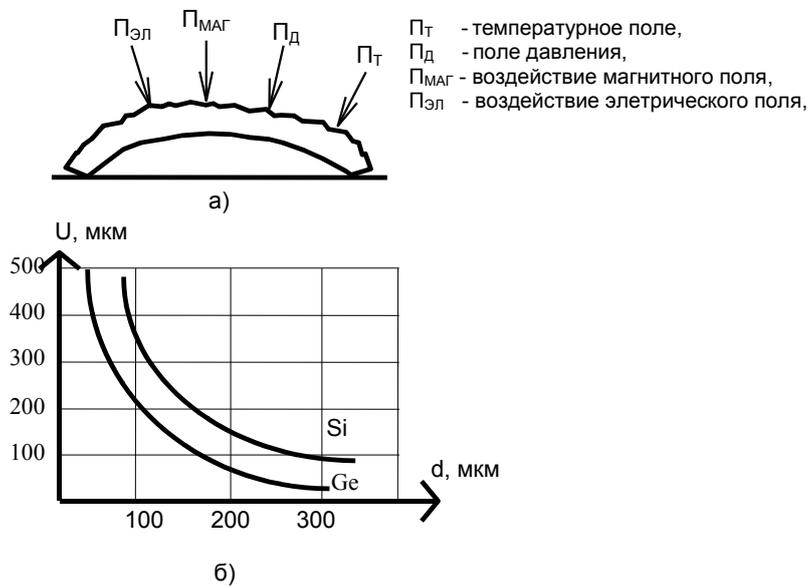


Рис. 55. (а) - Эффект Тваймана с воздействиями.
 (б) - Зависимость стрелы прогиба пластин (U) для кремния (Si) и германия (Ge) от толщины пластин.

Жалко, что авторы не отметили, как эти сплавы ведут себя в электрохимической ячейке в качестве катода. Они просто говорят, что: "...легирующая добавка воздействует на катодный процесс (например, на выделение водорода) - смещает потенциал металла

к более положительным значениям, при которых основа сплава приходит в пассивное состояние."

Очевидно, в этом открытии используется диссимметрия, снижение перенапряжения и применение малых добавок с известными свойствами. Это, конечно, не добавки такой концентрации как в полупроводниках (10^{-3} - $10^{-5}\%$), но все же 0,1-0,5% - это тоже можно считать малыми добавками.

Рассмотрим еще несколько интересных для нас открытий.

Открытие N 125. *"Экспериментально установлено ранее неизвестное явление, заключающееся в том, что в результате прохождения ударной волны через мономеры, находящиеся в конденсированной фазе, происходит образование полимеров, характеристики которых зависят от амплитуды ударной волны.*

Сущность открытия сводится к тому, что под действием ударной волны происходит объединение простых молекул с образованием длинных полимерных цепей, состоящих из тысяч и десятков тысяч звеньев.

Единственной известной реакцией органических веществ под действием ударной волны была термическая деструкция молекул взрывчатого вещества, при которой происходит разложение сложных органических молекул на простые соединения и атомы. В данном случае возникает процесс диаметрально противоположный. Под действием ударной волны происходит не разложение, а синтез в процессе которого из относительно простых органических молекул образуются сложные органические соединения, отличающиеся регулярностью структуры.

Открытое явление проливает свет на возможные химические реакции синтеза в недрах Земли при распространении ударных волн, вызванных тектонической деятельностью. Недавно обнаружено превращение аминокислот в простейшие белковые звенья - полипептиды - в результате ударного сжатия, которое свидетельствует о том, что ударные волны, возникающие при ударе крупных метеоритов о земную поверхность могли быть одной из причин возникновения первых простейших белковых звеньев на Земле. Это очень важно для понимания биологической эволюции".

Несомненно, прекрасное открытие, жалко только, что авторы не посмотрели возможно ли таким образом превращать изомеры L в D.

А вот в следующем открытии №N110 этому уже уделено внимание. Открытие так сложно сформулировано, что я сначала его опишу, а затем приведу авторскую формулу.

"В органической химии известны своего рода левые и правые соединения атомов, в которых, казалось бы, и соединены атомы в одинаковой последовательности, и состав у веществ один, а свойства разные. На основе углерода такие соединения устойчивы, но есть и такие, как например, производные аммиака, которые непрерывно переходят из левого в правое состояние и обратно, то есть отличаются неустойчивой конфигурацией.

Перед наукой стояла задача выяснить, можно ли получить соединения трехвалентного азота с устойчивой конфигурацией, т.е. возможно ли выделить одну из форм соединения - правую или левую. Непреложным фактом считалось, что в любых соединениях, содержащих трехвалентный азот, непременно происходит так называемое выворачивание молекулы. Речь идет о своеобразных ее колебаниях, достигающих фантастической частоты (именно на этом принципе основано действие точных молекулярных часов, заряженных аммиаком). Это явление именуется инверсией азота. Объясняя его механизм, химики сравнивали наблюдаемый процесс с зонтом, который при сильном ветре то выворачивается наизнанку, то возвращается в раскрытое положение"(рис. 56).

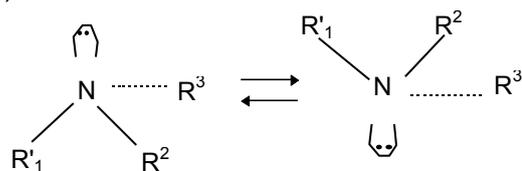


Рис. 56. Пространственное строение соединения азота.
N - неподелённая пара электронов,
R¹, R², R³ - заместители.

Несколько слов об азоте [117].

"Известно, что атом азота также имеет тетраэдрическую конфигурацию, как и атом углерода, только в четвертой вершине тетраэдра находится не заместитель, а неподеленная пара электронов.

Речь идет о том, что у азота два электрона на s оболочке и три на k оболочке. Три электрона участвуют в образовании NH связи, а два - неподеленные.

Однако это, казалось бы, не очень существенное обстоятельство имеет далеко идущие последствия: пирамида азота легко выворачивается наизнанку, как говорят, инвертируется, в результате чего молекула амина, имеющая три заместителя,

превращается в энантиомерную. (см. рис.56. Любая хиральная молекула, по определению, должна иметь пару, зеркальный антипод. Такую пару молекул называют энантиомерами. Они являются оптическими изомерами. - В.М.)

Барьер инверсии атома азота обычно невелик (25-40 кДж/моль), уже при комнатной температуре инверсия идет очень быстро, поэтому разделить энантиомерные молекулы не удастся".

Теперь вернемся к открытию.

"Открытие внесло существенные коррективы в общепринятое представление об этом явлении. Заменяя атомы водорода в структуре молекулы аммиака NH_3 (рис.57) различными химическими группами, ученые впервые успокоили ее.

Практически, прекращением инверсии удалось опровергнуть существующую аксиому. Иными словами, найдены определенные условия, при которых молекулярные часы останавливаются.

Стало очевидно, что инверсия исследованных молекул, вызываемая их неустойчивостью, вовсе не является неизбежной. У соединений, включающих трехвалентный азот, впервые появились изомеры, в том числе оптически активные".

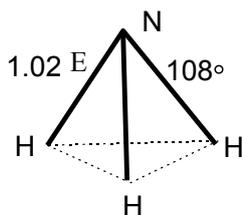


Рис. 57. Пространственное строение молекулы аммиака.

Открытие №110. *"Экспериментально установлено неизвестное ранее явление конфигурационной стабильности трехвалентного азота в немостиковых структурах на примере этиленаминов, проявляющееся в существовании стабильных при нормальных условиях стерео- и оптических изомеров."*

При знакомстве с этим открытием возникает несколько вопросов. Первый - аммиак вечный двигатель? Откуда он берет энергию на колебания с фантастической частотой? Каков механизм инверсии азота?

Механизм объяснили Р. Сиджвик и Пауэлл и детально разработал Р. Гиллеспи. *"Их основной постулат гласит, что электронные пары принимают такое расположение на валентной оболочке атома, при котором они максимально удалены друг от друга.*

Речь идет как о парах электронов связи, так и о неподеленных электронных парах. Отталкиваясь друг от друга, они стремятся разбежаться, и их поведение, а, значит и форму молекулы, можно моделировать точечными зарядами на поверхности сферы”.

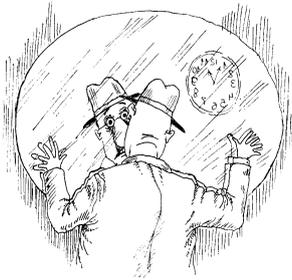
Итак, молекулы аммиака, взаимодействуя атомами азота, которые отрицательны, отталкиваются так, что происходит их выворачивание. Возможно, такой подход можно использовать и для других молекул, которые должны переходить из L в D и наоборот, надо только их привести в более близкое состояние, преодолев силы отталкивания.

Заканчивая этот параграф, можно сделать выводы:

- при решении научных задач следует искать диссимметрии и взаимодействие между ними,
- из каждого исследования следует «отлавливать» те приемы, которые вы сами обнаружите.

*Сегодня, столь же, сколь вчера,
Земля полна пиров и казней.
Зло обаятельней добра
И гибче, и разнообразней.*

Игорь Губерман [44]



ГЛАВА 30. ОЧЕРЕДНАЯ ГИПОТЕЗА О ТАЙНЕ Л. ПАСТЕРА

*Как мир меняется!
И как я сам меня-
юсь!*

Н. Заблоцкий.

Я читаю одну и ту же книгу, статью несколько раз, с промежутком в несколько месяцев и начинаю понимать значительно больше, чем понимал ранее. Это же относится и к привычным понятиям. Меня очень интересует вопрос нарушения зеркальной симметрии, возникновения жизни.

Могут сказать - ведь этим вопросом занимались крупные ученые и все же картина осталась достаточно туманной. Куда уж тебе, технологу, лезть? А все же охота попробовать! Я много на эту тему думал и начал писать этот параграф, даже не назвав его. В процессе написания я читал, думал, записывал и поэтому он не образует законченного сюжета, а скорее представляет наброски, впечатления и в конце идею, гипотезу, которую я хочу найти.

ИКР в технике - это идеальный конечный результат. Пусть техническая система сама дополнительно выполняет некую функцию без ухудшения выполнения других функций. Что же кроется под этим термином? Я должен придумать нечто - либо конструктивно, либо энергетически, чтобы это действие вынуждено выполнялось.

С этой точки зрения эффект Тваймана на пластине из стекла, кремния и т.д. осуществляется идеально - пластинки сами изгибаются, деформируются, если у них разная обработка поверхностей, большой диаметр и малая толщина:

$$L \approx 2\pi R \Delta\sigma / d,$$

где L - прогиб, d - толщина, $\Delta\sigma = \sigma_1 \pm \sigma_2$

Выше уже говорилось, что L прямо пропорционально $\Delta\sigma$. Я уже писал, что мембраны клетки, имеющую малую толщину и разные заряды по обе стороны мембраны, должны подчиняться постулату о диссимметрии. Т.о. все мембраны в клетке следует рассматривать как идеальные с точки зрения их колебания. Они сами вынуждены колебаться - сжиматься и растягиваться.

Приведем пример из [118].

"Во всех изученных плазматических мембранах две половины бислоя поразительно различаются по липидному составу. Например, в мембране эритроцитов человека большинство липидных молекул оканчивается холином $(\text{CH}_3)_3\text{N}^+\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$, т.е. фосфатидилхолин и сфингомиелин, располагаются во внешней половине бислоя, а основная часть фосфолипидов, несущих на конце аминогруппу (фосфатидилэтанолламин и фосфатидилсерин) - во внутренней. «Хвосты» жирных кислот, входящих в состав фосфатидилхолина и сфингомиелина более насыщены, чем те, которые находятся в составе фосфатидилэтанолламина и фосфатидилсерина. В связи с этим асимметрия в распределении полярных «голов» сопровождается асимметрией распределения углеводородных «хвостов».

Это может привести к тому, что текучесть внутреннего монослоя будет несколько больше, чем внешнего. Известно также, что отрицательно заряженный фосфатидилсерин локализован во внутренней половине бислоя, следовательно, две стороны бислоя существенно различаются и по заряду. Большинство мембран эукариотических клеток, включая плазматическую мембрану, синтезируются в эндоплазматическом ретикулуме. Это значит, что асимметрия в распределении фосфолипидов является следствием работы транслокаторов фосфолипидов из одного монослоя в другой.

Несмотря на то, что функциональный смысл асимметричного распределения липидов во многом непонятен, показано, что существуют мембранносвязанные ферменты, использующие этот «феномен»". Я считаю, что этот «феномен» приводит к деформации мембраны - за счет разности или суммы сил поверхностного натяжения с обеих ее сторон. Отметим, что асимметрия зарядов Na^+ и K^+ также должна приводить к деформации мембраны. А это, в свою очередь, может влиять на ее проницаемость.

Если посмотреть «Молекулярную биологию клетки» [118], то мы почти на каждой странице встречаемся с описанием процессов, где авторы говорят о том, что клетка сама начинает делиться, РНК сама вырезает из себя некоторые фрагменты, а затем остатки сшивает.

Что же Природа придумала такое, что так ловко все живые организмы используют ИКР? Конечно, есть много конструкторских и других удивительных решений, например, вход и выход молекул через мембрану ядра клетки, но, очевидно, есть еще что-то, что заставляет атомы, ионы собираться в молекулы с левой и правой плоскостью вращения поляризации. Более того, правые все - сахара и ДНК, а левые - аминокислоты. Это «что-то» вынуждает молекулы белков принимать форму различной конформации, вынуждает ДНК (она всегда несет отрицательный заряд) закручиваться в спираль и хранить многочисленную информацию и не только хранить, но и передавать РНК, а РНК - формировать белки. А что происходит в клетках, в цитоплазме, в ядре и т.д.? Это тысячи реакций, которые протекают с высокой точностью, как утверждают, с точностью немецкого железнодорожного ведомства, в котором поезда двигаются - отходят и приходят - с точностью до секунды. Чтобы удовлетворить любопытство об устройстве клетки, можно было бы порекомендовать читателю прочесть 3 тома «Молекулярной биологии клетки». Но и этого мало - существует громадный архив накопленной информации, который ежесекундно пополняется публикациями сотен журналов в различных странах мира в области строения и функционирования живого. Я написал "мало" для чего? Для того, чтобы получить ответ: что заставляет живое быть живым? Где кнопка жизни? Как произошло первое деление клетки и т.д. и т.п.? Ни в коем случае не претендуя на полноту изложения или даже правдивость утверждения, что только так можно ответить на поставленные вопросы, я рискну сделать попытку представить свой взгляд и подход к этой проблеме как к отдельным небольшим проблемам.

Как-то так сложилось, что мне пришлось заниматься некоторыми вопросами, которые, как мне представляется, могут быть привлечены для объяснения возникновения живого. Это - эффект Тваймана, эффект Рассела, омагниченная вода, перенапряжение водорода на катоде, решение научных задач (в части выдвижения гипотез с использованием и углублением понятий из теории решения изобретательских задач - ТРИЗ Г.С. Альтшуллера). Это ИКР - идеальное конечное решение, противоположный эксперимент, законы развития ТС, ресурсы в системе и надсистемах, противоречие и принципы эквивалентности и компенсации.

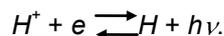
Фактически все эти вопросы изложены выше, а сейчас я изложу их под другим углом зрения.

Из эффекта Тваймана я вывел диссимметрию (асимметрию) и принял следующий постулат: там где есть диссимметрия - процесс может пойти самопроизвольно. Это диффузия, осмос, ток, на-

пряжение и т.д. Очевидно, если диссимметрия изменяется непрерывно, то и самопроизвольный процесс также меняется. Пример из биологии приведен выше. Этот эффект мог способствовать возникновению живого.

Еще раз хочу подчеркнуть, как я понимаю диссимметрию, асимметрию, хиральность. Это, по-моему, неравенство во всех своих выражениях. Это неравенство масс ядра протона и электрона; это неравенство сил поверхностного натяжения на разных сторонах пластинки кремния (стекла); это неравенство давлений, температур и т.д. Поэтому дальше я буду прибегать к термину «неравенство».

Из эффекта Рассела следует, что атомарный водород при соединении с другим H , образует возбужденную молекулу H_2 , которая при отдаче энергии другому - третьему атому, например ртути, сама переходит в H_2 , а энергия возбуждает атом ртути. Эта энергия возбуждения атома ртути затем излучается в виде электромагнитного излучения, превращая ион ртути в нейтральный. Энергия образования H_2 из H_2^* составляет порядка 4эВ. Аналогично ведут себя атомы кислорода и азота. В живом организме все три элемента - H , O , N - присутствуют в достаточном количестве, в частности, в виде ионов H^+ , O^+ , N^+ . При образовании H^+ из H *затрачивается* энергия, а при образовании H из H^+ *выделяется*, причем она не такая маленькая - ее величина порядка 13 эВ. Этот процесс можно представить формулой:



Мне представляется, что эта энергия, выделяющаяся при образовании H , O и N должна использоваться в живом организме. Отметим, что при фотосинтезе, растения выделяют молекулярный водород. А на что же тратится энергия образования H_2 из H_2^* ?

Исследуя омагниченную воду с помощью семи «нот», мы пришли к выводу о том, что в магнитном поле вода насыщается атомарным кислородом за счет явления кавитации, которое должно разрушать молекулы воды. Это разрушение зависит от предела прочности воды, а прочность зависит от концентрации в воде газов и изменяется на много порядков. Если живое состоит из 70-80% воды, то, по-видимому, можно предположить, что отдельные участки тела имеют различную прочность из-за разной прочности воды и между этими участками могут протекать самопроизвольные процессы диффузии ионов, атомов, молекул.

Не могут ли возникать двойные электрические слои между жидкостями с разными ϵ , с разными концентрациями H^+ и OH^- ? Так, ДНК имеет отрицательный заряд, а цитоплазма, в которой она на-

ходится? А гистон, на котором располагается ДНК? Нет ли в живом органических полупроводников?

Какие выводы можно было бы сделать из главы 26 («Перенапряжение водорода на катоде»)?

а) Самый важный - чистая поверхность металлов в воде и на воздухе самоокисляется. Этот процесс зависит от энергии Гиббса.

б) Построенные зависимости приведены на рис.46. Они прекрасны, т.к. все они отрицательны, и процесс идет без затраты энергии.

в) Изменение ΔG_0 для окислов соответствует элементам в таблице Д.И. Менделеева с определенной тенденцией: два пика и провал.

г) Если все процессы, протекающие в живых организмах, окислительно-восстановительные, с участием ферментов и т.п., то нельзя ли по аналогии с табл.3 (к рис. 46) построить таблицу для всех сахаров, нуклеотидов и т.д. и график их зависимость от G_0 ? Очевидно, речь идет о тех участках молекул, которые непосредственно принимают участие в реакциях. Тогда, возможно, удалось бы увидеть, какие процессы, кроме тех, которые уже известны, протекают самопроизвольно, идеально. А по ним, возможно, удастся проследить, каким образом самообразовались первичные нуклеотиды. Мне представляется, что можно было бы составить таблицу типа периодической таблицы Д.И. Менделеева, взяв за основу массу молекул и энергию G_0 .

Все ли реакции протекают только в контакте между поверхностями молекул? Нет ли явлений, протекающих подобно окислению металлов, т.е. связанных с работой выхода электронов из молекул, образованием термпар, источников тока и напряжений? Как ведет себя ДНК в сжатом и спиральном виде?

Если рассмотреть ДНК и гистон с позиций ЗПЧС (считая их *рабочими органами* полной системы, как показано на рис. 58), то можно ли указать, что является и где находятся остальные элементы схемы? Возможно, все они содержатся в самих ДНК и гистоне. В любом случае обязан выполняться закон энергетической и информационной проводимости, но энергия может передаваться не только объемом, как по трубам, но и по поверхности молекул.

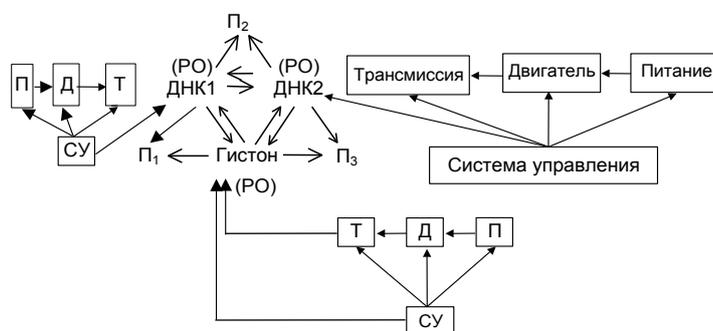


Рис. 58. Вепольная схема ДНК, совмещённая со схемами ЗПЧС.

(ДНК1 и ДНК2 - нити ДНК, гистон – основание, на котором расположено ДНК; П₁, П₂, П₃ – некие поля, возникающие от взаимодействия ДНК₁ и ДНК₂; ДНК₁ - гистон; ДНК₂ - гистон).

Во многих работах, начиная от Л. Пастера, обсуждается вопрос, о том, как произошло разделение рацемической смеси молекул на *L* и *D*. Однако можно предположить, что такого разделения не было, а была иная картина. Мы привыкли рассматривать все эти процессы последовательно, но вполне возможно, что они шли параллельно последовательно.

Грубо можно представить такую аналогию, подсмотренную на рисунке, нанесенном на стекло.

Показан кустик земляники, на котором есть листики, цветочки, ягодки и бутончики - то есть весь цикл образования ягодки приведен в развернутом виде.

Можно привести и более сложную аналогию - представить себе, что из песка на берегу моря изготавливают кремний, на котором после изготовления слитка последовательно и параллельно изготавливают интегральную схему.

Если в начале есть пластинка и ее окисляют, то в то же время идут операции фотолитографии, травления, диффузии, наконец, одновременно идет сборка кристаллов в корпуса и испытания приборов. Очевидно, это фантастика, но в Природе, вполне возможно, так шло образование молекул, биостимуляторов, сахаров и т.д. И все время происходили реакции, вынужденные, идеальные, самоорганизующиеся без затраты энергии, либо с передачей энергии одних молекул другим определенными порциями и, наконец, произошло образование отрезка ДНК

"Нуклеотидные последовательности, называемые плазмидами и транспозонами: у них нет белковой оболочки, и потому они

могут реплицировать только в одной единственной клетке или в ее потомстве. Еще более примитивны некоторые последовательности ДНК, которые можно предположительно рассматривать как мобильные генетические элементы на том основании, что в хромосомах клеток они встречаются во многих копиях, однако эти последовательности перемещаются или размножаются столь редко, что трудно решить, представляют ли они собой отдельные генетические элементы.

Возможно, что первые РНК плазмиды напоминали собой вириды, встречающиеся в некоторых растительных клетках. Эти небольшие кольцевые молекулы РНК (не более 300-400 нуклеотидов) размножаются, хотя они и не кодируют никаких белков. Не имея капсида, вириды существуют лишь как голые молекулы РНК и переходят от растения к растению только в том случае, когда и донорная клетка, и клетка - реципиент оказываются поврежденными, т.е. когда между ними не существует мембранного барьера, который вириод не способен преодолеть". [118].

Самое главное - они размножаются!

Одновременно образовывались пузырьки с мембранами, белки, нуклеиновые кислоты и т.д. И все это вынужденно!

Для этих образований должны произойти ослабление и разрыв молекулярных связей и формирование новых молекул. Я предполагаю, что на эти процессы влияют диэлектрическая постоянная воды, гравитационные и магнитные поля земли, электромагнитные излучения и магнитные бури.

Далее, у меня возникает вопрос: "Что происходит в живых организмах с квантами света, если они возникают в переходах электронов при образовании атомов?" У меня ответа нет.

Вот мысли, пришедшие мне на прогулке при обдумывании тайны Пастера.

1) Ресурсы - это все существующие, но незадействованные внешние и внутренние поля и вещества в организме (например, запахи, элементы из таблицы Менделеева и т.д.).

2) В живом организме могут происходить «самопротекающие» процессы, сопровождающиеся выделением энергии или различными действиями. Например, сжатие за счет поверхностной энергии, лапласово давление в клетках и в каплях, содержащих сигнальное вещество, диффузия-редиффузия, осмос, гравитация и т.д.

3) Вся выделенная энергия затрачивается на процессы с поглощением энергии и поддержание постоянной температуры тела.

4) Все живое имеет L-аминокислоты и D-сахара, и их существование поддерживается энергией. Как только живое становится

мертвым, постепенно появляются D-аминокислоты и L-сахара, т.е. рацемическая смесь. Считают, что L- и D-молекулы имеют одинаковую энергию связи. На самом деле она несколько различается. А вообще одни и те же вещества, имеющие L- и D-молекулы, могут резко отличаться по своим свойствам (например, никотин, который может быть и ядом).

5) При обучении научно-техническому творчеству у некоторых слушателей есть сопротивление восприятию предлагаемой методики. Чтобы снизить этот барьер, необходимо, чтобы они хотели овладеть соответствующими знаниями, чтобы была нужда именно в этих знаниях, а если этого нет, то овладение материалом очень слабое.

6) Теперь о взаимодействиях между L- и D-молекулами. Чтобы хоть как-то представить себе эти взаимодействия, пробую привлечь аналогии взаимодействий между другими объектами. Рассматриваю:

- 1) притяжение и отталкивание параллельных проводников с током,
- 2) рекомбинацию электронов и дырок в полупроводниках,
- 3) взаимодействия положительных и отрицательных зарядов и ионов.

Прочел еще раз «Облик молекулы» [117], которая посвящена изомерам, и увидел то, что сначала не замечал:

«Ведь известен рецепт: если конкретная задача не решается, то надо ее обобщить!»

В качестве побочного результата обнаружилось, что для шестичленных колец при фиксированных межатомных расстояниях и валентных углах свойства соответствующих пространств допускают существование только двух семейств форм молекулы: кресло и ванна.

Она показывает, что причины, определяющие форму молекул, глубоко, может быть глубже, чем мы себе сейчас представляем.

Основное понятие современной стереохимии - конформация, то есть произвольное расположение атомов молекулы в пространстве в данный момент времени.

(Я читал эту книгу 7 раз, а в восьмой, как мне кажется, у меня еще больше открылись глаза на изомерию. Я уже под другими углами стал смотреть на содержание и процесс изложения этой книги. Я изменился, мое понимание стало глубже. - В.М.)

В наши дни для «замазывания» этого провала в химии имеется такая великолепная вещь, как принцип наименьшего движения.

Действительно, трудно себе представить, что в мире молекул могут одновременно происходить многочисленные согласо-

ванные изменения. Так, что предпосылки стереохимической логики XIX века были вполне обоснованы, но вот всегда ли совпадают взгляды на простое и сложное у нас и у природы? Не слишком ли часто мы исходим из того, что молекулы, или бактерии, или горы ведут себя сообразно с человеческими представлениями?

Одно из характерных свойств целеустремленной творческой личности - способность длительное время держать в уме и всесторонне осмысливать идею, прежде чем появится возможность взяться за ее реализацию. Таким был Вудворт.

Культура настоящего исследования (труды Вудворта в этом отношении удовлетворяли наивысшим стандартам) требуют, чтобы новые соединения, даже если они в чем-то обманули ожидания химика, были выделены, очищены и охарактеризованы хотя бы простейшими способами. Когда непрореагировавшее вещество, выделенное из раствора фенола в воде, расплавили (точку плавления определил помощник Вудворта - тривиальная операция - В.М.), ожидавшаяся ранее циклизация неожиданно произошла, но, как выяснилось, ориентация заместителей при C-2 оказалась обратной.

Этот незапланированный результат повлек за собой цепочку других стереохимических неожиданностей. (Пошел в Индию открыл Америку! - В.М.)

*За синтез витамина B_{12} осенью 1961г. берется Вудворт, а несколько ранее - швейцарский химик Альберт Эшенмозер. Вскоре они объединили свои усилия. В Гарварде Вудворт с сотрудниками строили блок, состоящий из колец **A** и **D** («западная» часть молекулы витамина), а в Цюрихе группа Эшенмозера собрала заготовку **B-C**. Синтез витамина B_{12} был гигантским научным проектом: только в Гарварде, сменяя друг друга, работали около 70 аспирантов и стажеров в течение 11 лет!*

Использование реакции этого типа здесь, как и во многих других синтезах, не случайно. Во-первых, любимая с детства реакция эта была едва ли не основной в обширном вудвордовском «репертуаре» и часто изучалась им."

Итак, могут ли L- и D-молекулы переходить друг в друга сразу или только постепенно, эволюционно?

Я читал, размышлял, ставил некоторые вопросы и вдруг мгновенно пришел к идее, которую я изложу дальше. Но прежде я привожу некоторую интересную информацию, полученную из разных источников.

Американские ученые в течение нескольких лет обследовали метеорит с Марса, оказавшийся в Антарктиде, и обнаружили на нем следы жизни. Тут же последовало сообщение, что российские ученые при бурении льда в Антарктиде обнаружили ДНК.

Где зародилась жизнь в водах первичного океана: на поверхности, на дне или в другой его части?

Вспомнил слова Бриджмена о том, что можно обновить всю физику, добавив к названию любого опыта слова «под высоким давлением». А если эти слова добавить для химии?

Теперь я изложу свою идею. Действительно, молекулы *L* и *D* должны взаимодействовать друг с другом, даже несмотря на то, что у них свободная энергия одинакова, но ведь они поляризуют луч света по-разному! Значит, что-то не равно. Противоречие: они должны, но не взаимодействуют. Что надо сделать, чтобы они начали взаимодействовать? Надо рацемическую смесь поместить под большое давление, надо молекулы приблизить друг к другу, надо затратить энергию на преодоление сил отталкивания (перенапряжение), надо их деформировать. Возможно, молекулы под давлением будут взаимодействовать, и *L* перейдет в *D*, а может это произойдет после снятия давления. Мне представляется, что на заре возникновения жизни в океане, под давлением, образовались *L*- и *D*-молекулы, которые и были вынуждены использовать белки и РНК (ДНК), а уж затем обратного пути нет. Таким образом, используя перенапряжение и постулат, удалось найти гипотезу. Очевидно, любой, кого интересуют эти проблемы, может высказать свои идеи, как я уже говорил, - для себя. Однако, если бы была возможность осуществить проверку этой гипотезы, это было бы интересно.

Меня удивил и еще один факт. Я открыл книгу «Молекулярная биология клетки» и, листая ее, обнаружил, что в главе об исследовании клеток приводятся сведения об использовании центрифуг. Несомненно, можно воспользоваться центрифугой, чтобы создать давление адекватное морской глубине.

Если я прав, то тот диссимметрический фактор, о котором писал Л. Пастер, является давлением.

Теперь, найдя гипотезу, я могу сказать - почему же я сразу не использовал принцип перенапряжения и диссимметрии для получения идеи использовать давление? Действительно, почему? Я ведь их знаю, но ...

Очевидно, после получения гипотезы о том, что давления может преобразовывать *L*-молекулы в *D*-молекулы и наоборот, я хотел бы найти какое-нибудь подтверждение этой мысли. Случайно (но, скорее, закономерно) я снял с полки книгу И.С. Шкловского «Вселен-

ная, жизнь, разум.» [119] и просмотрел в ней все, что связано с возникновением и развитием жизни на Земле. И вот что мне чрезвычайно понравилось.

"Например, можно предположить, что после формирования гидросферы, образовавшиеся в ее поверхностных слоях органические соединения путем конвекции переносились на достаточную глубину, куда уже разрушительное излучение не доходило (Здесь идет речь об ультрафиолетовом излучении Солнца. - В.М.)

Кроме того, в области подводного вулкана имеется широкий диапазон давлений, что весьма существенно, так как (высокие давления) необходимы для повышения выхода продукта в ряде реакций.

Отсюда следует важный вывод, что первичные живые организмы могли организоваться и развиваться только на достаточно большой глубине под водой. Слой воды в несколько десятков метров уменьшает поток ультрафиолетового излучения в десятки миллионов раз и тем самым обеспечивает необходимую для развития живых организмов "броню". Это является еще одним важным аргументом в пользу утверждения, что жизнь на нашей планете возникла и развивалась первоначально в воде, причем на достаточно большой глубине!

И.С. Шкловский также затрагивает вопрос «левой симметрии» белковых соединений и приводит исключительно наглядную картинку «левых» и «правых» органических молекул (рис 59). Ниже я привожу этот текст, т.к. он мне представляется важным.

"Мы остановились только на некоторых основных вопросах возникновения жизни на Земле и, по аналогии, на других планетах. В этой проблеме еще очень много неясного. Например, все белковые соединения, входящие в состав живого вещества, имеют «левую асимметрию». Что это означает? Дело в том, что большое количество органических соединений может существовать в двух формах. Эти формы отличаются одна от другой противоположной ориентацией отдельных группировок атомов - некоторая группировка атомов в одной форме является зеркальным изображением соответствующей группировки в другой.

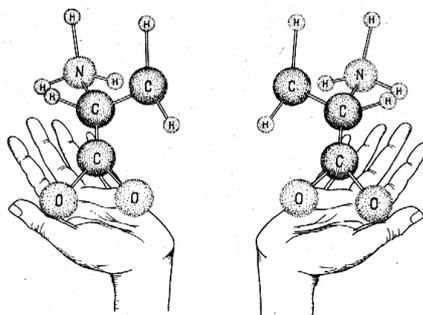


Рис.59. «Левые» и «правые» органические молекулы [119]

Когда происходит лабораторный синтез такого соединения, всегда «правые» и «левые» формы присутствуют в одинаковом количестве, так как «наращивание» молекул путем присоединения атомов и атомных группировок происходит случайным образом. Почему же в «живых» органических соединениях всегда присутствуют только «левые» формы?

Еще Пастер указал, что «асимметрический синтез» может происходить при наличии какого-либо природного асимметрического фактора. И действительно, если в лабораторных условиях синтезировать некоторые органические соединения под воздействием поляризованного по кругу света, то в зависимости от направления вращения вектора поляризации получаются преимущественно «правые» или «левые» формы синтезируемых веществ. К сожалению, таким способом трудно объяснить асимметрию «живых» молекул, так как в солнечном излучении отсутствует сколько-нибудь значительная составляющая, поляризованная по кругу. Впрочем, нельзя исключать того, что после прохождения значительной толщи первобытного океана, вода которого, быть может, обладала соответствующими оптическими свойствами, такая составляющая и возникла. Этот вопрос требует специального исследования.

Другой возможный путь асимметрического синтеза был указан Берналом. При синтезе некоторых органических веществ на поверхности оптически активных кристаллов (например, кварца) могут возникать формы определенной симметрии. Следует, однако, отметить, что в природе распространены как «правые», так и «левые» кристаллы. Поэтому не совсем ясно, каким образом в живом веществе молекулы имеют асимметрию только одного знака и вряд ли асимметрический синтез в естественных условиях первобытной Земли мог происходить таким способом.

Так или иначе, вопрос о причине асимметрии живой субстанции пока остается открытым".

Меня вдруг посетила идея сходить на крейсер «Аврора», показать внуку корабль изнутри. Он не очень хотел идти, но я его уговорил. Добирались довольно долго, но все же попали. Пришли на корабль, походили по верхней палубе, зашли в музей, а затем я услышал, как экскурсовод предложил желающим приобрести билет, на экскурсию в машинное отделение. Очередь небольшая, и я встал за билетом. Купив билет, я вдруг увидел человека, который, по-моему, мне был знаком, но убей не помню, где я его видел. Тем не менее, я подошел к нему и, извинившись, спросил - "Вы меня не помните? Мы где-то встречались, я Вас помню, но не помню где?" Этот человек, осмотрев меня с ног до головы, ответил: "Нет. Я Вас не знаю!" Я извинился и отошел. Буквально, через несколько минут мой «знакомый» подошел ко мне и произнес: "Вы - изобретатель из Ленинграда Митрофанов Волюслав Владимирович. Я Вас вспомнил. Я к Вам приезжал в Народный Университет в составе редакции журнала «Знание-Сила»." Я был и обрадован и потрясен - такая встреча, нарочно не придумаешь! Это оказался Рэм Щербаков - писатель, журналист, исследователь. Действительно, он к нам приезжал и выступал перед слушателями. Это блистательный оратор. Он нас покорило своим глубоким знанием творчества Брюсова, тонким юмором и формой общения - равноправием. После встречи он поехал с С. Литвиным, блестящим знатоком литературы, и они провели почти всю ночь за разговорами о писателях, журналах.

Каково же было мое удивление: Рэм перенес инсульт, с громадным трудом выкарабкался, и вот, фактически после нескольких лет домашнего ареста, ему разрешили поехать в другой город. Он с женой и внуком приехал на неделю в Ленинград, и я его встретил в последний день, в день отъезда. В разговоре он мне рассказал, что его и Т. Чеховскую буквально почти одновременно поразил инсульт. Ей не повезло. Он погрузнел и погрузнел. Немного рассказал, как он живет, чем занимается. Я взял у него телефон. Несомненно, если бы такая встреча произошла бы много раньше, мы могли бы сходить куда-нибудь, вспомнить прошлое, но жена его увела, и мы расстались. Придя домой, я позвонил С. Литвину рассказал о встрече и попросил его позвонить Рэму в Москву, подбодрить его, сказать ему, что мы его помним, знаем, любим.

Прошел месяц, а может быть, и больше, и как-то утром, встав, я сразу подошел к полке и начал искать книгу, которую, я, помню, купил когда-то давно, когда еще можно было купить научно-популярные книги - о воздействии больших давлений на металлы. Я ее искал несколько минут, не нашел, но увидел полностью забы-

тую мной книгу “Ошеломляющее разнообразие жизни” авторов Т. П. Чеховской и Р. Щербакова [120].

После ее приобретения я ее прочитал, поставив свои заметки, но теперь я ее стал читать снова, но не просто читать, а искать ответы на вопросы которые, стояли передо мной - как же зарождалась жизнь? Приведу буквально несколько фраз, которые мне очень понравились.

“Последний, хотя и был, по выражению Линнея, «нежным другом денег», ради счастья дочери раскошелился. (Это, конечно, не относится к зарождению жизни. - В.М.).

«Экономична мудрость бытия, все новое в нем шьется из старья.» - справедливо утверждал Шекспир. (Вспомните Ф. Жакоба. - В.М.).

Мир Жизни не пожелал объясняться одними лишь законами физики и химии. Те же скромные «живые» молекулы, когда их расчленяли для мысленного или вещественного анализа, превращались в химические вещества, никак не складывающиеся обратно в живое. Однако биохимические и биофизические взгляды оказали влияние на биологов, вместе с методикой перенявших и несколько упрощенные представления, обещающие в скором будущем объяснение тайны природы. (А, возможно, «живые» молекулы находятся в некоем поле и, вынув их из поля, мы и теряем «живое»? - В.М.).

«Новые» идеи тоже подвергаются естественному отбору.

Хотя мне предстоит больше пинков, чем пенсов, я не откажусь, если только жизнь позволит, от своего труда (Ч. Дарвин).

А ведь любопытство, - как справедливо отметил Уолтер Кеннон, - первый реквизит карьеры ученого.

Парадоксальное выражение, принадлежащее математику Гауссу: “У меня уже есть результат, но я не знаю, как его получить.” - в данном случае правомерно сплошь и рядом.

Кювье сыграл в науке парадоксальную роль: своими трудами он подготовил победу той эволюционной идеи, против которой боролся всю свою жизнь. Автор прекрасной современной монографии о Кювье И.И. Канаев приводит его любимую фразу: “Я только Перуджино”. Сравнивая себя с учителем Рафаэля, замечательный французский ученый словно предрекал будущий расцвет естествознания, предвидя появление гения, открывающего перед биологией новые горизонты.

Часто утверждают, что систематика - это искусство. А искусству нельзя научить - ему можно только научиться.

Жизнь на нашей планете прежде всего характеризуется дискретностью: она представлена дискретными особями, причем

все огромное число этих отдельных особей может быть разбито на характерные группы, в целом образующие систему дискретных совокупностей - таксонов."

Следующая цитата взята (Чеховской и Щербаковым) из книги "Очерк учения о популяции" известных эволюционистов Н.В. Тимофеева-Ресовского, А.В. Яблокова и Н.В. Глобова.

"Ему было тогда уже более шестидесяти лет. Со знанием дела, как всегда, он писал: "Так как старики прожили долго и во многом были обмануты и ошиблись, и большинство дел человеческих дурно, они ничего не утверждают с достоверностью. И все они полагают, но ничего не знают; в своей нерешительности они всегда прибавляют: может быть и пожалуй (Аристотель)."

Очевидно, я не могу точно оценить влияние этой книги на меня с точки зрения оказания помощи для выдвижения гипотез, но я думаю, что после ее прочтения во мне что-то добавилось, и я записал следующее: "Еще раз прихожу к выводу: асимметрия, диссимметрия должны играть громадную роль на каждом шаге рождения живого. Я предположил, что молекулы L переходят в D (и наоборот) при повышенных давлениях в океане. Но почему не посмотреть на образование «живых» молекул и под другими углами зрения. Конечно, в те времена Солнце должно было греть Землю сильнее. Испарение воды шло достаточно интенсивно, но одновременно с влагой в облака могли попадать и молекулы L и D.

Воздействие света, электромагнитных волн в самом широком диапазоне, на молекулы должно было их изменять. Падение этих молекул на землю в каплях воды сопровождалось воздействием гравитационного поля на капли и молекулы, сопровождалось ударами - механическим взаимодействием с Землей, водой. Часть молекул могла находиться над Землей, где также могли протекать реакции взаимодействия. В образовании «живых» молекул играли роль вулканическая деятельность, высокие давления от действия воды, удары, высокие и низкие температуры и т.д.

Но все же встает один вопрос - что значит живая молекула? Что появилось вначале - питание молекул (голод, жажда, необходимость питания, поглощения, присоединение других молекул, их взаимодействие) или их деление? Что же раньше - питание или деление? Или одновременно то и другое?"

Открыл газету «С. Петербургские ведомости» от 28.08.96 и обнаружил статью «Третье царство органического мира». Цитирую:

"Огромное по своей значимости открытие сделали американские ученые. Расшифрован генетический код, или геном, обнаруженных около 20 лет назад на океанском дне организмов. Они вы-

яснили, что те представляют совершенно новую группу населяющих планету живых существ, которая образует как бы «третье царство» органического мира.

Ранее всегда считалось, что на Земле сосуществуют два царства живых организмов: прокариоты (к ним, в частности, относятся бактерии и сине-зеленые водоросли), характеризующиеся отсутствием оформленного клеточного ядра, и эукариоты (высшие организмы, включая человека, животных и большинство растений); клетки которых имеют оформленное ядро.

Чтобы сделать столь серьезный вывод, ученым пришлось «прочитать» 1739933 химических букв, образующих молекулу ДНК метаноккокка - именно так называется выловленное на тихоокеанском дне создание - и выделить 1682 гена. Исследователи были просто поражены, выяснив, что треть генов метаноккокка абсолютно не похожа на гены бактерий или эукариотов. Эти гены являются совершенно новыми для науки вообще и биологии в частности. Из оставшейся трети генов, часть напоминает гены человека и других эукариотов, хотя другие больше похожи на гены бактерий. Таким образом, новая группа живых существ оказывается как бы «недостающим звеном» между бактериями, у которых нет клеточного ядра, и эукариотами.

Как отмечают специалисты, открытие доказывает, что около 3 миллиардов лет тому назад на нашей планете возникли три, а не две, как до настоящего момента считалось, ветви одноклеточных организмов, из которых впоследствии возникло все многообразие жизни на Земле".

Что поразило меня в этой статье? Третья ветвь живых существ на дне океана!

Я, как постоянный подписчик журнала «Химия и жизнь», конечно, не остался в стороне, когда журнал начал выпускать свою библиотеку. Я приобрел, и внимательно проработал одну из книг этой библиотеки - «Мастеровые науки» Валерия Полищука [34]. В этой книге есть статья-рассказ о Морозове, которую я прочитал много раз. Прошло время, я выдвинул свою гипотезу о взаимодействии L- и D-молекул. Однажды я дал почитать эту книгу своему приятелю, и, после того, как он вернул ее мне, я решил еще раз прочитать ее и просмотреть: а может Морозов и Полищук писали о давлении? Приведу несколько высказываний Л. Пастера, взятых из книги Полищука. Считаю, что они очень красноречивы!

"Если мы будем рассматривать форму и повторения идентичных частей в каких-либо материальных предметах, то мы сразу же увидим, что все эти предметы можно разделить на два больших класса, характеризующихся следующими свойствами:

одни, расположенные перед зеркалом, дают изображение, которое может быть с ними совмещено; изображение же других не может быть совмещено, несмотря на то, что оно с точностью воспроизводит все их детали.

Было бы весьма удивительно, если бы природа, столь многообразная в своих проявлениях, не позволила нам обнаружить в группах атомов сложных молекул эти два типа, на которые распадаются все материальные предметы.

У меня возникла предвзятая идея о возможной связи между гемиздрией и вращением плоскости поляризации солями винной кислоты.

Кристаллы кварца гемиздричны - отличаются друг от друга ненормальной, скошенной когда влево, когда вправо гранью.

Не является ли необходимым и достаточным предположение, что в момент образования в растительном организме различных соединений, в наличии имеется диссимметрическая сила? В самом деле, правые молекулы отличаются от левых лишь в одном случае, а именно - когда они подвергаются воздействию диссимметрического характера.

Эти воздействия, может быть, находятся под космическим влиянием, обусловленным светом, электричеством, магнитными силами или теплотою. Находятся ли они в зависимости от движения Земли или электричества, с помощью которых физики объясняют существование магнитных полюсов Земли?

В настоящее время мы не можем высказать по этому поводу ни малейших догадок.

Но я считаю необходимым сделать вывод о наличии диссимметричных сил в момент образования органических соединений, сил, которые отсутствуют или не оказывают никакого влияния на реакции, происходящие в наших лабораториях, или благодаря кратковременности этих реакций или же вследствие каких-то других неизвестных нам причин".

Полицук далее пишет: "Диссимметрические силы, действительно, тут налицо, они заложены в конструкции управляющих всеми этими делами ферментов, и Леня, не дочитав еще текст, начал понимать, в какую сторону следует поворачивать свои спектроскопические изыскания. На асимметричную молекулу влияют молекулы же.

С атомом углерода, у которого все четыре привязанные к нему группы - разные."

Еще высказывание Л. Пастера: "Если бы таинственные силы, обуславливающие диссимметрию естественных соединений, изменили свое значение и направление, то диссимметрия состав-

ляющих элементов всех живых существ приняла бы противоположное значение. Перед нами, может быть, возник бы новый мир."

Я думаю, что это не так, но Л. Пастер применял мысль о *противоположном* эксперименте, что мне чрезвычайно импонирует.

И еще два отрывка из книги Полищука [34], которые, как я полагаю, льют воду на мельницу нашей гипотезы.

"Новые опыты, совсем уж нехитрые, для них не требуется даже оптика. Прибор - простая трубочка с оттянутым концом, из которого время от времени падают капли. Измеряя средний их вес и давление столба жидкости, вычисляют силу, именуемую поверхностным натяжением (обратите внимание, что эта сила - сила сжатия! - В.М.).

Эксперимент, который обычно предлагается студентам третьего курса, и они проделывают его без особой натуги. Методику, впрочем, пришлось усовершенствовать - она обернулась каторжными затратами труда. И снова на кривых появились изломы. Их нельзя было объяснить ничем другим, кроме зарождения на поверхности доменов пятен из чистых антиподов добавляемого вещества.

Жидкость покрывалась как бы леопардовой шкурой."

Если я правильно понял, то речь идет о том, что в капле была смесь изомеров, а на поверхности образовывались пятна L- или D-антиподов.

С моей точки зрения, силы поверхностного натяжения или, лучше сказать, под действием этих сил сжатия целые области поверхностного слоя переходят из L-молекул в D-молекулы, или наоборот, образуя целые области, которые, возможно, при определенных условиях могут занять всю поверхность. По-видимому, здесь может играть роль и давление Лапласа, которое связано с силой поверхностного натяжения выражением:

$$P \approx 2\sigma/R,$$

где P - давление Лапласа, σ - сила поверхностного натяжения; R - радиус капли.

Чем меньше R, тем больше давление.

Т.о., возможно, превращение одного антипода в другой происходит внутри капли.

Завершим цитирование книги Полищука так: *"Задавшись таким удачным сравнением, они увидели, что можно пустить в ход и математический аппарат, разработанный для теории образования кристаллов-зародышей. Добавили к нему ранее выведенное Лёней кубическое уравнение, задались еще кое-какими допущениями, совершили несколько преобразований - и пришли к новому*

уравнению. Оно связывало время ожидания «кристаллизации» с величинами, описывающими физические свойства среды: давлением, температурой и пр. Это далось довольно легко, но содержание уравнения оказалось весьма богатым."

Итак, в этой книге Полищука приводятся два высказывания (Л. Морозова) о влиянии давления на преобразования антиподов. Поэтому я считаю, что выдвинутая нами гипотеза в какой-то степени перекликается с взглядами Морозова.

Вопросу зарождения жизни на земле посвящается много работ. Ниже приведены две интересные статьи, опубликованных в газете «Санкт-Петербургские Ведомости» в октябре-ноябре 1996г.

"Секретные опыты с неизвестными науке бактериями ведут британские ученые в ряде лабораторий английских университетов. Согласно появившимся в научных кругах Англии сведениям, бактерии были получены не так давно в ходе бурения дна Атлантического океана на глубине 4 тысячи метров от его поверхности.

Первые опыты с микроорганизмами показали, что принципы их генетического строения полностью отличаются от всех известных на Земле видов.

Сейчас бактерии содержатся в Бристольском университете в специальных камерах под большим давлением. Как стало известно, ученые стараются добиться их размножения в лабораторных условиях.

Однако, ряд специалистов считает, что новые бактерии, никогда не имевшие контакта с человеком, могут представлять для последнего огромную опасность и способны вызвать неизвестные прежде болезни.

Работающие с бактериями ученые делают вывод, что Земля обитаема не только на ее поверхности, но и в глубинах. По их мнению, «планета просто нашпигована жизнью, однако ее формы различны» (Виталий Макачев, «Кто живет внутри планеты?»).

"Загадочный Марс... Он волнует астрономов не меньше, чем литературоведов личность Шекспира. Трудности проникновения в его тайну объясняют по-разному: несовершенством современной техники, влиянием неизученных космических факторов, кознями «марсиан»...

Результаты исследований метеорита, обнаруженного специалистами НАСА в Антарктиде, натолкнули американского физика профессора Пола Дэвиса на новую мысль: наши поиски марсиан потому были безуспешными, что мы сами и есть те самые марсиане, переселившиеся с Марса на Землю в виде бактерий в незапамятные времена, приблизительно три миллиарда лет на-

зад, когда обе планеты находились в «более родственных» отношениях и гораздо чаще обменивались «почтой» - метеоритами. В толще этих небесных тел, укрывшись от губительных космических излучений, словно в прочном межпланетном корабле, путешествовали микроорганизмы, приспособившиеся к суровым внешним условиям.

Чтобы проверить эту гипотезу, нужно для начала выбрать одну из теорий происхождения жизни на Земле. Одни ученые считают происхождение жизни на Земле космической аномалией, химическим парадоксом, который никогда больше не повторится. В этом случае «марсиане» навсегда останутся легендой, и никаких реальных следов жизни на других планетах мы не обнаружим.

Другие же придерживаются точки зрения, что жизнь автоматически начинает зарождаться там, где для этого складываются наиболее подходящие условия. Иными словами, необходима определенная «химическая смесь» и наличие определенных внешних факторов. По мнению Пола Дэвиса, результаты изучения антарктического метеорита говорят в пользу второй теории. Если с Марса на Землю мог прилететь окаменевший микроб, то вполне допустимо, что и живой организм выдержал бы такое путешествие.

Не исключены полеты в «обратном направлении». Астрофизики утверждают, что с промежутками в несколько миллионов лет на Землю падает астероид или комета. От таких столкновений в космос с Земли катапультируются, в свою очередь, куски земной породы, в которых могут находиться микроорганизмы. Расчеты показывают, что на Землю ежегодно «падает» около 500 килограммов «марсианской материи». Три с половиной миллиарда лет назад планеты Солнечной системы подвергались как раз интенсивной бомбардировке астероидами, во время которой мог произойти обмен формами жизни между Марсом и Землей.

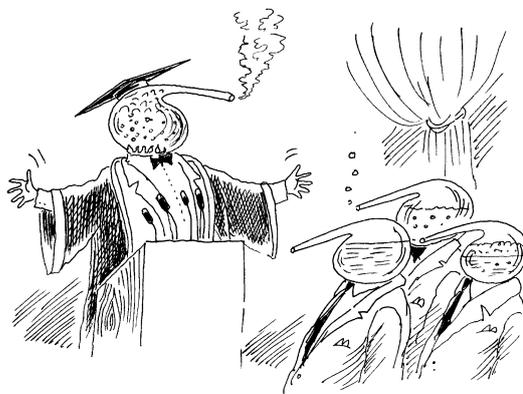
Шведский химик Сванте Аррениус сто лет назад предложил, что микробы могут мигрировать от одной Солнечной системы к другой. Эту теорию развивает сейчас британский астроном Фред Хойль и его коллеги, полагающие, что микробы путешествуют «зайцами» внутри комет. Приближаясь к Солнцу или другой звезде, комета «высаживает» пассажиров в открытый космос. Если Земля или другая планета в это время проходит через облако, оставшееся от испарившейся кометы, «десант чужеземцев» благополучно опускается на нее" («Мы и есть марсиане?»).

Заканчивая, я хочу отметить, что высказанная гипотеза не претендует на новизну, но для меня она ценна потому, что я для себя

сделал открытие, и по проблеме L- и D-молекул у меня появилось своё представление.

*Чуждый суете, вдали от шума,
Сам себе непризнанный предтеча
Счастлив я все время что-то думать,
Яростно себе противореча.*

Игорь Губерман [146]



ГЛАВА 31. ЖИЗНЬ КАК ХИМИЯ

Статья с таким названием Артура Корнберга (лауреата Нобелевской премии из Стэнфордского университета, США) произвела на меня большое впечатление. В ней автор чрезвычайно сжато и в то же время очень ярко показывает жизнь и её связь с химией. Судите сами.

"Первые два десятилетия нынешнего века прошли под знаком охотников за микробами. Одного за другим они выслеживали микробов, вызывающих болезни, которые много столетий были самыми страшными бичами человечества: туберкулез, холера, дифтерия. Но оставались несколько не менее ужасных заболеваний: цинга, пеллагра, рахит, бери-бери. Их вызывает недостаток того или иного витамина. Поэтому, в 20-30-ые годы сложилась наука о питании, а на смену охотникам за микробами пришли охотники за витаминами.

В 40-50 годы биохимики пытались разобраться в том, почему же необходим для здоровья каждый из витаминов. И тогда на первый план вышли охотники за ферментами. Затем появились охотники за генами.

Как действует мозг? Как можно будет их назвать - охотниками за головами? Однако, еще более революционно другое достижение, которое не привлекло такого внимания, - оно пока еще не имеет ни собственного имени, ни определенной области возможного практического применения. Я имею в виду слияние разнообразных направлений медицинской науки в единую дисциплину. Объединение основных направлений медицинской науки произошло потому, что теперь эти, ранее не связанные между собой дисциплины, объясняются на едином языке химии. И самая опи-

сательная из этих дисциплин - анатомия, и самая абстрактная - генетика, сегодня превратились в разделы химии.

Универсальность основных процессов клеточной химии в природе стала одним из главных открытий нашего столетия.

Однако на всем протяжении истории медицинской науки именно удовлетворение собственной любознательности по поводу фундаментальных явлений природы оказалась самым практичным и самым дешевым путем к созданию эффективных лекарств и методов лечения.

Исследования, не имевшие никакой практической цели, принесли нам большую часть важнейших открытий в медицине, в том числе - рентгеновские лучи, пенициллин, вакцину против полиомиелита, моноклональные антитела, генную инженерию и метод рекомбинантных ДНК.

Все согласилось с тем, что старинное изречение: «Необходимость - мать изобретений» - обычно неверно. Как правило, справедливо обратное: «Изобретение - мать необходимости!»

Для любого общества, для любой культуры жизненно важна способность понимать природу творчества и не скупиться на ее поощрение.

Можно ли использовать эти же методы и достижения для изучения нервной системы и поведения человека? (добавим - мышления, творчества, и т.д. - В.М.)

Этому мешает одно главное препятствие: даже врачам трудно согласиться с тем, что РАЗУМ - ЭТО МАТЕРИЯ И ТОЛЬКО МАТЕРИЯ. Тот же самый язык химии, на котором описывается работа сердца или печени, вполне годится для описания деятельности мозга.

Уже достигнуты большие успехи в понимании химической основы некоторых дегенеративных заболеваний мозга. Опровергнуто догматическое утверждение, будто нервные клетки неспособны к регенерации: открыто по меньшей мере четыре фактора роста, вызывающие регенерацию нервных клеток. Я убежден, что «охотники за головами», использующие сейчас биотехнологические методы для изучения функций и заболеваний мозга, в скором времени добьются замечательных успехов в понимании явлений сна, памяти, настроений, душевных болезней и других состояний нервной системы.

(Можно говорить и о том, что возможно будут найдены вещества, позволяющие лучше решать научно-технические задачи. - В.М.).

Можно было бы привести поразительные примеры глубокого воздействия простых химических соединений на поведение человека: опиаты и их природные родственники - энкефалины, алкоголь, никотин и так далее.

Пользуясь языком химии, можно рационально объяснить многие явления жизни - питания и поведения, здоровье и болезнь. Химический язык не только обладает высокими эстетическими достоинствами, он связывает биологические науки с физическими. Это подлинно международный язык, не знающий диалектов, язык на все времена, язык, который позволяет нам понять, откуда мы взялись, что мы такое и кем позволим нам стать законы физического мира.

Прежде чем закончить, я хочу подчеркнуть, что всех нас объединяет одна непреходящая ценность. Это наша единая и беззаботная преданность научной культуре в широком смысле этого слова.

Наука не только дает нам возможность вносить свой вклад в великие открытия, но и открывает перед нами вечно новые беспредельные просторы для исследований.

Изменился ли сам подход к изучению жизни в наши дни - под влиянием компьютерной революции и появления других передовых технологий? Можно ли теперь вести исследования, пользуясь готовыми формулами?

Безусловно, нет. Эти технические инструменты незаменимы, но наука по-прежнему остается, по существу, одним из видов искусства, объект которого - Природа. (Это - не совсем верно. - В.М.). Мы ищем разгадку ее неистощимых тайн с разных направлений, с большей или меньшей настойчивостью, каждый в своей собственной манере, - наши эмоции, настроения, культурные традиции играют здесь не меньшую роль, чем в художественном творчестве. Машины, которые мы применяем, рисуют изображения и картины, отличающиеся точностью и объективностью, но нельзя забывать, что для нас эти машины - всего лишь инструменты, которые мы используем, как живописец использует палитру, композитор - ноты, а писатель - слова, чтобы творить свой собственный образ Природы.

Философ Сенека как-то сказал: «Всякое искусство - лишь подражание Природе. И с помощью науки мы стремимся лишь приблизиться к Природе настолько, насколько это возможно». Статья опубликована в 1959 году.

Итак, охотники за головами должны заниматься не только химией мозга, но и программами для решения научных задач.

*Цель нашей жизни столь бесспорна,
Что зря не мучайся, приятель:
Мы сеем будущего зерна,
А что взойдет – решит Создатель*

Игорь Губерман [146]



ГЛАВА 32. "ЖИВАЯ ВОДА" ДОКТОРА ТРИНЧЕРА

Под таким названием вышла статья в журнале «Знание-сила» [121]. Для нас она представляет громадный интерес. Мы можем пройтись по самым интересным результатам и посмотреть какие исследования Тринчера можно описать нашими нотными обозначениями. Соответствующие «ноты» я указываю в своих примечаниях в подходящем месте цитаты.

"Сделав генераторы высоких и низких частот («нота» Про⁻ - В.М.), я стал исследовать кровь в электромагнитном поле («нота» Про⁻ - В.М.). Тщательно проштудировав литературу, я с удивлением обнаружил, что никто данным вопросом не занимался. Я очень этому обрадовался, хотя быть первым всегда трудно. Измеряя электропроводность крови, я увидел, что при низкой частоте она довольно мала, а при высокой велика, это дало повод для размышления. Однако для физика всего двух чисел, двух точек маловато - нельзя проследить какую-то закономерность. Тогда я стал измерять электропроводность крови при разных температурах (от 35 до 40 градусов Цельсия - в интервале теплокровности) в поле высокой частоты, а потом в поле низкой частоты («нота» Про⁻ - В.М.). У меня получилось действительно что-то потрясающее: две кривые, проходящие через максимум. Теория Дебая позволяла количественно истолковать увеличение проводимости растворов при наложении переменного поля высокой частоты. Я предположил, что в эритроцитах (безъядерных клетках, содержащих гемоглобин) гемоглобин должен быть диполем, который постоянно вращается. Это хорошо согласовывалось с характером полученных графиков. И тогда мне довольно легко удалось рассчитать диаметр молекулы гемоглобина.

(Итак, вся экспериментальная часть была построена на «нотах» **Про** и **Ре**.) Тринчер некоторое время работал врачом на Урале и его заинтересовало лечение туберкулеза.

*И мое внимание привлекло то, как ее (болезнь туберкулёз) лечили местные жители. Они ели барсучье или собачье сало. Суеверие? В том-то и дело, что нет! Мы вместе с рентгенологом с изумлением рассматривали снимки легких: огромные, просто страшные каверны, но абсолютно стерильные. В чем причина? Каков механизм явления? («ключ» **Ди** - В.М.) Одна из кислот в составе собачьего или барсучьего жира привлекла мое внимание. Ее строение очень напоминало структуру жирной кислоты, присутствующей в оболочке туберкулезной бактерии. Нетрудно было догадаться, что происходит дальше, - глупая бактерия ошибается. Сходство в строении заставляет ее поедать «чужую» кислоту. Она ест и умирает. (**Ид, Про** - В.М.).*

*Изучая это явление, я задумался над новой проблемой. Возможно, в неявной форме я думал над ней и раньше, уж очень доносили меня уральские морозы. Но, теперь, когда я немного повозился с жирами, смутные, неясные мысли оформились в конкретный вопрос. Я дышу холодным воздухом - на улице минус сорок, а в легких всегда около плюс тридцати семи. Перепад температур почти восемьдесят градусов! На таком крошечном расстоянии («ключ» **Ди** - В.М.). Ни одному инженеру не сделать подобного. Как же это получается у организма? (Надо уничтожить «ключ» **Ди** - В.М.) Теперь, когда каждый может прочитать ответ - мое открытие попало в учебники, - объяснение кажется очевидным. Но потребовалось немало усилий, чтобы доказать правильность возникшей идеи. А пришла она ко мне действительно во время работы с жирами. Известно, что жиры в организме задерживаются в печени, но не все, часть идет дальше - в легкие. Это установили еще в конце прошлого века французские физиологи. Но никто никогда не задумывался, почему они там задерживаются. («ключ» **Ди** - В.М.). Однако, вспомним химию: жиры-то горят. Соединяясь с кислородом, они выделяют тепло. И тут меня осенило! Легкие, если им холодно, используют жиры и сами себя греют (**Ид** - В.М.). Легкие единственный орган, где жиры, реагируя с кислородом, сгорают напрямую. Без всяких ферментов. Мой бог, как, оказывается, просто! Вот зачем жиры в легких - они служат топливом!*

(В дальнейшей своей деятельности Тринчер обратился к исследованию законов биологической термодинамики. - В.М.).

О законах биологической термодинамики. Эти проблемы интересовали меня давно. Интерес стал более конкретным, когда

я начал исследовать теплообразовательную функцию легких, здесь уже была какая никакая энергетика. («ноты» **Ре, За** - В.М.). И, пожалуй, та работа и послужила толчком к занятиям термодинамикой. Теперь проблема захватила меня полностью. Я написал вторую книгу: в ней доказывалось, что живое живет по своим законам. Первое начало термодинамики - есть закон машины, а не живого организма. («нота» **Про** - В.М.) Его классическая формулировка верна лишь для неживых систем; в живых же свободная энергия пищи переходит в структурную работу клетки, и она выделяется в виде тепла. («нота» **За** - В.М.).

Как-то на одном из семинаров ко мне подошел академик Белозерский и предложил сделать доклад о воде. Биохимики имели о ней совсем иное представление, чем биофизики. До этой встречи я знал о воде примерно столько же, сколько другие. Но готовясь к докладу, я все глубже погружался в проблему. Вода представляет собой сложные структурные образования, как бы размягченный лед, в который вкраплены капельки настоящей жидкости. С повышением температуры остатки льда исчезают, идет превращение в жидкую воду. А в интервале от 30° до 40° Цельсия - масса квазикристаллической и жидкой воды равны друг другу. («ноты» **Про, Ду** - В.М.). Здесь способность одной структуры переходить в другую - варибельность - максимальна. И в том же температурном диапазоне наблюдается минимальная теплоемкость и максимальная сжимаемость. Причем наиболее ярко все три феномена проявляются при 36-42 градусах, то есть в области теплокровности. Это очень важный момент. Биохимики знают, что эритроцит примерно на 60 процентов состоит из воды и на 40 процентов из гемоглобина. Вода не существует внутри клетки как обособленное вещество, она связана со всеми другими клеточными компонентами. («ноты» **За, Р** - В.М.). Какова же ее структура внутри клетки?

Довольно элементарные расчеты показывают, что в эритроците между двумя молекулами гемоглобина могут находиться только две молекулы воды, не больше. Получается чрезвычайно ажурная структура. Причем вода должна выполнять две взаимоисключающие функции. («ноты» **Ду, Про, Ре, Ид** - В.М.). С одной стороны, поддерживать жесткую структуру, чтобы сохранять автономность каждой молекулы гемоглобина. С другой - обеспечивать изменяемость формы эритроцита при прохождении его через капилляры. Иными словами, вода должна одновременно обладать и кристаллической упорядоченностью, и свойствами жидкости («ноты» **Про, Ду** - В.М.).

*Но в обычных условиях в неживой природе такое невозможно. Необходим совершенно особый энергетический аппарат, чтобы поддерживать подобную структуру. Его существование запрещено классической термодинамикой. Однако биологическая термодинамика прекрасно справляется с этим запретом. Работая по ее законам, живая клетка выполняет роль теплового насоса, отводя тепло. В итоге вода внутри клетки сохраняет свое как бы запрещенное квазикристаллическое состояние. Так я пришел к выводу о существовании четвертого термодинамического состояния воды, или, проще говоря, живой воды. Я не буду здесь приводить термодинамические расчеты, они однозначно свидетельствуют о том, что нельзя вынуть живую воду из клетки. И изучить ее вне клетки тоже невозможно. При попытке выделить ее оттуда она денатурирует, свертывается, разрушается - короче, превращается в неживую, внеклеточную воду. Возможно, в будущем человеку удастся воспроизвести любой неводный компонент клетки. Но единственно чего ему никогда не повторить - это внутриклеточная вода. Это и есть субстрат жизни - *materia vitalis*. То, что обычно именуют чудом.*

Итак, главная мысль моей докторской состояла в том, что жизнь подчиняется своим законам, которые выводятся из законов неживой природы".

Можно высказать дополнительную идею. Молекулы различных веществ, в составе от двух до нескольких десятков, возможно, и есть то четвертое состояние, о котором говорит Тринчер. Это, возможно, и есть переход количества в качество.

*Не для литья пустой воды
Бог дал нам дух и речь,
А чтобы даже из беды
Могли мы соль извлечь*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 33. ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ М.ПЕРЕЛЬМАНА

Здесь приводится анализ работы М.Е. Перельмана "Внутренний голос сосны" [122]. Наша цель познакомиться с ходом его исследований и попытаться сравнить его подход к решению задач с нашим и, возможно, получить новые идеи. Ниже перечисляются направления исследований и размышления самого Перельмана и наши мысли и замечания.

Его занимали разные схемы вечного двигателя.

"Откуда берется добавочная энергия в капилляре с жидкостью?" - спрашивает Перельман. - "А разве может вообще капилляр поднять воду на сто метров, на высоту секвой? Загадка секвойи. (Задача сформулирована. Есть интерес. - В.М.).

Познакомился с эффектом Е.Г. Коновалова. (Знакомство с литературой. - В.М.).

А вдруг в секвойе есть биологический источник ультразвука? (Поиск аналогии. - В.М.).

Попробовал капилляр с жидкостью и ультразвуковой (УЗВ) паяльник - есть подъем. (Провел эксперимент с УЗВ. - В.М.).

Решил посмотреть в литературе: "Почему соки поднимаются в растениях? Ничего не нашёл.

Начал рассматривать капиллярный эффект у сосны. (В литературе "отловил" интересные сведения. - В.М.).

Нашёл интересные сведения: с увеличением высоты капилляры должны сужаться, но этого нет - вода продолжает поступать, даже если ствол пропилен на разных уровнях так, чтобы все каналы были разорваны. Жидкость из одного канала переходит в другой. При испарении из-за нерастяжимости столба вода будет подтягиваться снизу. (Возникло предложение: "А, что если на дерево одеть магнит - омагнитить воду?" - В.М.). Есть

какие-то синхронно колеблющиеся нити, которых никто не видел.

В одной монографии (Поиск и анализ литературы - В.М.) узнал: есть 2 потока в центральной части ствола (ксилеме) - от корней к листьям поднимается вода с минеральными веществами, а по лубу (более тонким сосудам или системам клеток другой ткани - флоэмой) спускаются образовавшиеся в кроне соединения большие молекулы (глицины, витамины, сахара).

Оказалось, что эти молекулы движутся во флоэмном потоке быстрее несущей их жидкости. В жидкости возник «акустический поток». Если в жидкость входит ультразвуковая волна, то она затухает с расстоянием, ее энергия рассеивается в тепло. Она несет импульс, а тот, передаваясь в основном более крупным частицам, заставляет их обгонять поток жидкости. Эффект мал.

Можно ли сказать, что соки в растениях двигает ультразвук? (А как же в омагниченной воде? Там образуются пузырьки, они «схлопываются» и создают ультразвуковую волну, которая разрывает молекулы воды. Это же и в трубке, удовлетворяющей уравнению Д. Бернулли. Здесь же должна играть роль прочность воды и сока. - В.М.)

Задаю себе новый вопрос (Постановка новой проблемы - В.М.): «Каковы параметры ультразвуковых потоков, которые способны транспортировать различные вещества в двух противоположных направлениях по ксилеме и по флоэме?» (2 противоположных потока диссимметричны по составу, прочности и скорости - должно быть взаимодействие! - В.М.)

Провёл расчет и аналоговое моделирование (Этап расчетов. - В.М.)

Результат: ксилемный поток может генерировать ультразвуковые колебания с частотой 150кГц, а флоэмный - с 0.5-1 МГц. Скорости потока - 1 м/час и давление 1-10 атм.

Рассмотрел и другие факты, поддерживающие гипотезу, в частности - низкую вязкость живицы (Что поддерживает гипотезу, а что против? - В.М.), угнетающее действие растений на микроорганизмы, кучную посадку, которая обеспечивает лучшее развитие - акустобиологическое поле, создаваемое одним растением или его частью, может усиливать или подавлять биохимические процессы в соседях.

Оказалось, что электрический потенциал в стволе дерева периодически меняется с шагом 1 см.

Но ведь это эффект Дебая - в дистиллированном электролите устанавливается стоячая волна. (Дистиллированных электролитов нет! – В.М.).

Ультразвуковая волна воздействует на сольваты анионов и катионов, имеющие различную плотность. Они разделяются - одни сосредотачиваются в узлах, другие в пучностях.

Обнаружил, что наблюдаемые изменения электрического потенциала вдоль ствола приводят к таким же величинам частот ультразвука, что мы получили ранее из других рассуждений!

Обратился к академику Андроникашвили (Общение - В.М.). Провели семинар с его сотрудниками, но поддержки не получили. Коллектив не заинтересовался, а для работы вдвоем над новой идеей - нужно время.

Спохватились через 10 лет.

Поставили новую задачу (Постановка задачи с помощью вопроса - В.М.): «Откуда же берутся в растениях эти самые ультразвуковые колебания?»

Купил книгу С.А. Гельфанда «Слух. Введение в психологическую и физиологическую акустику». Узнал новое: жидкости с двух сторон слуховых мембран различны по своим ионным составам. (Ди – В.М.). Поэтому с обеих сторон мембран различны и двойные слои. Итак, на мембрану падает акустическая волна, возбуждается механическое колебание, в итоге - по аксону идет электрический импульс. Или другое: давим пальцем на стол - механический стимул опять таки вызывает электрический разряд в нерве.

Как же акустические и механические сигналы преобразуются в электрические?

Новый вопрос: смотрю литературу (Литературный анализ в поиске аналогий. - В.М.). Вывод: поскольку через любую биологическую мембрану некоторые ионы проходят, а другие нет, - то на ней возникает электрический потенциал - напряженность поля достигает до 1000 и даже до 10000 вольт. Значит, противоположные обкладки конденсатора притягиваются друг к другу, сдавливая липидную мембрану, и силы притяжения уравновешиваются упругими силами. Но если мембрану несколько сжать извне, т.е. приложить дополнительную силу к изолирующему слою, то должны будут возрасти и силы электростатического притяжения, изменится заряд на мембранах, что равносильно протеканию тока через мембрану. Вот в принципе и все. Мембрана - генератор тока. (Аналогия и перенос механизмов. - В.М.).

Дальше выполняю расчет и анализ уравнений. Все они укладываются в теорию с учетом мембран-конденсаторов и двойных электрических слоев со сжимаемым слоем Гуи.

Прошло еще несколько лет. И вдруг как-то внезапно осенило: ведь мембрана клеток заряжена, это конденсатор, в нем колоссальная напряженность поля. Значит, если величина заряда на обкладках изменится, т.е. ионы пойдут через мембрану в клетку или из нее, то мембрана начнет колебаться. Вот вам и источник ультразвука! (Вспомнил принцип компенсации, эквивалентности. - В.М.).

Расчет дает 10^{10} Гц, а нам нужно 10^6 Гц. Разница - 4 порядка. Что делать? (Тупик. Сравнение клеток. - В.М.).

Использую аналогию. Столь высокие частоты мне уже встречались. В 1988г. Герман Фрелих в работах по теории диэлектриков построил модель колебательных процессов на мембранах. Он получил частоты электромагнитных излучений в интервале 10^{11} - 10^{12} Гц. Однако вопрос о наличии или отсутствии такого излучения не решен. (Аналогия. Перенос решения - В.М.).

Но ведь Фрелих рассматривал клетки животных, а нас интересуют клетки растений. (Аналогия. - В.М.).

У растительных клеток наружная мембрана связана с клеточной стенкой из целлюлозы. А поскольку общая толщина мембраны и стенки велика, то частоты их колебаний при изменении зарядов на мембране будут много меньше, чем считали ранее, т.е. они будут излучать не гиперзвук, сразу затухающий, а ультразвук и притом в вычисленном нами диапазоне. (Высказана идея. - В.М.).

Более детальные расчеты подтвердили: ионные токи через мембраны и стенки растительных клеток должны генерировать ультразвук в диапазоне 100кГц-2МГц. Это то, что надо, а ведь для возникновения акустических потоков в деревьях не требуется синхронизация колебаний - достаточен ультразвуковой шум. (Расчет. - В.М.).

Теперь надо пытаться выявить все, что можно объяснить такими колебаниями. (Принцип компенсации и эквивалентности. - В.М.).

Снова хватаем книги по физиологии растительных систем. (Поиск литературы - В.М.). Существует неразрешимая проблема движения цитоплазмы в растительных клетках. Наш ультразвук запросто может такие движения вызывать: достаточно не-

скольким ионам калия, натрия, кальция пройти через каналы в мембране и изменить заряды на ней и в двойном электрическом слое. (Постановка задачи - эксперимент. - В.М.).

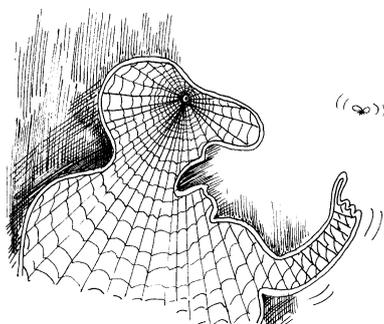
Дорогой читатель, известна байка, что один автор издал толстую книгу, в середине которой был следующий текст: "Каждый, кто дочитал до этого места мою книгу, может прислать свой адрес, и я вышлю ему 1000 долларов".

Так как я не могу выслать такую сумму, то обращаюсь к Вам, дорогой читатель, по аналогии. Каждый, кто прочитал эту книгу и решил одну-две задачи с помощью методики, пришлите эти решения по адресу: 198013, СПб., ул. Рузовская, д. 16, Центр "Изобретающая машина".

И они, эти решения, помогут автору или его последователям продолжить работу над усовершенствованием методики.

*Масштабность и значительность задач,
Огромность затевающихся дел -
Заметней по размаху неудач,
Которые в итоге потерпел.*

Игорь Губерман [146]



ГЛАВА 34. О СТРУКТУРЕ МОЛЕКУЛ БЕЛКА

Нас заинтересовала проблема - каким образом молекулы белка приобретают пространственную структуру, отвечающую функциональному назначению данного белка в клетке. Рассмотрим задачу по статье «Молекулярные дуэны» Елены Павшук [123].

Описание процесса, эффекта, явления. Выдвижение гипотезы. *"Простая цепочка из остатков аминокислот, соединенных амидными связями, изгибается, делает петли, завивается спиралью или укладывается зигзагами. Разные цепи или удаленные участки одной и той же цепи скрепляются нековалентными связями или дисульфидными мостиками по боковым SH-группам. Словом, образуется активная форма белка - фермент, катализирующий реакцию, структурный белок, вплетенный в волокно, рецептор на поверхности клетки, воспринимающий сигналы извне.*

Генетический код - аминокислотные последовательности белков, записанные нуклеотидами ДНК и РНК - давно уже превратился из сенсации в аксиому. Но до сих пор не найдено решение одной из самых увлекательных задач современной биохимии - не расшифрована «вторая часть генетического кода», которая связала бы между собой линейную последовательность аминокислот и пространственную форму приобретаемую белком. (Вспомните, Гурвич хотел узнать, как растет организм, а мы сейчас хотим рассмотреть только форму белка).

Если каждая аминокислота в белке соответствует тройке нуклеотидов в ДНК его гена (примерно так же, как звук музыкального инструмента соответствует нотному знаку), то вся последовательность аминокислот - это мелодия, которая накладываясь сама на себя, должна создать такие гармонические созвучия, которые соответствуют «биологической функции»

(то есть трехмерную структуру белка, способную выполнять свою задачу). Сравнение принадлежит американскому биохимику, лауреату Нобелевской премии Кристиану Анфинсену, экспериментально изучавшему эту гармонию и мелодии белка".

Вспомните 7 наших «нот». Белок сам отыскивает нужную конформацию, отвергая другую.

Проведение первого простого и изящного опыта. "Анфинсен поставил простой и изящный опыт. Препарат фермента рибонуклеазы подвергли химической денатурации - разрушали все дальние и ближние взаимодействия, стабилизирующие трехмерную структуру белка. Полипептидная цепь сбивалась в беспорядочный клубок со случайным набором связей, своим в каждой молекуле. Ферментативная активность препарата, естественно, резко падала. Интересно другое: после удаления денатурирующих агентов она восстанавливалась. Белок и вправду ренатурировал - находил нужную форму сам, причем не в клетке, а в пробирке, в водно-солевом растворе, не имел иной подсказки, кроме собственной аминокислотной последовательности. (Почему, как, где? - В.М.). Ответа нет. (Нет противоположного эксперимента. Не использованы аналогии, диссимметрия, ресурсы и т.д. - В.М.).

Поначалу опыты с другими белками, казалось, подтверждают выводы Анфинсена. Положение о спонтанной ренатурации белков вошло в учебники по биохимии.

Но вслед за правилом начали появляться исключения: не всем белкам удавалось вернуть утраченную форму - для некоторых условий денатурации так и не смогли подобрать. (Вот, что значит не провели противоположный эксперимент! - В.М.).

Конечно, активная форма любого белка просто обязана быть более стабильной, энергетически выгодной, чем неструктурированный белок. Однако начальные этапы верной и неверной укладки могут различаться по энергии незначительно. Тогда молекула случайно выбирает путь, сворачивания. Повезет - получится активная форма, не повезет...

Но полагается ли природа на везение? Или есть какие-то технологические секреты укладки, специальные приспособления, подсказки, помогающие в сложных случаях? (Это уже гипотеза - подсказка. - В.М.).

Секрет - это шаперон, дуэнья, посредник, но простой и активно участвующий.

Полипептидная цепь принимает форму, которую ей диктуют свойства, входящих в нее аминокислот. Важнейшая характеристика - отношение аминокислот к воде (гидрофильность, гидрофобность). (Диссимметрия - В.М.). В готовой глобуле или бел-

ковом комплексе, состоящем из нескольких субъединиц, гидрофобные участки цепей обычно упрятаны внутрь белка, подальше от молекул воды. (Диссимметрия - В.М.). А в водном окружении гидрофобные участки стремятся взаимодействовать друг с другом (Диссимметрия - В.М.). Могут соединяться и гидрофильные участки за счет образования водородных связей, электростатического притяжения разноименных зарядов. Участки белка, склонные к взаимному связыванию называют поверхностями взаимодействия.

Но порой эти поверхности взаимодействия проявляют излишнюю активность и могут образовывать «неправильные» связи. Тогда у молекулы начинаются неприятности - почти те же, что и у юной девицы, не обученной манерам.

Если неверная связь соединила два участка одной цепи, вместо ожидаемой активной формы возникает совсем другая, не обладающая нужными свойствами; как говорят, искажается углеродный скелет белка. Кроме того, белок со свободными связями, как и юная незамужняя барышня, не в чистом поле находится - в светском обществе других белков.

Достаточно столкнуться с каким-нибудь из них, также не достроившим свою трехмерную структуру, будь то зеленый новосинтезированный полипептид или потрепанный продукт денатурации, и... Совершенно верно - возникает незаконная связь между белками, они слипаются как попало! Тут без дуэньи не обойтись!

Попробуем перечислить случаи, когда белок можно застать в столь не прибранном виде - неуложенным, самыми интимными местами наружу. (Далее начинаются перечисления начальных условий или когда есть готовность к реакции. Я это опускаю. - В.М.).

Во-первых, сразу после рождения, белок, как известно, синтезируется на рибосоме наращиванием аминокислот от N-конца цепи (несущего свободную аминогруппу) к C-концу (несущего карбоксильную группу). Значит, из двух участков цепи, которые в готовом белке будут связаны, раньше появится тот, который ближе к N-концу, и, хочешь - не хочешь, какое-то время он будет открыт. А иногда и законченная цепь не торопится приобрести нужную форму и томно колышет обнаженными поверхностями связывания. (У дрожжей, к примеру, синтез одной белковой цепи занимает около двух минут, а укладка различных белков от миллисекунд до 2-х часов).

Во-вторых, когда белок просачивается через мембрану, он вынужден хотя бы частично развернуться - трехмерная струк-

тура просто застряла бы, как застревают в шитье узел на нитке.

В-третьих, многим сложным белковым комплексам по долгу службы приходится раз за разом собираться, потом разваливаться на отдельные субъединицы (в этот момент их участки связывания, естественно, открыты, хотя каждая из частиц ничуть не повреждена), а потом без ошибок собираться снова в нужном месте и в нужное время. Во всем этом кто-то должен им помогать.

В четвертых, и у клетки бывают стрессы, экстремальные ситуации вроде теплового шока. От перегрева белки теряют свою структуру, денатурируют, затем беспорядочно слипаются. Однако, тепловой шок (или хит-шок) не всегда губителен. Ответ живой клетки на перегрев - удивительное явление, клад для биохимиков и генетиков. (Это задачи, которые еще требуют решения. Далее идет перечень этапов, на которых возможны стрессы. Рассматривается влияние температуры близлежащих молекул и т.д. - В.М.).

Надо отметить, что новосинтезированный белок, который впервые приобретает свою трехмерную структуру, зачастую справляется с этой задачей лучше, чем тот же белок, утративший трехмерную структуру в течение жизни (Еще одна новая задача - почему? - В.М.) N - конец цепи, возникший прежде C - конца, далеко не всегда мешает - в некоторых случаях он управляет укладкой всего белка. Получается, что одна часть молекулы - наставник, а другая воспитанник. (Пример диссимметрии. - В.М.).

Кроме того, даже скорость синтеза может регулировать укладку. Какие-то участки цепи выстраиваются быстрее, какие-то медленнее, и это тоже становится подсказкой при поиске нужных связей. (Пример диссимметрии по скорости. - В.М.).

Но денатурированные белки лишены и таких подсказок.

В перечисленных ситуациях, критических для пространственной структуры белка, исследователи встретились с некими белками (Случайно или их предсказали, или их искали и нашли? - В.М.), которые выполняли, по-видимому, одну и ту же задачу у всех живых существ (от бактерии до человека) - снижали число ошибочных связей.

Наставницы невоспитанных белков. (А кто же собирает шапероны? - В.М.). В 1978г. слово «шаперон» впервые появилось в научной литературе - в статье посвященной белку нуклеоплазмину из ядра яйцеклеток шпорцевой лягушки. Нуклеоплазмин регулирует сборку нуклеосом - бусин, на которые намотана ДНК в

хромосоме и которые состоят из особых ядерных белков, называемых гистонами. Во время репликации ДНК, когда две ее нити расходятся и идет удвоение молекулы, нуклеосомы разобраны, а затем они формируются заново. (Раньше я думал, что ДНК не имеет оправки, а если она есть, то должно быть и взаимодействие - это диссимметрия – В.М.).

Так вот оказалось, что правильная сборка нуклеосом (бусин) возможна только в присутствии нуклеоплазмина, однако он сам в состав готовой нуклеосомы не входит. Нуклеоплазмин взаимодействует со свободными гистонами и, очевидно, экранирует их положительные заряды. После этого они уже не налипают как попало на отрицательно заряженную нить ДНК - идет аккуратная сборка. Итак, нуклеоплазмин оберегает своих подопечных от рискованных шагов, устраивает «подходящую партию» и, как только связи установились, скромно удаляется. И в самом деле - настоящий шаперон! Постепенно выяснилось, что белки, помогающие другим белкам формировать правильные трехмерные структуры - необходимая составляющая любой живой клетки. (Аналогия - катализ). В 1987г. Р. Дж. Эллис профессор университета в Ковентри выделил под общим названием - «шапероны» семейство таких белков. Список таких белков-шаперонов постоянно пополняется, но на сегодня подробно изучены представители четырех классов семейства (каждый из них объединяет белки, сходные между собой по аминокислотной последовательности). Это нуклеоплазмины - родичи того белка, что первым получил название шаперона, шапероны-бактерии (и похожие на них шапероны высших организмов) и два класса шаперонов, названных по их представителям - белкам hsp70 и hsp90 (от Heat Shock Protein - белка, чей синтез начинается в ответ на повышение температуры; цифры означают молекулярную массу белка в килodalтонах). Шапероны теплового шока распутывают и восстанавливают денатурированные нагреванием белки.

Вскоре обнаружилось, что один и тот же шаперон может помогать сборке различных белков (хотя каждый шаперон, по видимому, имеет ограниченный круг клиентуры). Более того, шапероны могут работать с белками - чужими для клетки. Поразительный пример - бактериальные шапероны csp60 и csp10, которые собирают из субъединиц фаговые частицы, иными словами, помогают размножаться вирусу, проникшему в бактерию. (Это означает, что те силы, которые образуются от зарядов (полей), работают независимо от природы вещества, а только от противоположных зарядов (полей).-В.М.). Вот что получается, когда молекулярной дуэнь не удается сдержать свой педагогический

зуд и врага, на свою же голову, научит жить. (Этот факт имеет место и в жизни. - В.М.).

В отсутствие шаперонов фаги сформироваться толком не могут, их белки беспорядочно слипаются на клеточной мембране. Эти шапероны участвуют и в делении клетки, и в секреторных процессах и противостоят хит-шоку. (Не означает ли помощь врагу, что шапероны вынуждены это делать? - В.М.).

Так что же служит сигналом, дескать, белку требуется воспитательница? Возможно, шапероны распознают открытые поверхности взаимодействия, гидрофобные «пятна» в водной среде. Тогда, правда, непонятно, чем руководствуется шаперон, который разбирает белковые агрегаты (есть и такие). Но во всяком случае никакой конкретной информации о конечной структуре каждого своего воспитанника шаперон не имеет - не бывает, например, его пространственным негативом, формочкой для укладки. Скорее, связываясь с белком, шаперон облегчает ему правильную укладку тем, что затрудняет неправильную, - может быть, закрывает собой активные участки, способные к ошибочным взаимодействиям! (Все это - задача, а последнее - гипотеза. -В.М.).

Т.о. положение Анфинсена о самостоятельности ренатурации остается в силе. Профессор Эллис заметил по этому поводу: "В человеческом обществе шапероны также не обладали той информацией, которую люди используют при общении."

Ведь наставница скромной девы не обязана что-то знать о будущем медовом месяце, о всяких ласковых прозвищах и поцелуях в носик. Ее дело - пресекать и искоренять все, что скромной деве не подобает. (А может для шаперонов есть свой источник их производства, по аналогии с эритроцитами? - В.М.).

Строение бактериального шаперона. *Галантные биохимики, рассмотрев электронные микрофотографии бактериальных шаперонов (тех самых, которые помогают сборке фагов) сравнили увиденное с двойным пончиком (double donut), т.е. с двойным тором, бубликом. Два бублика, сложенные вместе, дырка к дырке - типичная структура многих шаперонов (рис. 60) из этого класса; так выглядят srp60 пурпурной бактерии, GroEL кишечной палочки, шапероны митохондрий высших эукариот, шапероны хлопчатобумажных волокон. Каждый бублик состоит из семи или восьми субъединиц. На двух кольцах может лежать еще и третье, поменьше, - из семи маленьких субъединиц.*

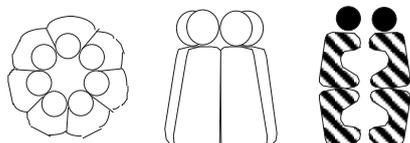


Рис. 60 Портреты и краткие биографии шаперонов [123].

Нелегкий труд шаперона требует затрат энергии, которую они получают от АТФ, причем связывание шаперона с белком усиливает его АТФазные свойства. Работу шаперона можно представить в виде нескольких этапов: предварительная частичная укладка белковой цепи, слабое связывание белка с комплексом АТФ - шаперон, гидролиз АТФ до АДФ и основная укладка белка, который прочно «залипает» на АДФ - шаперонном комплексе, замещение АДФ на АТФ и освобождение готового белка.

(По ЗПЧС энергия получается от АТФ. Один источник - и для белка и для шаперона, т.е. автор рассматривает процесс. - В.М.).

Какие-то детали этой картины могут оказаться упрощенными или невозможными, но, вероятно, в общих чертах она соответствует действительности. Мы упоминали о существовании шаперонов, которые не только препятствуют возникновению неверных связей, но и разрывают уже возникшие. (Сборка, разборка - прямой, противоположный. - В.М.). Именно так они распутывают конгломераты денатурированных белков, возникающие при хит-шоке или разбирают «правильные» белковые агрегаты, отслужившие свое. (Что значит отслуживший? Что он постарел? - В.М.).

Близкий родственник hsp70 - шаперон, принадлежащий к тому же классу, называется «раздевающая (un coating) АТФаза» А раздевает он (совмещая обязанности дуэньи и горничной) окаймленные везикулы - мембранные пузырьки, в которых разные вещества путешествуют по клетке. (Причем совмещение, объединение - раздевать помогать строить структуру - диссимметрия с противоположными свойствами - В.М.). Происходит это так: клеточная мембрана может натягиваться на любой каркас, принимая его форму, а такие каркасы строит белок клатрин (его субъединицы садятся на мембрану изнутри и сплетаются в широкую сеть с шестиугольными ячейками). Поскольку каждая субъединица слегка вогнута, то есть получается не плоская, а вогнутая внутрь клетки. (Аналогия - паук и его сеть для поимки мух. - В.М.).

По мере разрастания клатриновой сети мембрана тоже вытягивается внутрь, и в конце концов кусок ее отрывается и замыкается в пузырек. А что в пузырьке? Все, что было возле мембраны по другую сторону от клатриновой сети. Вот так, например, амеба заглатывает капельку воды с питательным веществом. Этот пузырек, плывущий в клеточной цитоплазме, и называется окаймленной везикулой. (На электронных микрофотографиях они видны как кружочки с мохнатой клатриновой каймой, которая резко отличает их от пузырьков из «голой» мембраны). Но как быть, когда окаймленная везикула достигает места назначения? (Кто ее доставил, кто указал путь, кто заставил образовать везикулу? - В.М.).

Пузырек должен слиться с мембраной внутриклеточного отсека, чтобы забросить туда свое содержимое. Ясно, что первым делом надо удалить клатриновую оболочку. Здесь и начинается работа раздевающей АТФазы. Субъединица клатрина называется «трискелион» - трехножка по-гречески. Этими ножками трискелионы сцепляются друг с другом, образуя ячейки вогнутой сети. Шаперон, как и положено дуэньи, отжимает ножку от ножки, разрушает связи между мономерами и сеть рассыпается, освобождая мембранный пузырек. Одновременно шаперон ведет гидролиз АТФ, за что он и получил свое название.

(А куда делась мембрана? Куда делись трехножки? - В.М.).

Пока мы очень мало сказали о шаперонах, которые помогают белкам пролезать сквозь мембраны митохондрии и хлоропластов. Органеллы эти до известной степени автономны, у них, в частности, есть свой геном и свой аппарат белкового синтеза. Отсюда возникла гипотеза, утверждающая, что клетки современных растений или животных - продукт симбиоза: их митохондрии и хлоропласты могут быть потомками древних микроорганизмов, «проглоченных» и прирученных более крупной клеткой.

С тех пор, однако, организмы основательно отвыкли от вольной жизни. Многие белки, необходимые им, ныне закодированы в ядре, и синтезируются централизованно, вместе со всеми клеточными белками. Вот эти-то импортные белки органелл - продукция Большого Симбиотического Брата - и просачиваются через мембранные каналы в полуразвернутом виде. Значит, кто-то должен помочь белку развернуться перед выходом в канал, а кто-то принять белок внутри, придать ему правильную форму. (Вход-выход, выпрямление перед входом и свертывание после выхода. - В.М.).

Тут мы опять встречаемся со старыми знакомыми. Белки, которые направляются в митохондрии, развертывает *hsp70*, а внутри их встречает митохондриальный шаперон - «двойной пончик». И вот что интересно: шаперон митохондрии тоже закодирован в ядерном геноме и в митохондрию приходит снаружи, в развернутом виде. Оказалось, что шаперон сам нуждается в наставнике, чтобы обрести правильную форму! Если в митохондрии шаперон испорчен или его нет - сколько бы клетка ни синтезировала исправный шаперон, сколько бы его ни приходило сквозь мембрану, внутри он не сможет собраться в «пончик». Иначе говоря, чтобы импортировать шаперон в митохондрию, надо, чтобы он там уже был. Здесь нет противоречия: ведь органы клетки размножаются делением. (Все это любопытно! - В.М.).

Вывод. Итак, что же мы приобрели, познакомившись с шаперонами, наставниками белков?

Разглядели еще одну ступень на пути от линейного текста ДНК к разнообразным пространственным формам белков. Узнали, почему система искусственного белкового синтеза может выдавать совершенно неактивный продукт, хотя и без единой аминокислотной опечатки. (Может быть, теперь эту печальную для специалистов по белковой инженерии картину, удастся изменить, если к гену желаемого белка добавить ген шаперона или после синтеза белковой молекулы обработать ее шапероном? Тогда стало бы возможным получение многих лекарств, которые до сих пор не даются нам в руки).

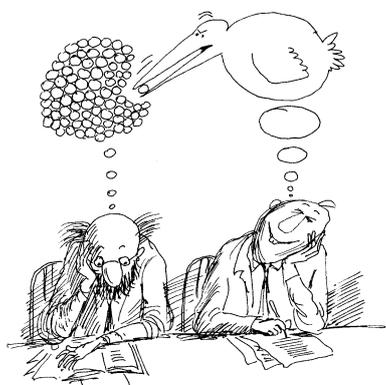
А сами шапероны - как лекарства, а мутации в их генах - как причины болезней - все эти темы ждут своих исследователей. (Задачи! - В.М.). У млекопитающих, например, есть шапероны, регулирующие сборку антител. Интересно было бы узнать, как нарушение их работы отразится на иммунитете. Да и двусмысленные отношения бактериальных шаперонов с фагами внушают подозрения - вдруг шапероны высших организмов, в частности наши с вами, помогают вирусам?

Конечно, мы пока маловато знаем о молекулярных дуэньях. Остается неясным, как они находят своих воспитанников, что происходит между шапероном и белком в момент укладки цепи. Ну что же, загадочность к лицу столь романтической профессии. Создавать и разрушать связи всегда удобнее в сумерки и под густой вуалью. Проводим глазами соблазнительные очертания «двойного пончика» и подождем новых известий. Как знать, может быть, при более тесном знакомстве мадам Шаперон будет откровеннее".

В [124] описываются наблюдения о том, как белок принимает пространственную форму без участия шаперонов.

*Опять весной мечты стесняют грудь,
Весна для жизни – свежая страница,
И хочется любить кого-нибудь,
Но без необходимости жениться.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 35. О НОБЕЛЕВСКОЙ ЛЕКЦИИ РИЧАРДА ФЕЙНМАНА

Я много раз начинал и бросал читать книгу Ричарда Фейнмана «Характер физических законов» [2]. Почему? Я, по-видимому, был не готов к ее прочтению. Мне становилось скучно, она меня не заинтересовывала, много было непонятого. Прошло 27 лет с момента ее приобретения. Я уже много написал для этой книги, и вдруг меня как будто что-то подтолкнуло - возьми и прочти, да не просто прочти, а отметь в ней, особенно в Нобелевской лекции то, что может помочь другим. Сам Р. Фейнман противоречив. Иногда он утверждает, что научиться решению научных задач нельзя. В другом месте он говорит: «Нам негде, не уронив своего достоинства, рассказать на страницах печати, как на самом деле удалось получить тот или иной результат, хотя в наши дни уже обнаруживается интерес к вещам подобного рода». Очевидно, очень интересно узнать, как удастся решить научные задачи, но очевидно также, что здесь встречается масса трудностей. Каждый знает, что восстановить в памяти все мелкие и даже мельчайшие нюансы появления идей нельзя. Каждый работает в своей узкой области науки и частенько понять о чем идет речь в сообщении довольно трудно. И, наконец, мы все имеем собственное мышление, которое может не согласоваться с тем, что мы читаем, и мы можем не воспринимать прочитанное. И, наконец, у каждого свой уровень развития, знаний, понимания, готовности к восприятию и т.д. И тем не менее мне представляется, что более ста «отловленных» мной мест в лекции Р. Фейнмана, могут подсказать, помочь в нашей деятельности. Эти места посвящены не только физике, математике, но и психологическому восприятию самим Р. Фейнманом отдельных проблем. Далее я цитирую наиболее интересные места книги Фейнмана со своими

комментариями, где пытаюсь найти связь с методикой нашего подхода к решению научных задач.

"В конце концов, я понял, в чем заключается основная проблема дня - в том, что квантовая теория электричества и магнетизма была не совсем удовлетворительной. Об этом я узнал из книг Гайтлера и Дирака.

Некоторые замечания из этих книг вдохновляли меня. Это были совсем не те параграфы, где все доказано, тщательно обосновано и рассчитано, так как в этом мне было еще трудно по-настоящему разобраться. Я был тогда молод, и мне понятнее были замечания о том, что все это противоречит здравому смыслу, а последнюю фразу из книги Дирака я помню еще и сегодня: "По-видимому, здесь нужны принципиально новые физические идеи". В таких словах я видел вызов, они воодушевляли меня.

Кроме того, мне казалось, что поскольку никто не знает удовлетворительного решения задачи, которой я хотел бы заниматься, мне не обязательно утруждать себя изучением того, что уже известно.

Но из книг я понял, что все затруднения теории квантовой электродинамики проистекали из двух обстоятельств.

Так или иначе, я считал, что все трудности каким-то образом связаны одновременно и с действием электрона на самого себя и с бесконечным числом степеней свободы поля.

(Так была выбрана задача, появилось вдохновение, воодушевление. Вызов был принят. - В.М.).

Мой общий план состоял в том, чтобы сначала решить классическую задачу, освободиться от бесконечной собственной энергии в классической электродинамике, а затем, после того как я на этой основе построю квантовую теорию, все должно было устроиться самым чудесным образом.

Моя идея показалась мне настолько логичной и настолько изящной, что я влюбился в нее без памяти.

Уже аспирантом я по ходу дела узнал о кричащем и очевидном упущении своей теории. Но я все еще был влюблен в нее и все еще верил, что она приведет нас к разрешению всех трудностей квантовой электродинамики.

Поэтому я все время пытался спасти ее - то так, то этак. Мне нужно было, чтобы, когда я ускорил электрон, на него оказывалось какое-то воздействие, объясняющее возникновение реакции излучения.

И вот, в один прекрасный день, когда я работал у профессора Уилера и никак не мог решить задачу, которую он мне задал, я стал думать об этом снова и снова и начал решать следую-

щую задачу.

Предположим, имеется два заряда. Качнем один из них, тот, который мы считаем источником.

Конечно, у меня ничего не получилось, и я пошел к профессору Уилеру и рассказал ему о своих мыслях. (Есть к кому идти! - В.М.). Он сказал мне: "Да, но ответ для вашей задачи с двумя зарядами..."

"Наверняка он сам занимался такими расчетами," - подумал я тогда. Теперь же, когда я сам стал профессором, я знаю, что человек, умудренный опытом, может сразу увидеть то, на выявление чего у аспирантов уходит несколько недель.

И вдруг я понял: до чего же я глуп. Ведь то, о чем я говорил и что я вычислял, было просто отраженным светом, а не силой радиационного торможения.

Но насколько я был глуп, настолько умен был профессор Уилер. Он продолжал читать мне лекцию, как будто продумал все уже раньше, и был полностью подготовлен к нашему разговору.

На самом деле это было не так, он сам разбирался во всем лишь в ходе нашего разговора.

"Во-первых, - говорил он, - предположим, что обратное действие зарядов из поглощающего экрана..." (Он сопоставил прямое и обратное действие! - В.М.). К тому времени я был уже в достаточной мере физиком, чтобы сказать: "Ну, нет этого не может быть. Ведь сегодня после Эйнштейна и Бора все физики знают, что иногда идея, кажущаяся с первого взгляда совершенно парадоксальной, может оказаться правильной после того, как мы разберемся в ней до мельчайших подробностей и до самого конца и найдем ее связь с экспериментом."

Теперь, если предположить, что опережающие волны отражаются от поглощающего слоя без преломления (почему? - не знаю, просто предположим, что они не преломляются, и все тут), то разность фаз между отраженной и исходной волнами будет постоянно расти.

Чем меньше электронов в этом слое, тем меньше будет вклад в обратное действие каждого электрона, но в тоже время - тем толще будет слой, заметно влияющий на источник. (Это - противоречие - В.М.).

Мне удалось выяснить, что правильный результат получается в том случае, когда опережающее и запаздывающее поля, генерируемые каждым источником, берутся в равных пропорциях (т.е. когда мы пользуемся тем решением уравнений Максвелла, которое симметрично во времени) и что причина, по которой мы

не наблюдаем никаких опережающих эффектов в точке, близкой к источнику, несмотря на то, что источник генерирует опережающее поле, заключается в следующем...

На то, чтобы проверить все это, ушли многие месяцы. Мне нужно было показать, что результат не зависит от формы экрана и других подобных факторов, что соотношения оказываются совершенно правильными и что эффект опережающих воздействий действительно исчезает во всех случаях.

Из-за того, что мы пользовались опережающими волнами, мы сталкивались, естественно, с многими кажущимися парадоксами, которые нам удалось решить один за другим, пока мы окончательно не убедились, что в нашей теории действительно не было никаких логических погрешностей.

Мы выяснили, что все это можно сформулировать еще и по другому - с использованием принципа наименьшего действия.

Благодаря тому, что взаимодействие было принято точно наполовину опережающим и наполовину запаздывающим, оказалось возможным сформулировать такой принцип наименьшего действия, который не удастся получить, если считать взаимодействие лишь запаздывающим. В столь простом выражении содержалась вся классическая электродинамика.

Единое общее поле, сумма всех индивидуальных полей уже не годилась. Такая же идея была высказана ранее Френкелем по этому мы назвали эти поля - полями Френкеля. (Почитают других ученых! - В.М.).

Сами собой напрашивались разные интересные видоизменения электродинамики. (Автор не говорит, как это - сами собой? - В.М.).

Кроме того, нам пришло в голову... (как? - В.М.).

Таким образом, при желании мы могли бы построить другую теорию с еще более простым выражением для действия A .

Мне хотелось подчеркнуть, что тогда я уже начал привыкать к физической точке зрения, отличной от общепринятой.

Как правило, обычно подробно исследуют развитие процессов во времени.

Этот метод, метод динамических дифференциальных уравнений, в дальнейшем я буду называть методом Гамильтона.

Поведение природы мы определяем, указывая, что ее пространственно-временной путь в целом обладает такими-то и такими-то свойствами.

Такой взгляд на вещи дал нам один побочный продукт. Однажды в аспирантуру в Принстоне мне позвонил профессор Уилер и сказал: "Фейнман! Я знаю почему у всех электронов одинаковый заряд и одинаковая масса." - "Почему же?" - "Потому, что все это один и тот же электрон". И затем он тут же по телефону объяснил. (Общение. Уилер звонит аспиранту, он не может не позвонить! - В.М.).

"Но, профессор, - говорю я, - позитронов ведь не столько, сколько электронов." (ключ **Ди**- В.М.). "Ну, может они спрятаны в протонах или еще где-нибудь", - говорит Уилер. Должен признать, к его идее о том, что все электроны это на самом деле всего один электрон, я отнесся менее серьезно, нежели к его идее о том, что позитрон можно представить себе просто-напросто как электрон, возвращающийся из будущего в прошлое по обратным участкам мировых линий. Эту, вторую идею я просто украл!

В общем, когда разобрался во всем этом, у меня, как физика, оказалось два ценных приобретения. Во-первых, я узнал, много различных способов записи законов классической электродинамики, совершенно разное их математическое выражение. Я научился описывать объект исследования всеми способами. Во-вторых, у меня выработалась своя точка зрения (единая пространственно-временная точка зрения) и пренебрежение к гамильтоновым методам описания физических явлений.

Здесь мне хотелось бы прервать свой рассказ и сделать одно замечание. То, что электродинамику можно построить столькими различными способами, - на основе дифференциальных уравнений Максвелла, на основе различных принципов наименьшего действия с полями, на основе различных принципов наименьшего действия без полей, всеми различными способами - об этом я знал, но никогда не понимал этого до конца. Мне всегда казалось странным, что самые фундаментальные законы физики, после того как они уже открыты, все-таки допускают такое невероятное многообразие формулировок, по первому впечатлению не эквивалентных, и все же таких, что после определенных математических манипуляций между ними всегда удается найти взаимосвязь.

Я не знал, чем это можно объяснить - это остается для меня загадкой, но я познал это на своем собственном опыте. Всегда можно сказать то же самое по-другому и так, что это будет совсем непохоже на то, как вы говорили об этом раньше. Я не знаю в чем тому причина.

Я не знаю, что должно означать это желание природы выбирать такие любопытные формы. Но, может быть, в этом и состоит определение простоты. Может быть, вещь проста только тогда, когда ее можно исчерпывающим образом охарактеризовать несколькими различными способами, еще не зная, что на самом деле ты говоришь об одном и том же.

Я был совершенно уверен в том, что мне осталось только построить квантовую теорию, аналогичную классической - и тогда все трудности будут раз и навсегда разрешены.

Но универсального способа преобразования классической механики в квантовую теорию не существует, хотя большинство учебников и пытается убедить вас в этом.

Но я все же искал решение и испробовал разные пути. Один из них был такой...

Гармонический осциллятор слишком прост: очень часто вы можете выяснить, что с ним будет в квантовой теории, и не получить при этом никакого ключа к тому, как этот результат можно обобщить на другие системы. Так что в этом было мало проку.

Но однажды, когда я все еще мучился над этой задачей, я решил пойти на вечеринку «на пиво», в таверну «Нассау» в Принстоне. Там же был и только что приехавший из Европы Герберт Йеле, который подсел ко мне за столик (Случайность? - В.М).

По-видимому, европейцы гораздо серьезнее нас, американцев, потому что и вечеринка им кажется вполне подходящим местом для научных разговоров.

Я спросил его: "Послушайте, а вы не знаете метода квантования, отправляющегося от действия - когда в квантовой механике используется интеграл действия?" - "Нет, - ответил Йеле, - но у Дирака есть статья, в которой он использует в квантовой механике по крайней мере Лагранжиан. Я покажу вам ее завтра."

В ней Дирак утверждал следующее. В квантовой механике имеется исключительно важная величина, осуществляющая преобразование волновой функции, определенной в один момент времени, в волновую функцию, определенную в другой момент времени, не при помощи дифференциального уравнения, а другим эквивалентным образом.

Так вот, в своей статье Дирак указывал, что в классической механике этой функции K аналогична величина, которая равна...

Я прочел статью. Он мне ее объяснил, и я спросил его: "А что он имеет в виду, когда говорит, что они аналогичны? Что значит аналогично? Как это можно использовать?"

"Вы американцы, всегда так! - ответил профессор. - Всегда вы пытаетесь во всем найти какую-то пользу!" Я сказал ему, что Дирак, должно быть хотел сказать, что они равны. "Нет, - объяснил он мне, - он не имел в виду, что они равны."

"Ладно, - сказал я, - давайте посмотрим, что выйдет, если мы их приравняем друг другу." (Вспомните Р. Вуда, который сразу смотрел какую пользу можно извлечь и сразу начинал действовать. Вспомните Лэнгмюра, который после доклада Р. Вуда о рекомбинации водорода на вольфраме, буквально через несколько дней оформил заявку на патент - водородная сварка. - В.М.).

Итак, я просто приравнивал эти два выражения, выбрав в качестве простейшего лагранжиан, а затем я взял интеграл, пользуясь разложением в ряд Тейлора, и у меня получилось уравнение Шредингера. Я повернулся к профессору Йеле, еще не понимая по-настоящему, что произошло, и сказал ему: - "Вот видите, профессор, Дирак хотел сказать, что они пропорциональны." У профессора Йеле просто глаза полезли на лоб - он выхватил маленькую записную книжечку и начал быстро списывать с доски, говоря: - "Нет, нет, это важное открытие. Вы, американцы, всегда стараетесь выяснить, как можно что-то использовать. Это отличный способ делать открытия!"

Я думал, что пытаюсь выяснить смысл сказанного Дираком в его статье, а оказалось, что сделал открытие: то, что Дирак считал аналогичным в действительности было равным.

Спустя день или около того, когда я лежал в постели и думал обо всем этом, я представил себе, что же произойдет, если я захочу вычислить значение волновой функции через конечный промежуток времени.

Это ведь очень похоже на римановское определение интеграла $\int dt$; вам просто нужно взять значение подинтегральной функции в каждой точке и сложить их.

Наконец-то мне удалось найти основное выражение для квантовой механики, в которое входило непосредственно действие S .

Позднее это натолкнуло меня на мысль об амплитуде для траектории...

Таким образом, появился новый, третий способ описания квантовой механики, который внешне ничем не напоминал формулировок Шредингера или Гейзенберга, но был им полностью эквивалентен.

Мне прямо-таки не терпелось, конечно, подставить вместо действия (2) свое выражение (1).

Но хотя я и не мог решать релятивистских задач, я очень хорошо справлялся со световым или фотонным взаимодействием.

Просто это натолкнуло меня на новую мысль.

Я провел целый ряд проверок.

Таким образом, самые различные расчеты указывали на то, что, вне всякого сомнения, мне удалось все выправить. Теперь было нетрудно догадаться, как видоизменить электродинамику, если кому-нибудь это потребуется.

И все же, когда я разделялся со всем этим и исследовал разные формы и различные краевые условия, у меня возникло какое-то странное чувство, что здесь не все благополучно. В чем именно было дело, я не знал, и в один из коротких периодов, когда мне казалось, что все улажено, я опубликовал диссертацию, защитил ее и получил степень доктора.

Во время войны мне было некогда работать над этими вещами, но по дороге в автобусе и т.д. я то и дело задумывался над этим, царапая формулы на клочке бумаги, и действительно обнаружил, что в моей теории не все благополучно, далеко не все благополучно.

Оказалось, что при попытке обобщить теорию с «хороших» лагранжианов типа (2) на случай лагранжианов типа (1), величины, которые я определял как энергию, или другие величины такого же типа оказываются комплексными.

Я мечтал о том, как, будь я поумнее, я нашел бы выражение для амплитуды траектории, которое было бы изящным и простым для всех трех измерений. пространства и четвертого времени.

Я все же хочу рассказать вам о некоторых из моих неудачных попыток, которые потребовали от меня почти столько же усилий, как и те, что оказались успешными.

В общем за несколько лет моих занятий квантовой электродинамикой у меня накопился, я бы сказал, значительный опыт. По крайней мере я знал много различных вариантов ее формулировки - с использованием интегралов по путям от действия и в других видах.

Таким образом, я обладал тем преимуществом, что у меня была явная ковариантная форма квантовой электродинамики, возможные пути ее модификации и т.д. Недостатком же моей теории было, то что если бы я принял ее слишком серьезно, я сразу натолкнулся бы на неприятности, связанные с тем, что энергия оказывается комплексной, полная вероятность меньше единицы и т.д.

Но тут Лэмб поставил свой опыт, измерив разность частот уровней $2S_{1/2}$ и $2P_{1/2}$, которая оказалась равной приблизительно 1000 МГц. Профессор Бете, с которыми я тогда работал в Корнельском университете, это такой человек: если имеется какое-то хорошее экспериментальное число, он непременно должен получить его из теории. (Вспомните, в перенапряжении водорода на катоде есть много чисел этого напряжения, но теоретического расчета нет. По-видимому, нет своего Бете. - В.М.).

Бете, предполагая, что с учетом релятивистских эффектов все будет сходиться, произвел необходимые вычисления и получил для лэмбовского сдвига величину порядка тысячи мегагерц, совершив, таким образом, наиболее важное открытие за всю историю квантовой электродинамики.

Все это он сделал в поезде по дороге из города Итака, штат Нью-Йорк, в город Скенектеди, откуда он взволнованно позвонил мне, чтобы рассказать о своем результате, который я тогда, кажется, не оценил по достоинству.

Вернувшись в Корнельский университет, он прочел об этом доклад. На докладе он рассказал, как трудно не сбиться и не упустить из виду, чему соответствует каждый бесконечный член, когда пытаешься вводить поправки на бесконечно большие изменения массы.

Вот если бы существовала какая-нибудь модификация метода говорил профессор Бете, хотя бы даже физически не оправданная...

После лекции я подошел к профессору Бете и сказал ему: "Я знаю, как делать то, о чем вы говорили, и расскажу вам об этом завтра".

Вот что интересно. Я совсем не следовал совету профессора Йеле - всегда искать, как-то или иное можно использовать. Я еще ни разу не пытался решать ни одной релятивистской задачи при помощи всего того аппарата, который я соорудил.

Я же рассказал ему, как можно релятивистски инвариантным образом модифицировать электродинамику, чтобы в результате не было никаких расходимостей. Мы произвели необходимые выкладки и вместо интеграла, который расходился как логарифм, получили другой интеграл, расходившийся как шестая степень.

Я стал ломать голову над тем, что произошло, прикидывая и так и этак, в чем же дело, в чем причина неудачи, так как в физической стороне вопроса для меня не было сомнения - все должно было получиться конечным.

Я просто представить себе не мог, как у меня получилась бесконечность. Задача казалась мне все более и более интересной, и, наконец, я пришел к мысли, что мне нужно научиться самому считать.

Оказалось, что все самым чудесным образом сходится и оказывается конечным, как я и предполагал с самого начала. Профессор Бете и я так потом и не смогли сообразить, где же мы тогда, два месяца тому назад, ошиблись, вычисляя интеграл на доске.

Так или иначе, это приключение заставило меня еще раз пересмотреть всю мою теорию и еще раз убедиться в том, что с физической точки зрения здесь все безупречно.

Остальная часть моей работы состояла лишь в том, чтобы усовершенствовать существовавшие тогда методы расчетов.

Я ввязывался в бесконечные споры, так как не понимал, что мои собеседники не понимают этого.

Но в конце концов вся их кропотливая работа с продольными волнами всегда давала тот же результат, что и простое суммирование не по двум поперечным направлениям поляризации, а по всем четырем направлениям.

Правда, один важный шаг был новым с физической точки зрения. Дело в том, что мне доставило массу логических трудностей дираковское море состояний с отрицательной энергией. Я почти совсем запутался и тогда вспомнил старую идею Уилера о том, что позитрон - это электрон, возвращающийся из будущего в прошлое.

Я старался показать вам, что вначале все эти усовершенствования релятивистской теории были лишь более или менее очевидным полуэмпирическим ухищрением. Но всякий раз, когда я находил что-нибудь новое, я возвращался назад, проверял себя на всевозможных решенных задачах электродинамики (а позже и мезонной теории со слабой связью), убеждался в полном согласии старых и новых результатов, пока, наконец, я не был абсолютно уверен в справедливости каждого правила и каждого предписания, которые я выдумывал для облегчения работы.

Меня заинтересовала возможность применения моего подхода к теории возмущения в этой новой мезонной теории.

А для того, чтобы действительно разобраться по имеющейся литературе в том, что же означают все эти понятия, мне попросту не хватало знаний, так как в тогдашней теории, все эти понятия определялись при помощи операторов рождения и уничтожения частиц, в которых я очень слабо разбирался. Помню, что как только кто-то начал рассказывать мне об опе-

раторах рождения и уничтожения, о том, что первый из них порождает электрон, я сразу возразил: "Как это можно породить электрон? Ведь тогда нарушится закон сохранения заряда." - и с того момента у меня появилось предубеждение против этой исключительно полезной с практической точки зрения методики расчетов.

Однажды на заседании Физического общества разгорелся спор о правильности расчетов взаимодействия электрона с нейтроном, выполненных Слотником на основе псевдоскалярной теории с псевдовекторной связью, а также псевдоскалярной теории с псевдоскалярной связью. Слотник обнаружил, что результаты того и другого расчета неодинаковы. Это было то, что мне нужно, я мог проверить свои догадки и выяснить, действительно ли я понимаю, в чем сущность этих двух связей.

И вот я отправился домой и за один вечер решил задачу электронного рассеивания на нейтронах для случаев псевдоскалярной и псевдовекторных связей, нашел, что решения не совпадают, вычел одно из другого и подробно исследовал разность (Диссимметрия - В.М.).

Я встретил Слотника и сказал ему: "Знаете, вчера вечером я решил вашу задачу. Мне хотелось посмотреть, получится у меня то же, что и у вас, или нет. У меня, как и у вас, получился разный ответ для разных типов связей, но мне хотелось бы подробно посмотреть мое решение вместе с вами, потому что я хотел бы убедиться в правильности моего метода." - "Как это вчера вечером? - изумился Слотник. - У меня на это ушло шесть месяцев." ...а в результате получились ответы, совпадающие с ответами Слотника. Но у него ушло шесть месяцев на то, чтобы решить задачу, а я решил задачу при произвольной и конечной передаче импульса за один вечер.

Это был волнующий момент, все равно как вручение Нобелевской премии, так я, наконец, убедился в том, что у меня в самом деле есть стоящий метод, и я знаю, как решать задачи, которых не умеют решать другие.

Это был мой триумф, я понял, что работал не напрасно.

Вскоре меня уговорили опубликовать свои результаты: такой способ проводить расчеты всем казался простым и все хотели научиться, как это делать.

Мне пришлось опубликовать их, хотя в работе и были проблемы.

В общем работу много критиковали, не знаю благосклонно или нет, а предлагаемый «метод» называли «интуитивным». Но

если кто-нибудь не понял, я еще раз подчеркну - для того, чтобы пользоваться таким «интуитивным методом», требуется колоссальная работа.

При отсутствии прямых математических доказательств необходимо быть предельно внимательным, работать необыкновенно тщательно, стараться показать справедливость каждой отдельной формулы. И тем не менее дельного в том, что мы знаем, может оказаться больше, чем это можно доказать.

Формулой (1) я пользовался лишь для того, чтобы угадать форму выражений.

Я хорошо сделал, что не стал откладывать публикацию до выяснения этого вопроса, так как ответа на него, насколько мне известно, никто еще не смог найти.

Я думаю, что у нас нет совершенно удовлетворительной модели релятивистской квантовой механики, которая согласовалась бы если не с явлениями природы, то по крайней мере с элементарной логикой, требующей, чтобы сумма вероятностей всех альтернатив составляла 100%.

На том можно закончить рассказ о разработке квантовой электродинамики в пространственно-временном аспекте. Не знаю, может ли он чему-нибудь научить. Вряд ли.

Ведь самое удивительное то, что почти все идеи, возникшие в процессе исследования, в конце концов, оказались ненужными для конечного результата.

Конечно, нас очень удивляет такое богатство различных физических точек зрения и столь различных математических формулировок, оказывающихся тем не менее эквивалентными. Поэтому метод, которым я пользовался, основанный на физических соображениях, кажется крайне неэффективным.

Оглядываясь на проделанную работу, я не могу не почувствовать, своего рода сожаления по поводу того необыкновенного количества физических идей и математических формулировок, приведших в конце концов лишь к математическому преобразованию того, что уже было известно ранее, хотя в новой формулировке гораздо легче решать те или иные конкретные задачи.

Так-то оно так, но нельзя забывать что, хотя все и свелось лишь к переформулировке уже известного, начал-то я с задачи (возможно, и до сих пор нерешенной) о том, как устранить бесконечности в обычной теории. Значит, я искал новую теорию, а не просто модификацию старой. И хотя поиск оказался безуспешным, это не решает вопроса о том, какую ценность представляют физические соображения при создании НОВОЙ теории.

Одну и ту же физическую реальность можно представить себе по-разному. Так, классическую электродинамику можно построить или на основе понятия поля, или на основе представления о действии на расстоянии, или еще каким-нибудь другим образом. В свое время Максвелл заполнил пространство шестеренками, а Фарадей - силовыми линиями. Но так или иначе, сами уравнения Максвелла остаются в своем изначальном виде и не меняются в зависимости от тех слов, при помощи которых пытаются вдохнуть в них физическое содержание.

Единственное действительно физическое описание явления - это использование смысла величин в уравнении с точки зрения эксперимента, или, точнее говоря, способ применения уравнений к результатам эксперимента. А раз так, то, наверное, наилучший способ создания новой теории - угадывать уравнения, не обращая внимания на физические модели или физические объяснения. (И, очевидно, наоборот. - В.М)

Поэтому мне кажется, что дело не в том, чтобы найти САМЫЙ ЛУЧШИЙ или самый эффективный способ делать открытия, а в том, чтобы найти хоть какой-нибудь.

Физические же соображения помогают иногда генерировать идею о том, как неизвестное может быть связано с известным. Теории известного, основанные на разных физических представлениях, могут быть совершенно эквивалентными во всех своих выводах, а потому неразличимыми в научном отношении.

Но они не идентичны психологически, когда мы пытаемся, оттолкнувшись от них, шагнуть в неизвестное. Ведь с разных точек зрения можно усмотреть разные возможности для модификации, а потому такие точки зрения не эквивалентны со стороны тех гипотез, которые выдвигают люди, пытаясь разобрататься в том, что им пока еще не понятно. Вот почему я уверен, что любому хорошему современному физику-теоретику полезно было бы иметь широкий диапазон различных физических точек зрения на одну и ту же теорию и знать большое число ее математических формулировок.

Правда, может быть, это значит требовать от одного человека слишком много.

Но тогда такими знаниями должны обладать новые ученые, взятые вместе, как класс.

К тому же, занимаясь поисками новых законов, вы постоянно испытываете душевный подъем от мысли, что, может быть, никто еще не додумался до той невероятной возможности, которую вы сейчас рассматриваете."

Итак, вы прочитали лекцию, от которой я в восторге. Обратите внимание на п.110 – он, по-моему, эквивалентен идеям, изложенным в работе [1].

По поводу позитрона желающие могут посмотреть недавно вышедшую книгу В.С. Смирнова «Древняя Русь и Ветхий Завет. Геометрия, Материя, Душа» (С.-Петербург. - РИФ "Интеграф", 1996г.).

Несмотря на то, что название может оттолкнуть читателя, в ней приводятся весьма любопытные гипотезы и, в частности, объяснение, что представляет собой квант.

*Все́му на свете истинную цену
Отменно знает время – лишь оно
Сметает шелуху, сдувает пену
И сцеживает в амфору вино*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 36. О ПОИСКАХ ЕДИНОЙ ТЕОРИИ ПРИРОДЫ

Здесь мы цитируем отрывки из интересной, на наш взгляд, книги П. Девиса (П. Девис. «Суперсила». - Москва, "Мир", 1989г.) [125].

"Познание сил, точнее взаимодействий, управляющих природой..."

Физический мир существовал не всегда.

Назначение науки, по существу, заключается в поиске единства, связывая различные явления в общую теорию или общее описание, ученый как бы соединяет части окружающего нас необычайно сложного мира.

Современная теория взаимодействий выросла из квантовой физики, согласно которой действие сил осуществляется путем обмена частицами.

По самой своей сути симметрия присутствует повсюду, где существуют связи между различными частями какого-либо объекта или системы.

(Я полагаю, что симметрия сосуществует одновременно с диссимметрией. - В.М.)

Таким образом, Вселенная - в большей мере продукт закономерности, нежели случая.

Но если Вселенная раздувается, то в прошлом она должна была находиться в сжатом состоянии и, экстраполируя назад во времени, мы приходим к заключению, что 15 млрд. лет назад космическая материя должна была иметь необычайно высокую плотность. (Прием логического заключения. - В.М.)

Мы можем рассматривать вещество как «запертую» энергию.

Около 90% космического вещества приходится на долю водорода, самого легкого и простого элемента. Подавляющую часть остальных десяти процентов составляет гелий. Доля всех остальных вместе взятых элементов не превышает 1%. (Это - диссимметрия. - В.М.).

Каждое взаимодействие вступает в свои права, начиная с определенного масштаба, и играет важную роль в формировании характерных особенностей физического мира.

Старое представление о рациональном и механистическом мире, которым управляют причинно-следственные связи, кануло в Лету, уступив место таинственному миру парадоксов и «пустосторонней» реальности.

Много трудностей в понимании современной физики обусловлено тем, что люди тщетно пытаются подогнать используемые там абстрактные понятия под привычную схему представлений, основанных на здравом смысле. У нас существует, видимо, глубокая психологическая потребность сводить все явления окружающего мира к простым, понятным образам. И когда приходится сталкиваться с чем-то, не имеющим аналога в повседневном опыте - например, с волной-частицей - рождается недоумение и даже скептицизм. У изучающих физику может возникнуть ощущение, что они не способны правильно понять ее, поскольку не в силах создать простой мысленный образ описываемого.

Разочарование в естественных науках, возникшее в недавнем прошлом, в значительной степени является реакцией на традиционный научный «редукционизм», приверженцы которого хладнокровно разлагают окружающий мир на простейшие составные части. Убеждение в возможности объяснить все путем разложения на составные части оказывало сильное влияние на научное мышление на протяжении нескольких столетий. Ньютон считал, что сложные движения можно объяснить, рассматривая простые тела небольших размеров, на которые действуют силы со стороны других подобных же тел.

Квантовый подход решительно отвергает лапласовский детерминизм, отрицая, что мир можно объяснить лишь как сумму его составных частей.

В самом общем случае, при любом измерении или наблюдении в квантовой физике сущность субатомной частицы нельзя рассматривать в отрыве от ее окружения. Макромир и микромир оказываются тесно связанными.

Акт наблюдения в квантовой физике является не побочным обстоятельством, а средством получения информации,

уже существующей во внешнем мире: наблюдатель весьма основательно вмешивается в микромир, и описание, содержащееся в уравнении квантовой физики, явно включает акт наблюдения. Наблюдение вызывает определенное изменение в физической системе.

(Моя мысль: общество должно саморегулироваться по аналогии с живым организмом. - В.М.).

Физика опережает технологию примерно на 50 лет.

Накопленный при разработке новых технологий ценный опыт может оказать неожиданное и благотворное влияние на другие направления научных исследований. (И на биологию! – В.М.).

Гигантские установки помогут нам проникнуть в самое сердце материи и вырвать у природы ее сокровеннейшие тайны. (Агрессивность! - В.М.).

Любой большой науке, безусловно, не чужд дух борьбы за национальный приоритет. Здесь также, как в искусстве или спорте, приятно завоевывать призы и мировое признание. Физика элементарных частиц стала своего рода символом государственной мощи. Если она развивается успешно и дает ощутимые результаты, то это свидетельствует о том, что наука, техника, равно как и экономика страны в целом, находятся в основном на должном уровне.

Цель науки - это поиск единства. Научный метод обязан своими значительными успехами способности ученых связывать разрозненные фрагменты знания в единую картину. Отыскивать связующее звено - одна из главных задач научного исследования.

Всякий раз, когда ученым удастся установить новые связи, расширяется понимание окружающего мира и возрастает наша власть над ним. Новые связи не просто объединяли наши познания - они указывали путь к ранее не известным явлениям. Связи - это одновременно и синтез знания, и стимул, направляющий научные исследования по новым, непроторенным дорогам.

Растет убеждение, что начинают вырисовываться контуры не более и не менее как единой теории всего сущего!

Многие ученые обладают тонким художественным вкусом. Они великолепно разбираются в живописи и скульптуре, некоторые прекрасно играют на различных музыкальных инструментах, стремятся к глубокому пониманию стиля и красоты. Сама наука может превратиться в вид искусства, тонкую смесь рационального и сверхъестественного.

Теперь уже ни у кого не вызывает сомнения, что именно симметрия служит ключом к пониманию природы взаимодействий. По убеждению физиков, все взаимодействия существуют лишь

для того, чтобы поддерживать в природе некий набор абстрактных симметрий.

Какое отношение имеет взаимодействие, или сила, к симметрии? Само предположение о существовании подобной связи кажется парадоксальным и непонятным. Сила - это то, что действует на вещество или изменяет природу частиц. Симметрия - понятие, связанное с гармонией и соразмерностью форм.

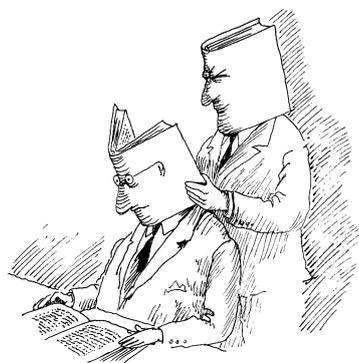
Творец сказал сам себе: "Мне так нравятся красота и симметрия! Прекрасно, если повсюду воцарится калибровочная симметрия. Да будет так! Но что я вижу? Попутно возникло и новое поле. Назовем его гравитацией".

Существенно другое: в природе существует целый ряд локальных калибровочных симметрий и необходимо соответствующее число полей для компенсации этих калибровочных преобразований".

Можно предположить, что методы решения научных задач зависят от размеров изучаемого объекта - атома, человека, вселенной. Однако есть методы и законы общие для всех размеров, например, симметрия - диссимметрия, закон единства и борьбы противоположностей и т.д.

*Хотя еще творца не знаю лично,
Но верю я, что есть и был такой,
Все сделать так смешно и так практично
Возможно лишь Божественной рукой.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 37. О РАЗНООБРАЗИИ ЖИВОГО

Здесь мы приведем эссе о разнообразии живого (отрывки статьи Ф. Жакоба [126]).

“Хитросплетение веры, знания и воображения рисует нам вечно меняющуюся картину возможного. С этой картиной мы сопоставляем наши желания и страхи. С этим возможным мы сообразуем правила поведения и поступки. В некотором смысле многие виды человеческой деятельности - искусство, наука, техника, политика - лишь разные игры в возможное, каждая со своими собственными правилами.

Вопреки распространенному убеждению, в науке равноважны и результат исследования, и мысль как таковая.

Ученые давным-давно отказались от идеи высшей и неизменной истины, от описания точной картины действительности, которая якобы только и дожидается, чтобы ее наконец открыли взору. Они научились довольствоваться частным и временным. (Глава 26. – В.М.).

В конце нынешнего века нужно примириться с тем, что ни одна система представлений не способна объяснить мир в целом и во всех частностях. Научный поиск развенчал идею неизменности и вечности истины, и в этом, пожалуй, его немалая заслуга. Рассуждать на темы, которые созрели для анализа; решать, когда исследовать заброшенную проблему; вновь обращаться к задачам, до сих пор считавшимся решенными или наоборот, неразрешимыми, - вот важнейшие качества ученого. В значительной мере творческие способности измеряются способностью проявить их. Научный метод неизбежно приводит к раздробленному представлению о мире. У каждой науки свой язык и свои способы исследования. Каждая изучает собственную область, которая не

обязательно связана с соседними. Поэтому и научное знание состоит из отдельных островков. В истории науки важные прорывы довольно часто происходили именно там, где удавалось объединить некогда изолированные области. И все же, несмотря на обобщения в научном знании еще есть зияющие разрывы, которые, видимо, просуществуют довольно долго.

Видимый мир постоянно приходится объяснять невидимыми силами, сопрягая наблюдаемое и воображаемое. Но в любом случае нельзя объяснить явление, не восприняв его как проявление какой-то скрытой причины.

Представление о мире, которое строит человек, будь оно мифическим или научным, сильно влияет на воображение. Вопреки тому, что принято думать, научный подход заключается не только в наблюдении, в накоплении экспериментальных данных, но и в стремлении создать теорию. Чтобы сделать наблюдение содержательным, нужно уже с самого начала представлять себе цель наблюдения. Следует заведомо знать, что возможно, что допустимо - и не столько благодаря новым приборам, сколько новому взгляду на вещи, способности взглянуть на них под другим углом зрения. По словам Питера Медовара, научные исследования начинаются с изобретения возможного мира или фрагмента возможного мира.

Для научной мысли, наоборот, воображение - лишь элемент игры. На каждом этапе эта мысль должна подвергнуть себя критике и проверке опытом, чтобы уменьшить долю фантазии в изображении мира, которое она представила. Наука допускает существование множества миров, но ей интересен только тот единственный, который есть на самом деле и существование которого давно доказано. В научном подходе постоянно противопоставлено то, что есть, тому, что могло бы быть. Он рисует картину мира, все более близкую к той, которую мы называем реальностью.

В мифе люди обретают закон, не затрудняя себя поисками его смысла. Научный подход - это попытка освободить исследование и познание от любых эмоций. Человек науки словно изымает себя самого из мира, который пытается понять. Он стремится отступить на второй план, стать незаметным, занять позицию зрителя за кадром. Этой «военной хитростью» ученый надеется способствовать анализу реального мира, который его окружает. Объективный мир лишается таким образом духа радости, грусти, желаний и надежды. Короче говоря, этот мир полностью отчуждается от того, который нам знаком по еже-

дневному опыту. Вот подход, на котором основана вся система знаний западной науки начиная со времен Возрождения.

В естественных науках освобождение от антропоморфизма, от искушения приписывать различным сущностям человеческие качества, стоило напряженной борьбы. В частности, целесообразность, которая отличает человеческую деятельность, долгое время служила универсальной моделью того, что в природе может казаться целенаправленным. У живых существ все - и их строение, и свойства, и поведение - наводит на мысль о соответствии какой-то цели.

Нужно выполнить три условия: структуры должны быть вариантные, вариации должны быть наследуемы, воспроизводству некоторых вариантов должны благоприятствовать условия среды. Шаг за шагом биологи выработали здоровое, пусть пока и неполное представление о том, что принято считать одним из основных факторов эволюции живой природы: естественный отбор. Дарвиновская концепция приводит к заключению: сегодняшний мир живых существ, который мы видим вокруг себя, - лишь один из множества возможных. Особенности его строения связаны с историей Земли. Он, несомненно, мог быть и другим. Его даже вообще могло не быть!

На гипотезы «воспитания» наследственных признаков также ссылались в попытках объяснить специфические свойства некоторых белков. Например, многие бактерии могут потреблять разнообразные сахара. Однако, часто они проявляют энзимную активность при расщеплении конкретного вида сахара только в случае, если их выращивали в среде, содержащей именно этот сахар. Долгое время полагали, что сахар передает информацию бактерии, что он, так сказать, учит белок, какую форму ему нужно принять, чтобы обрести эту особую энзимную активность. Но когда бактерии стали доступны генетическому анализу, то данное объяснение оказалось ложным. Сахар действует просто как сигнал для запуска синтеза белка, то есть процессов, регулируемых до конца генами. В генетическом репертуаре идет поиск, после чего активизируется ген, кодирующий этот белок. Строение и деятельность белка остаются совершенно независимы от сахара. Механизм полностью объясняется теорией естественного отбора.

Мозг по определению - поле деятельности для обучения. Сегодня уже ясно, что Вселенная во всем ее многообразии необъяснима при помощи единой формулы или единой теории. Однако человеческий мозг всячески стремится к единству идей, их связности, отчего над всякой мало-мальски значимой теорией нави-

сает угроза неуместного ее приложения и соскальзывания к мифу. Теория должна обладать достаточной мощностью, чтобы объяснять различные явления, и достаточной гибкостью, чтобы быть применимой в изменяющихся условиях. Однако излишняя гибкость грозит ослабить мощь, поскольку теория, объясняющая слишком много, в конечном счете ничего не объясняет. (Противоречие- В.М.).

Человек сделал себя объектом научного исследования, распяв собственный труп. Чтобы изучить свое тело, ему пришлось сперва его разрушить. В каком-то смысле развитие современной биологии разворачивается сходным образом. Уже около трех десятилетий принято считать, что свойства живых существ определяются свойствами и взаимодействием молекул, из которых они состоят. Однако понадобятся десятилетия, а может и века, чтобы мало-мальски уяснить, как эта молекула возникла в организме, чтобы выполнять свои функции.

Устройство материи подчиняется иерархии, где структуры последовательно входят одна в другую. Все живое и все неживое на Земле всегда организовано в определенные системы. (Принцип "Матрешки". - В.М.). Эта «матрёешка» не просто уменьшение размера последующего предмета, а сами предметы изменяются по многим параметрам.

Те, что рангом ниже, могут входить как составные элементы в другие, более высоко организованные системы, но могут и не входить. Например, молекулы состоят из атомов, но те молекулы, что мы обнаруживаем в природе или получаем в лабораторных условиях, - это ничтожная часть всего разнообразия возможных взаимодействий атомов.

С другой стороны молекулы могут обладать такими особыми свойствами, не присущими атомам, как, например, полимеризация или рацемизация (то есть существование левых и правых изомеров).

На один уровень выше стоят клетки, которые состоят из молекул. В живых тканях встречаются лишь немногие из всех молекул, известных в химии. В отличие от молекул клетки способны делиться. Еще выше в иерархии структур стоят живые организмы, построенные из клеток. У всех позвоночных довольно ограниченное число типов клеток: нервные, мышечные, железистые, - всего порядка двухсот типов. Разнообразие позвоночным придает огромное число самих клеток, а также разные пропорции в распределении этих клеток у разных видов. История играет важную роль в биологии. Доказательство в биологии имеет двойкий характер, и при изучении любой биологической системы

на любом уровне ее сложности исследователь может ставить два вида вопросов: «Как устроена система?» и «Как она образовалась?». Экспериментальная биология последние сто лет сосредотачивается в основном на первом вопросе, то есть на изучении существующих взаимодействий. В центре ее внимания - изучение механизмов. Она дала ответ на некоторые вопросы в терминах физиологии, биохимии и молекулярной биологии. Вторым вопросом, касающийся эволюции, пожалуй, важнее и глубже, ибо он охватывает также и первый. Однако часто вместо ответов на него мы имеем более или менее удовлетворительные предположения. Современная эволюционная теория предложила и обосновала правила игры, по которым эволюция пишет свою историю. В основу этих правил положены два ограничения, два обязательных условия, довлеющих над всем живым: необходимость продолжить свой род и законы термодинамики. Однако для понимания некоторых аспектов структуры и функционирования живых существ могут иметь важное значение не только правила, но порой и детали исторического процесса. Ведь всякий живой организм представляет собой последнее звено в цепи, которая уже, около трех миллиардов лет не прерывалась. (Это каждый из нас. – В.М.).

Живые существа - действительно исторические структуры, они поистине созданы историей.

Часто то, как действует естественный отбор, сравнивают с работой инженера, - это не очень удачное сравнение. Во-первых, потому, что в противоположность эволюции инженер действует в соответствии с планом, по проекту, который он долго вынашивал. Во-вторых, потому, что инженер не обязательно использует старые составные части, разрабатывает новые структуры. Наконец, в - третьих, потому, что придуманное инженером, по крайней мере, хорошим, достигает той степени совершенства, которая соответствует уровню современной технологии.

Эволюция, наоборот, далека от совершенства, как неустанно повторял Дарвин, которому приходилось постоянно оспаривать идею совершенного творения. В своем труде «О происхождении видов» Дарвин неустанно повторял, что структуры и функционирование всего живого несовершенны. Он неоднократно приводит примеры странностей и удивительных решений, которые никогда бы не принял мудрый Бог. Один из самых убедительных аргументов против совершенства - это вымирание видов животных, ныне населяющих планету, в данный момент должно быть порядка нескольких миллионов. Видов же которые некогда

жили на ней, а затем вымерли, было, по подсчетам Симпсона, по крайней мере, около пятисот миллионов. Эволюция не берет новшества из ничего. Она использует то, что уже под рукой, то приспособлявая старую систему для новых функций, то нагромождая несколько систем, чтобы составить другую, более сложную. Процесс эволюции не похож ни на один из типов поведения человека. (Это не так: ТРИЗ использует этот подход. Природа широко использует ресурсы. - В.М.).

Но если уж искать сравнения, то надо сказать, что естественный отбор действует не как инженер, а как человек, занимающийся поделками; последний не знает еще, что у него выйдет. (Однако в ТРИЗ есть ИКР, который свидетельствует о желаемой цели изобретателя. - В.М.).

Инженер не приступает к работе, пока не достанет всех материалов и инструментов, которые нужны конкретно для данного замысла. Любитель поделок, напротив, воспользуется тем хламом, что валяется поблизости. Как подчеркивает Леви-Стросс, выбор орудий, которыми пользуется любитель, не может быть определен какой бы то ни было программой, в отличие от орудий инженера. Материалы, которыми он пользуется, не имеют конкретного назначения, каждый может служить самым разным целям.

Процесс творения в ходе эволюции во многом происходит подобным образом. Часто без далеко идущих планов умелец берет что-нибудь из своего большого ящика и находит неожиданное применение. Из старого колеса он мастерит вентилятор, из сломанного стола - навес от солнца. Такой образ действий ничуть не отличается от того, который присущ эволюции, когда она превращает лапу в крыло, а часть челюсти - в часть уха. Эволюция действует как самодельщик, который миллионы и миллионы лет медленно переделывал свой труд, не бросая его ни на миг, вновь и вновь переделывая там и тут, где-то укорачивая, где-то удлиняя, хватаясь за любую возможность подправить, изменить, сотворить. ...Природа постепенно делает один орган из другого. В каждом случае эволюция создает то, что может из подручных средств. Таким образом, в противоположность инженеру, умелец, который старается усовершенствовать свое детище, чаще всего дополняет старые структуры новыми, но не заменяет одни другими. То же самое наблюдается и в эволюции: возьмем, к примеру, формирование мозга млекопитающих. На самом деле оно не было таким же целостным процессом, как развитие крыла из лапы. К древнему мозгу млекопитающих добавилась кора головного мозга, которая, быть мо-

жет, даже слишком быстро развилась, сыграла решающую роль в эволюции человека. Новый орган, кора головного мозга, управляет мышлением и познавательной деятельностью. Более древняя структура мозга заведует деятельностью внутренних органов и эмоциями. Эта старая структура, заправлявшая всем у низших млекопитающих, у высших оттеснена на второй план. У человека она представляет собой то, что Маклин назвал «органом утробного мышления».

Образование коры головного мозга как доминирующего органа при сохранении древних и нервной и гормональной систем, оставшихся частично автономными, а частично находящихся под опекой коры, - вся эта эволюция весьма похожа на самоделку. Это что-то вроде старого конного экипажа, с реактивным мотором: стоит ли удивляться, если он будет ломаться на каждом шагу?

Несмотря на долгие исследования, никто не смог доказать существование того, что можно было бы назвать механизмом смерти. Трудно понять, как именно естественный отбор может поощрять укорочение жизни. Ось времени, обязательная везде, где есть жизнь, составляет теперь неотъемлемую часть нашего представления о мире. Это особая черта биологии, ее личная печать.

Таким образом, генетическая и иммунная системы работают как разновидности памяти - памяти видовой и памяти индивидуальной. Но живое существо - не только последнее в непрерывной цепи организмов: жизнь это процесс, который не ограничивается записью того, что случилось в прошлом, он обращен также и в будущее. По всей вероятности, нервная система многоклеточных организмов зародилась как механизм для согласованной ассоциативной деятельности разных клеток. Впоследствии она стала системой, запоминающей определенные события в ходе жизни особи, и в конечном счете приобрела способность конструировать будущее.

Живые существа могут бороться за место под солнцем, развиваться и плодиться только благодаря непрерывному притоку энергии и информации. Значит, восприятие среды обитания - по крайней мере, тех ее сторон, которые касаются непосредственно выживания - для организма совершенно необходимо.

Поэтому можно прийти к выводу, что разум - это особая форма организации мозга, также, как жизнь - особая форма организации молекул. И все же нет уверенности в том, что нам дано будет узнать, как в неживой Вселенной зародилась жизнь, или

понять эволюцию мозга и появление той совокупности качеств, которую мы затрудняемся определить, но называем мышлением.

Развитие искусства, мифотворчества, естественных наук и других видов человеческой деятельности следует рассматривать под тем же углом зрения. Искусство представляет собой попытку человека выразить разнообразными средствами свое индивидуальное представление о мире. Мифотворчество стремится составить из обрывков сведений о мире мало-мальски связанные и общепонятные представления. Что касается естественных наук, то они демонстрируют устаревший, но подновленный в эпоху позднего Возрождения способ строить более точную картину реальности. Все эти виды деятельности апеллируют к воображению. Все они перетасовывают фрагменты реальности для создания новых структур, новых ситуаций, новых идей. И тут важно, что всего лишь одно изменение в представлениях о мире, может повлечь за собой изменение в мире физическом, что и доказывают результаты технического прогресса.

Чем глубже в человеческую деятельность вторгается научный подход, тем больше вероятность конфликта между теорией, с одной стороны, и традициями и верованиями - с другой. Кроме того, велика опасность, что научные данные могут быть использованы в идеологических и политических целях. Нечто подобное происходит в частности с достижением биологии. Жизнедеятельность простых организмов строго определена генетически. У сложных организмов наследственная программа более «открыта» по выражению Эрнста Майра.

Эта программа не предписывает аспектов поведения, а оставляет организму возможность выбора, свободного реагирования. Вместо строгих предписаний она дает ему запас способностей. Процесс «раскрытия» генетической программы нарастает по мере эволюции, вершиной которой стал человек. (Очевидно, способности у людей различны. - В.М.).

Сорок шесть хромосом обеспечивают человеку комплекс умственных и физических качеств, которые он может применять и развивать по-разному, в зависимости от среды, в которой вырос и живет.

Как и всякий иной организм, человеческое существо запрограммировано для обучения. Природа дает новорожденному широкий выбор возможностей, и во взаимодействии со средой какие-то из них реализуются в течение жизни.

Изучая человеческие популяции, редко усматривают главное: разнообразие - это одна из основных движущих сил эволюции. Ра-

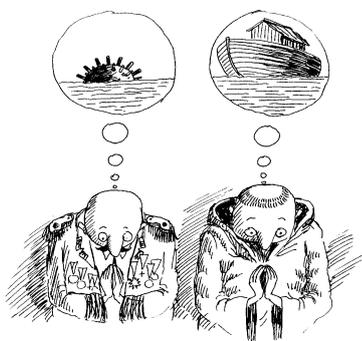
венство - не биологическое понятие. Две клетки, две молекулы и даже два животных могут быть «равны», о чем нам напоминает Джордж Оруэл. Речь в этом споре идет на самом деле о социальном и политическом: одни хотят равенства на основе идентичности, другие предпочитают неравенство, обосновывая его изначальным природным многообразием. Как будто понятие равенства не было выдумано именно потому, что человеческие существа отличны друг от друга. Многообразие - одно из главных правил игры в биологии. (При решении научных задач также следует учитывать многообразие программ. - В.М.).

Поколение за поколением гены объединяются и расходятся, образуя и сохраняя признаки вида, но производя всегда разные. Это многообразие, эту бесконечную комбинаторику, делающие каждого из нас неповторимым, невозможно переоценить. В них кроются богатства вида, в них заложен его потенциал.

Непредсказуемость присуща даже научному опыту. Поначалу лишь очерчивая границы неизвестного, мы впоследствии можем открыть что-то действительно новое. Нет никаких способов предугадать, к чему могут привести исследования в той или иной области, а потому нельзя отдавать предпочтение одним областям науки и пренебрегать другими. Как подчеркивал Льюис Томас, наука или есть в ее целостности, или ее нет вовсе: нельзя выбирать в ней только то, что нравится. Надо быть готовым к непредвиденному «неудобному» результату».

*Я повторяю путь земной
Былых людских существований,
Ничто не ново под луной
Кроме моих переживаний*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 38. ПОЧЕМУ МЫ НЕ ПОХОЖИ ДРУГ НА ДРУГА

Приведем наиболее интересные мысли из работы В.И. Говалло «Почему мы не похожи друг на друга» [127]. Большинство упоминаемых в них задач еще не решены. Автор цитируемой работы В.И. Говалло мне чрезвычайно импонирует. Он много думает, решает, и задаёт вопросы себе и нам. В своих замечаниях мы будем указывать те законы и принципы (или другие «ноты») из нашего подхода, которые по нашему мнению поясняют рассматриваемые явления и могут помочь в решении этих задач.

«Природа начинала с однотипного и навсегда отказалась от этого. Простейшие живые существа - вируиды, лишённые даже белковой оболочки, присущей вирусам, имеют генетическую информацию всего из 360 нуклеотидов. Как видим, природа не поспешила на контрасты и противоположности. (Диссимметрия. - В.М.).

Чем более разнятся между собой особи данного биологического вида, тем он устойчивее, жизнеспособнее.

В извечном жизненном конфликте «жертва - паразит» мощным естественным побудителем выживания жертвы была изменчивость набора ее белков, но и паразитирующие организмы, чтобы не вымереть, должны были развиваться в том же направлении. (Противоположности, диссимметрия, - В.М.).

Эти же белки определяют гармоническую совокупность всех составных элементов тела, клетки общаются и взаимодействуют с другими клетками, только в тех случаях, когда у них одинаковые «опознавательные знаки» - один и тот же набор и конфигурация белков ТС. (белки ТС - белки Тканевой Совместимости). (закон согласования - В.М.).

Интересно, что независимо от размеров тела продолжительность жизни всех млекопитающих, измеренная в количест-

ве ударов сердца, примерно одинакова. Сердце кита делает в покое 15-16 ударов в минуту, сердце мыши - около 600, но и у великана и у малютки за время жизни сердце сокращается около 740 млн. раз. (Почему?. Пока неизвестно. - В.М.).

Статистика свидетельствовала, что в одном только 1871г. из 263 пациентов, которым переливали кровь, 146 скончалось. Немецкий хирург Теодор Бильрот, вошедший в историю медицины как автор двух оперативных способов удаления желудка по поводу рака, в конце XIX в. первым высказал предположение, что существуют различные типы крови, несовместимые друг с другом. Но то была лишь гипотеза. (Закон рассогласования, диссимметрия, нежелательный эффект. - В.М.).

Зимним днем 1900г. Ландштейнер взял кровь у себя и у пяти своих коллег, с помощью центрифуги отделил сыворотку от кровяных телец, а затем смешал каждую сыворотку с образцами эритроцитов от всех других лиц. В одной из пробирок произошло «склеивание» эритроцитов, в других - нет. Так Ландштейнер определил три группы крови, обозначив их буквами А, В, С. Факторы сыворотки он назвал агглютинидами (склеивателями), а свойства эритроцитов - агглютиногенами.

Мысль о том, что в крови человека происходит борьба двух противоположных сил, показалась настолько невероятной, что сначала автору пришлось преодолевать каменную стену неверия и сомнений. (Очевидно - диссимметрия. Я думаю, что это борьба не сил, а веществ. Почему? Не известно. - В.М.).

В 1930г. Ландштейнеру за открытие групп крови была присуждена Нобелевская премия. Разразившаяся в Европе в 1908 году эпидемия полиомиелита побудила его заняться изучением этой болезни. Ландштейнер первым перенес в эксперименте эту страшную болезнь на обезьян, доказав, что полиомиелит является следствием проникновения в организм определенного вида вируса. (Выбран дополнительный объект. Он уже знал о вирусах, а Зильбер в 1921г. не знал. - В.М.).

На фронтоне Рокфеллеровского института выбито: «Ваше дело - исследовать и мечтать. Не спешите добиться немедленных практических результатов. Не вы, так следующие сделают это.» (Правильно ли это? Пусть читатель судит сам. - В.М.).

...Мысль о том, что такая важная часть человеческого тела, как рука, может быть носителем индивидуальной характеристики личности, зародилась, по-видимому, в Древней Индии, откуда она распространилась затем в страны Средиземноморья и Китай. Тем не менее ряд ученых считает, что дерматоглифы - варианты рельефного покрова кожи рук и ног - могут быть по-

лезными в 2-х отношениях: для антропологических исследований и установления склонности к каким-либо заболеваниям. (Больше ничего об этом пока неизвестно. Вот наши вопросы. Ресурсом чего являются дерматоглифы? Что надо сделать, чтобы эти рисунки были индивидуальными? С чем они согласованы? Если учесть диссимметрию, то (при попытке вепольного анализа) что является веществом B_2 , взаимодействующим с веществом рисунка B_1 ? - В.М.)

Недавно было обнаружено, что отпечатки пальцев светятся при облучении лазером с определенной длиной волны. Таким методом можно выявить отпечатки пальцев давностью до 10 лет на самых разных поверхностях, в том числе и негладких. (Почему? Неизвестно. - В.М.)

Все попытки уничтожить или изменить папиллярные линии оказались безуспешными. Линии всегда появлялись вновь. (Почему? Пока не известно. Нельзя ли здесь применить закон полноты частей системы? - В.М.)

Подчас представители этой семьи оказывались носителями какой-то наследственной аномалии, это указывает на связь кожного рисунка с функционированием определенных генов.

Количество складок, своеобразный их рисунок, как видно, часто можно связать с врожденными или приобретенными нарушениями физиологического развития людей. При этом нас не может не интересовать тот факт, что какая-то функция генов оказывается выведенной на самое видное место тела - кожу рук и ног. Американские исследователи недавно показали, что склонность к сахарному диабету, сопровождается характерной дерматоглифией: больные этим недугом имеют петлеобразные узоры на указательных пальцах и треугольные - на подушечках ног около большого пальца.

Нам пока не совсем ясно, зачем понадобилось природе отводить на поверхность кожи святая святых своей тайны - индивидуальный генотип, зашифрованный в хромосомах, в свою очередь надежно упакованный в самой сердцевине каждой клетки. Может быть это связано с необычными свойствами кожного покрова, о котором мы еще не подозреваем. Ведь выяснилось же в последнее время, что тонюсенький кожный пласт является чрезвычайно активным иммунологическим органом. Но одно бесспорно, такая связь не является случайной. Эволюция все случайности исключила. (Почему это происходит? Для решения этой задачи можно использовать законы согласования-рассогласования, полноты частей системы, энергетической проводимости и другие «ноты». - В.М.)

Не только кровь, но и все выделения человеческого организма - слезы, слюна, пот, желчь, материнское молоко, сперма - имеют групповые свойства. Выделения каждого человека относятся к той же группе, что и его кровь. (Нельзя ли при решении этой задачи применить законы согласования и полноты частей системы? - В.М.).

Еще до появления нуклеиновых соединений отдельные аминокислоты «научились» собираться вместе, используя в качестве мостика простейшую водородную связь. Эти сочетания оказались прочными, так как их составляли взаимно дополняющие друг друга молекулы. Такой принцип сочетаемости (взаимной комплиментарности) позже будет использован при взаимодействиях разных биологических субстратов: половых клеток, антигена и антитела, фермента и рецептора. Уже в этом соединении стереоскопически отличающихся молекул прослеживается начальное влечение противоположностей, которое в наши дни ученые обозначают взаимодействием по принципу «ключ-замок». (Как решать эту задачу? - В.М.).

Клетка первых эукариотов и высших млекопитающих, клетка электрического морского ската и полевой ромашки, клетка железы дождевого червя и мозга философа содержит одни и те же части. Мембрана - это кожа клетки, митохондрии - ее энергетические батареи, цитоплазма - внутренняя среда, рибосомы - белковые фабрики, ядро - центральный отсек с главной наследственной начинкой - генофондом.

И как удивительно разнолик мир клеток! Амеба жутиками ловит пищу и сама же ее перерабатывает. Клетка крови переносит кислород. Клетка железы производит ядовитый продукт или необходимый другим клеткам стимулирующий фактор. Клетки опорных тканей обеспечивают высокую прочность панциря или скелета. Нервные клетки и их отростки проводят электрические импульсы. Клетки лимфоидного ряда отличают «свое» от «чужого». Клетки мозга хранят непомерную информацию. Клетки - насосы, строители, защитники, жертвы, странники, сторожа, одиночки и кооператоры. Все одновременно и одинаково и все бесконечно различно. (Нельзя ли при решении этих задач, применить все законы и «ноты», включая диссимметрию? - В.М.).

Только четкая согласованность наследственности и изменчивости позволяет эволюции сообщества достичь нужного баланса.

В чем смысл двойной спирали. Она нужна не только для создания двух идентичных копий генетического материала, но для того, чтобы бесценную информацию, заключенную в ДНК, можно

было уберечь от повреждений. Если бы между циклами удвоения ДНК была однонитевой, то ее невозможно было бы починить. (Что надо сделать, чтобы можно было бы чинить? - В.М.).

Алфавит нуклеотидов и восстановительные системы есть во всех клетках - от бактерии до человека. Это и не удивительно - жизнь зародилась под общим солнцем.

Первое стремление природы к единству противоположностей проявилось уже на уровне нуклеотидов (Вспомните эгоистичный ген! - В.М.).

На нитях ДНК аденин всегда образует пару с тиминном, а цитозин - с гуанином, поэтому порядку оснований ТЦГТА на одной нити всегда будет соответствовать порядок АГЦАТ. (Нельзя ли применить ЗПЧС и другие законы? - В.М.).

Единицей генетического кода, обеспечивающей разнообразие служит кодон - сочетание из трех нуклеотидов. Последовательность кодонов в гене будет определяться тем, какие аминокислоты окажутся в формуле белка. Из 4 «букв» нуклеотидов можно составить лишь 16 «слов», при тройном объединении нуклеотидов состав кодонов возрастает до 64.

Одни из них ставят «точки» в формуле белка, другие складывают «слова», распоряжаясь набором из 20 аминокислот.

В результате с помощью необычайно экономного механизма достигается невиданное разнообразие белков: 4 нуклеотида, 64 кодона, 20 аминокислот - вот все краски бытия!

Так десять пальцев музыканта, прикасающихся к ограниченному набору клавиш, исторгают необозримый мир звуков. (Как здесь применить наши «Ноты»? - В.М.).

Создание более сложных организмов явилось результатом усиления мутационного процесса, но и усиление изменчивости сопровождалось возникновением все более сложно построенных организмов. Налицо четкая биологическая система с хорошо отлаженными прямыми и обратными связями. (Не применить ли «Ноты»? - В.М.).

Наследственные вариации ведут к непрерывному умножению числа индивидуальных особей. Этот процесс, по мнению Тимофеева-Ресовского, можно считать общебиологическим естественно-историческим принципом. Коротко его можно сформулировать так: разнообразие порождает еще большее разнообразие. (Указание для методов научного творчества. - В.М.).

В отличие от Дарвина Л.В. Берг отрицал «случайный» характер мутационного процесса и выдвигал концепцию внутренней запрограммированности исторического развития живой природы. Термин «номогенез» берет начало от греческого «номос» -

закон. Эволюция, по Бергу - это, как правило, развертывание уже существующих зачатков. Отсюда следует вывод о предопределенности эволюции.

Такой взгляд на развитие как внутренне целесообразный процесс имеет истоком более ранние философские взгляды на соотношение случайного и закономерного. Еще в 1762г. в книге «Эмиль или о воспитании», преданной сожжению, Жан Жак Руссо писал: «Пусть говорят мне сколько угодно о сочетаниях и совпадениях, если органические тела сочетались случайно на тысячи ладов, прежде чем принять постоянные формы. Если сперва образовались желудки без ртов, ноги без головы, кисти без рук, словом, всякие несовершенные органы, погибшие по невозможности сохранить себя, то почему ни одна из этих безобразных попыток уж не попадаетея нам на глаза? Почему природа предписала себе, наконец, законы, которым сначала не была подчинена?

Если мне скажут, что случайно рассыпавшийся типографский шрифт расположился в «Энеиду», то я не сделаю и шагу, чтобы проверить эту ложь».

Берг исходил из того, что в неорганической природе все процессы совершаются в определенном направлении сглаживания всех различий, когда энергия и тепло распределены равномерно. Согласно второму закону термодинамики теплота не может сама собой перейти от холодного тела к теплоте (Диссимметрия - В.М.). Все происходит наоборот. Все виды энергии имеют тенденцию переходить в тепловую, все процессы идут в направлении физической «смерти».

В противоположность этому в органическом мире развитие идет в сторону создания таких организмов, которые могли бы производить не минимум, а максимум работы" (Это и «ноты» и тезис-антитезис-синтез. - В.М.).

Проблемы разнообразия нашли место и в творчестве другого замечательного нашего современника Сергея Викторовича Мейена. Исключительный вклад в различные биологические дисциплины этого преждевременно ушедшего из жизни человека еще предстоит по достоинству осмыслить. (Вспомните его диалог с философом. - В.М.).

Мейен считал, что в эволюции феномен разнообразия играет столь же важную самостоятельную роль, как и прогресс и приспособления. Более того, стимул к развитию разнообразия генетически наследуется. При анализе явлений разнообразия, как одной из движущих сил прогрессивного развития, необходимо учитывать биологический уровень этого разнообразия: видовой,

групповой, организменный, клеточный, молекулярный. (А атомный? - В.М.).

Химическая эволюция и эволюция живого взаимосвязаны. (Почему? Зачем? Как решать эту задачу? - В.М.).

Естественный отбор сохранил за системой белков тканевую совместимость (ТС) - главенствующее значение в определении барьера несовместимости всех организмов. Этот барьер в естественных условиях непреодолим для любых клеток, его законы минуют только сливающиеся в акте оплодотворения половые клетки.

Итак, с одной стороны, жесткие границы индивидуальности, а с другой - неограниченный простор для всякого различия. (Противоречие. - В.М.).

То, что совместимость по этим группам необходимо учитывать при переливании крови, знает каждый медик. Но вот зачем нужны эти группы, каково их биологическое предназначение, не так уж ясно. Я задавал этот, казалось бы, простой вопрос не одному ученому и никогда не получал столь же простого ответа. (Нет интереса, нет любопытства. - В.М.). Позволю выразить здесь свое мнение.

Группы крови, которые были обозначены весьма условно биологами, отражают различие белков на поверхности самых простых клеток человеческого тела - простых кровяных телец, эритроцитов. Эти во множестве создаваемые в костном мозге клетки крови даже не содержат ядра, они являются контейнерами кислорода, который разносят в самые отдаленные участки тела. Жизненный цикл их сравнительно короток, эти клетки живут всего несколько недель. Но даже у красных кровяных телец имеются отличия - неодинаковые белки на поверхности мембраны. Природа и в этом случае осуществила свою извечную тенденцию к разнообразию. (Давайте подойдем к проблеме эритроцитов чисто формально. Они - контейнеры кислорода. А могут ли быть контейнеры водорода? И есть ли они? И кто-нибудь их искал? Либо это блеф? - В.М.).

Естественно, что у клеток с ядром набор поверхностных белков значительно шире. Но и на уровне самых простых клеток, которые сама природа никак не планировала перемещать из сосудов одного человека в кровеносные сосуды другого, существует зримое различие. (Вот это здорово! Если бы природа думала о лечении и ремонте нашего организма, она бы такую пакость не придумала. - В.М.). Другое дело - эти различия подметил человек и использовал для лечебных целей. Природе же групповые белки на определенном этапе понадобились для создания все тех же

гетерозигот (от греч. “зигота” – колесница, оплодотворенная яйцеклетка).

Имеются также наблюдения о том, что если по какой-нибудь еще не понятной причине биологический вид достигает излишней численности, то в нем стихийно увеличивается число гомозигот и размножение вида замедляется. И напротив, истребление хищниками представителей другого живого отряда приводит к почти полному исчезновению гомозиготного потомства. (Что регулирует? Почему? Зачем? Как решать эту задачу? - В.М.).

Обмен сходными или, напротив, чрезвычайно отличающимися генами карался одинаковым биологическим запретом - стерильность потомства. (Крайности не дают потомства. - В.М.).

Однако проведенные недавно опыты с пересадкой части тела у губок между разными колониями показала наличие у них простейших распознающих молекул. (Это что за распознающие молекулы? Не использовать ли диссимметрию и ЗПЧС? - В.М.).

А это уже указывало наличие у первых многоклеточных организмов своеобразной клеточной памяти. (Зачем? - В.М.). В природе были распространены формы взаимополезного сожительства - симбиоза, а паразитирование часто оказывалось безнаказанным. Простое поело простое. (А как же закон борьбы и единства противоположностей? - В.М.).

Тимус - это орган, где иммунные клетки организма учатся узнавать собственные белки ТС (Как? ТС - тканевая совместимость. Смотрите как работает прием двойственности. - В.М.).

Помимо кровеносной, у позвоночных возникает еще одна система тонкостенных сосудов - лимфатическая система. Первоначально она лишь помощница кровообращения для возврата в кровь жидкости из межклеточных пространств. Но постепенно с током лимфы начинают путешествовать и лимфоциты - клетки, предназначенные для осуществления иммунологических реакций. В месте соединения лимфатических сосудов образуются первичные лимфатические узлы, препятствующие проникновению микробов из жидкости или ткани в кровь. Это самая активная и мобильная линия обороны организма от всех наружных и внутренних врагов.

Белки ТС кожи - это как бы вынесенная на периферию информация об индивидуальности человека.

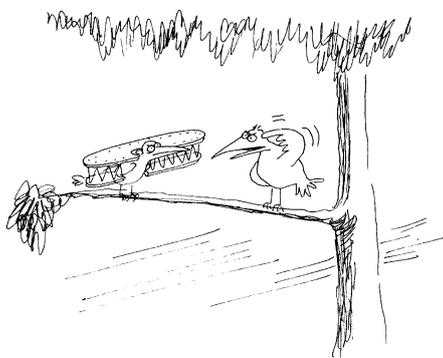
Одновременно - это «телетайп», связанный незримыми нитями с нервной и кровеносной системами, с сердцем и легкими, с печенью и почками. За счет этих связей реализуется лечебный эффект иглотерапии, лечебных ванн и массажа. Удивительно современно звучат слова доктора А.С. Залманова, автора книги

«Тайная мудрость человеческого организма», написанной им более полувека назад: «Слишком долго считали, что кожа выполняет только самые простые и пассивные функции защитной оболочки тела. Это орган наделенный чудесной и многообразной активностью. Кожа - это гигантский «периферический мозг», неутомимый сторож, который всегда начеку, непрестанно извещает центральный мозг о каждом расстройстве, каждой опасности, каждой агрессии».

Если Вас заинтересовала эта тема, обратитесь к [127].

*Сурово относясь к деяньям грешным
(И женщины к ним падки, и мужчины),
Суди, господь, по признакам не внешним,
А взвешивай мотивы и причины.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 39. КАК РЕШАЛ ЗАДАЧИ РОБЕРТ ВУД

В книге В. Сибрука [56] приводится ряд полезных высказываний о замечательном американском физике-экспериментаторе Роберте Вуде и его методике решения задач.

“Р. Вуд писал: «Никогда до тех пор никто не обнаруживал, чтобы такое слабое магнитное поле, как поле Земли влияло на какое-либо оптическое явление, и я сразу начал работать. Конечно, его надо нейтрализовать.» (Вспомните эффект Гулина.- В.М.).

Вуд поставил себе задачу раскрыть все секреты натрия.

Вуд полон доброты, но в нем нет глубокого уважения или преклонения ни перед чем на свете, кроме законов природы. Он не боится ни бога, ни черта и только иногда, может быть, робеет перед миссис Вуд.

Он вел дневник своих опытов, иллюстрируя его собственными чертежами и рисунками.

Но уже тогда доступ в мастерские, а также сильно развитое воображение - сделали его вождем банды мальчиков вне школы.

Он продолжал стремиться к еще большим достижениям.

Его растущее научно-техническое воображение достигало все новых и новых высот.

До сих пор он занимался химией, физикой, астрономией и биологией в виде развлечения и игры, скорее, чем как работой, но построил себе этим прекрасный практический фундамент.

Шалер был блестящ, популярен и знаменит по всему миру в своей области, но молодой Вуд, который ничему не верил на слово, имел с ним много столкновений.

Вуд, несмотря на то, что он еще не окончил Гарварда, опубликовал эти результаты в «American Journal of Science» после того, как сообщил их Шалеру.

Шалер упал духом, но гордился Вудом и был полностью убежден результатами опыта.

Вуд слушал его курс психологии и принес в это поле науки свое любопытство и склонность к самостоятельному исследованию.

Вуд писал: "В классе был другой мальчик, который был первым по всем дисциплинам, и я очень старался побить его по геометрии, потому что почти во всем другом мои дела были плохи. Я помню, что разработал оригинальное доказательство знаменитых «пифагоровых штанов» Евклида, которое признал сам мистер Никольс." (Вуд искал задачи в любых областях науки и техники - В.М).

Химик Рамсен часто упрекал Вуда за «прыжки в сторону», но один из них, причиной которого было сильное любопытство, имел очень важные последствия через много лет. (Шел в Индию, открыл Америку! - В.М.).

«Знаете ли, - назидательно говорил химик, который как известно, в свое время тоже шел одновременно по многим расходящимся линиям, одни из которых вели в тупик, а другие - к известности и славе, - вы тратите время зря. Было бы гораздо лучше придерживаться предписанного курса, пока вы не ознакомились с элементами органической химии.»

«Где же - сказал себе Вуд - я видел эти кристаллы раньше?» И так как он обладал памятью индийского слона, то за этим вопросом тотчас же последовал ответ: «Где же, как не в баночке, которую я спрятал много лет назад, когда был еще младенцем».

Прочитав инструкцию и подумав, Вуд решил, что можно найти метод получше указанного.

Вот что говорил Вуд далее: «Но мне во время чтения книг пришло в голову несколько идей, и к тому же я отыскал на чердаке лаборатории угол, который был идеальным местом для экспериментирования в одиночку. Я научился новому приему. Я каждый раз узнаю что-нибудь новое.

В конце моего второго года жизни в Берлине я познакомился с Отто Лилиенталем, за работой которого в области полетов по воздуху я с интересом следил уже несколько лет».

Он никогда не был удовлетворен своими приборами, если они не были самыми большими на свете.

Вуд ввел в свои опыты драматизм, наглядность и технику, которые стали привлекать внимание во всем мире к нему и его университету.

Роль Вуда - смелый эксперимент; его работы нередко бросали вызов формулам теоретиков или же, наоборот, блестяще подтверждали их.

Вуд показывает характерную черту своей экспериментальной техники - остроумное применение самого простого оборудования. Он обладал особым талантом использовать в своих целях все, что попадает к нему под руку. (Он использует «Ресурсы». - В.М.).

Вуду пришло в голову, что можно изучать световые волны по их аналогии со звуковыми.

Вуд говорил: «Я никогда не хвастаюсь».

Вот характерный диалог Вуда:

- Значит, вы сумеете выточить и отполировать пластинку из каменной соли? - удивился Рубин.

- Не знаю, - ответил Вуд, - думаю, что смогу.

- Итак, - сказал Рубин, - вы сможете сделать пластинку из соли?

- Да, - ответил Вуд, - она уже готова.

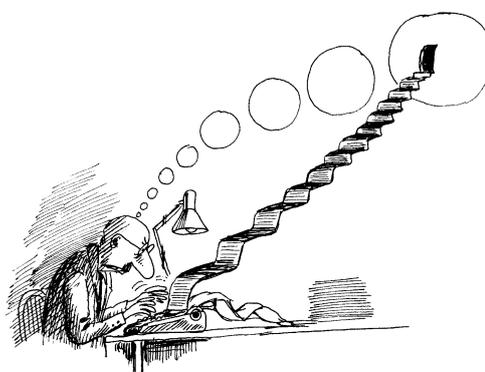
- А какова ее толщина?

- Одна десятая миллиметра, - сказал Вуд, который только что кончил измерять ее”.

Эта книга в 40-ые-50-ые годы была настольной книгой физиков страны.

*В игры Бога как пешка включен,
Сам навряд ли я что-нибудь значу;
Кто судьбой на успех обречен,
С непереносимостью терпит удачу.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 40. СОВЕТЫ ИЗ КНИГИ А.АБРАГАМА

Физик, физик, где ты был?

А.Абрагам

Громадное впечатление на меня произвела книга А. Абрагама «Время вспять или физик, физик, где ты был?» [75]. Некоторые из его советов я привожу ниже.

“Ученые делятся на тех, кто решает проблемы и тех, кто их ставит.

Супруги Жолио прошли мимо трех великих открытий: неспособность правильно проанализировать результаты своих опытов - открытие нейтрона; открытие позитрона - наблюдали в камере Вильсона, но истолковали как следы электронов, движущихся к источнику. И. Жолио наблюдала, что химические свойства трансурановых элементов, полученных нейтронным облучением урана, поразительно похожи на свойства лантана - это он и был!

Общее - слабость теоретического истолкования результатов, полученных мастерами-экспериментаторами.

Должна быть связь экспериментаторов с теоретиками.

С публикацией надо решать самому.

Джон Ван Флек объединил теорию. Повенчал магнетизм с квантовой механикой.

Заменили слабый фокусирующий радиальный градиент чередой сильных градиентов (то фокусирующих, то дефокусирующих) - получается общая жесткая фокусировка. (Описание одного из приёмов физического эксперимента. - В.М.).

Писание книги - подсказывание идеи.

Надо иметь идеи насчет явления и искать талантливых сотрудников.

Желательно работать на границе двух наук: ядерная физика и ядерный магнетизм.

Тому, кто стоит на гребне, разделяющем две долины, и смотрит вниз, видно лучше, чем тому, кто стоит в долине.

Божественный сюрприз - увидеть предсказанное теорией явление. (Сам экспериментировал. - В.М.). Если же появится неожиданное - найти ему объяснение.

Семинары, семинары... (Семинары чрезвычайно полезны при решении задач. - В.М.).

Закон Парето - важные вопросы составляют малую часть всей массы вопросов. Уметь выбрать.

Познай себя - знай оценку себя другими исследователями.

Каждый ученый обладает тем же количеством времени, как и все другие.

Чарльз Флори говорил: «Самый опасный грабитель времени - это нерешительность».

Итак, время - это ресурс, который следует учитывать в процессе исследования.

Читайте биографии великих физиков и химиков с карандашом в руках. Находите пути общения с крупными учеными.

*Сполна сбылось, о чем мечтали
То вслух, то молча много лет:
За исключением детали,
Что чувства счастья снова нет.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 41. ТАИНСТВЕННАЯ СЕМЕРКА

Каждый человек замечает в вещах только то, что для него является существенным и имеет значение.

А.Кристи («Тисс и розы»)

Решив использовать семь «нот», я теперь не могу избавиться от влияния цифры семь. Все, что попадает в поле зрения, касающееся семи, я стараюсь не пропустить, прочесть, оценить. Так иногда бывает, если вы чем-то интересуетесь, то кто-то Вам подкидывает интересные материалы. Пришел ко мне мой бывший слушатель и принес копию статьи «Герметизм» [128]. А перед этим за несколько дней до его прихода я купил газету «24 часа». А в ней статья «Магическая семерка» [129]. Так, что же в статье?

“Цифра 7 в кабалистике всегда отождествлялась с повышенной духовностью. Символ этого числа - тайна, а путь - исследование неизвестного и невидимого. С древнейших времен число 7 вызывало у людей трепет. Повсеместно наблюдая семиричность в природе, они искали причины и отражали свои поиски в мифах и легендах. О семи духах, действующих в семи кругах, рассказывает знаменитый Посвященный древности Гермес Тринсемист. “Бог поручил семи духам, - говорит он, - власть над стихиями и сотворение из них животных и растений.” Таким образом, люди, родившиеся в пространстве цифры 7, ощущают мир семерично, неся в себе радугу и чувствуя потребность об этом рассказать или во что-то воплотить. Не случайно именно Н. Скрябину первому было суждено заговорить о цветомузыке. Ведь он родился 6 января 1872г.

$$6+1+1+8+7+2 = 25, 2+5 = 7.$$

Не случайно безудержным воображением отличался английский писатель, автор «Путешествия Гулливера» Дж.Свифт; который родился 30 ноября 1867г.

К этой группе относятся Ф. Достоевский - 11 ноября 1821г, П. Чайковский - 7 мая 1840г., художник П. Корин - 7 июля 1892г., В. Даль - 22 ноября 1801г.

Прочитав о том, как можно оценить человека с точки зрения - «семерка» он или нет, каждый из вас, возможно, сразу начнете считать, а не является ли и он семеркой? Очевидно здесь так же, как в притче о подкове, подвешенной у двери. Хозяйка дома спрашивает: “Неужели Вы верите в эти предрассудки?” - “Что Вы, конечно же нет!” - “А зачем же у вас висит подкова?” - “Да, так, на всякий случай!”

Так вот я взял и сосчитал сумму цифр дня, месяца и года рождения для автора ТРИЗ Г.С. Альтшуллера. Смотрите - 15 октября 1926г. - дата его рождения:

$$15+10+1+9+2+6 = 25+10+8 = 35+8 = 43 = 4+3=7!$$

После этого, я решил посмотреть. А какая моя цифра - я родился 21 февраля 1928г.:

$$21+2+1+9+2+8 = 43 = 4+3=7.$$

Вот это да! Я тоже из плеяды «семерок»?

Тут же отмечается, что семерки неплохо взаимодействуют с 6 и 9 и наиболее опасная для них цифра - 3. Я проверил одного человека, с которым не в ладах, и оказалось, что у него цифра 3!

Конечно, я не верю, но на всякий случай проверил. Чем семерки отличаются от других людей? Продолжим цитирование.

“7 - самое загадочное и непостижимое число, которое определяет характер жизни родившегося под его влиянием. Человек не живет на свете, а как бы смотрит все время спектакль, разыгрывающийся на внутреннем экране.

Это своего рода телевизор, сквозь который течет вода - энергия всех времен и пространств. Тут не до сиюминутного. А поскольку блистательный мир на внутреннем экране меняется от внешних импульсов, люди числа 7 интуитивно, не подозревая зачастую об этом своем качестве, стремятся изменить и место, и время, и событие или же свой взгляд на место, время и событие. Отсюда их интерес к истории, искусству, путешествиям, загадкам человека и окружающего его мира.

Интуитивное восприятие мира рано или поздно приводит их к философскому взгляду на жизнь. А затем и к мистике. Открытость семерок для времени и пространства порождает неурав-

новешенный, импульсивный, иногда взрывной характер, замыкающийся от внешних влияний. Их жизненный путь часто сопровождается различными таинственными знаками: в их сознании звучат чужие голоса, возникают видения, им снятся фантастические сны, чуются запахи, не имеющие материальных носителей. Они часто задумчивы, созерцательны внешне или внутренне, душа занята постоянной работой, забирающей энергию. Но в то же время и выплескивающей энергию при озарениях.

Естественно, они в большей степени, всегда заняты собой, своими ощущениями. Иногда они даже могут проявлять бестактность, поскольку чужие проблемы отвлекают их от чего-то важного в себе, тем более когда ими овладевают приступы уныния, даже тоски.

Их стихия - творчество, будь то наука, изобретательство или искусство. Но критику в свой адрес принимают близко к сердцу - она действует на их настрой, как иголка на воздушный шар. Одобрение же и тем более восхищение дарят им крылья. Это надо учитывать тем, кто хотел бы добиться от них максимальной отдачи.

Что посоветовать тем, кому приходится иметь дело с людьми числа 7? Не доверяйте своему первому впечатлению о них. Оно может быть обманчивым. Семерки слишком глубоки, чтобы понять их при первой встрече”.

В основании герметизма лежат семь следующих принципов: принцип ментализма, принцип аналогии или соответствия, принцип вибрации, принцип полярности, принцип ритма, принцип причинности и принцип двойственного активного и пассивного начал, лежащий в основе творчества на всех плоскостях бытия и познания. Меня чрезвычайно заинтересовал тот факт, что некоторые из этих принципов пересекаются с нашими «нотами», что само по себе удивительно. Кого это заинтересует, прочитайте работу [128].

*Забавен наш пожизненный удел
Расписывать свой день и даже час,
Как если бы течение наших дел
Действительно зависело от нас.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 42. ПРИМЕНЕНИЯ ВЕПОЛЬНОГО АНАЛИЗА

Хотите уцелеть - проводите реформы!

Маколей, английский политик.

- Как Вам удастся сохранять эти кусты такими ровными?

- Это очень просто - мы их в течение 300 лет каждый день стрижем.

Из беседы туриста с англичанином.

Теперь можно подвести итог. Для определения причин брака в производстве, его устранения и нахождения новых явлений и эффектов необходимо выполнить ряд рекомендаций

Самое главное - это рекомендация Н. Бора. При встрече с браком желательно ее помнить и начать подготовку для ее выполнения.

Еще раз повторим ее: *“Полноту свойств любого физического объекта (как, впрочем, и химического и биологического - В.М.) можно в принципе определить только при постановке, по крайней мере, двух взаимоисключающих (противоположных - В.М.) экспериментов, а не одного, как обычно принималось в физике.”*

Сущность этого подхода заключается в том, что гипотезу, объясняющую новое явление или новую закономерность существующую в природе (технологии, технических системах) следует выдвигать только после того, как проведен второй, взаимоисключающий эксперимент. Чтобы определить противоположный эксперимент (ПЭ), мы рекомендуем использовать все семь «нот». До определения ПЭ, возможно, у нас уже имеется некоторая гипотеза. Од-

нако, по результатам двух экспериментов должна появиться и другая, более правдоподобная гипотеза.

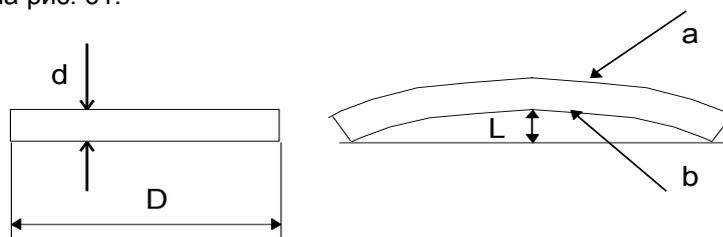
Итак, использование семи «нот» при решении задач необходимо. Но, когда с «нотами» дело движется медленнее, чем бы Вам хотелось, можно применять и дополнительные рекомендации, названные нами «импровизациями» (см. следующую главу).

По поводу самих противоположных экспериментов следует вспомнить главу 5 «Противоположный эксперимент», в которой показано, каковы могут быть противоположные эксперименты. И еще добавим, что иногда сразу, после ознакомления с браком, появляется идея - введение дополнительной операции, которая может устранить брак. Несомненно, ее следует ввести, но одновременно следует искать *причину* брака, которую следует объяснить.

Обнаруженные при этом эффекты, явления, процессы желательно привлекать для объяснения процессов в других физических и технологических объектах или системах, а также в объектах и системах живой природы (живых организмах, растениях и т.д.).

Приведем несколько примеров применения верного анализа для пояснения некоторых физико-технологических эффектов и покажем использование этих эффектов для объяснения функционирования альтернативных физических, технических и живых объектов.

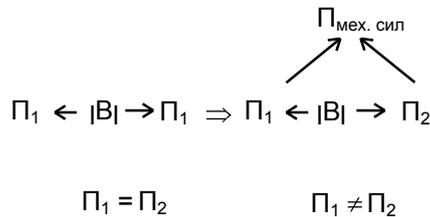
1. Эффект Тваймана. Графическая схема этого эффекта показана на рис. 61.



a - шлифованная поверхность;
b - полированная поверхность.

Рис. 61. Эффект Тваймана.

Вепольная схема этого эффекта:



Этот эффект можно наблюдать:

- на листьях растений, причем чем больше площадь и тоньше лист, тем изгиб должен быть больше;
- на мембранах клеток, ядра, митохондрий; из-за изменения $\Pi_1 \neq \Pi_2$ и электрических зарядов мембраны, возможно, колеблются, сжимаются и растягиваются;

В технических системах, в которых используются большие тонкие листы, обработанные с двух сторон (например, при полировании оптических стекол), может возникнуть изгиб.

Существует масса эффектов и явлений от взаимодействия разности (суммы) сил, температур, давлений и т.д.

Например, в объектах живой природы разность Проводящий канал I- блюдается:

- * у корня и ствола дерева,
- * у живых организмов, которые вдыхают воздух с температурой $-40\text{ }^\circ\text{C}$, а температура тела $+37\text{ }^\circ\text{C}$ (эффект Тринчера).

2. Локально-выпрямляющий контакт (ЛВК). Схема образования ЛВК показана на рис. 62.

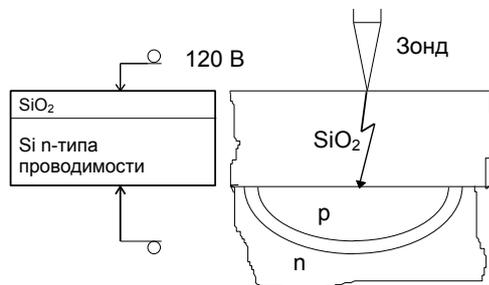


Рис. 62. Схема образования ЛВК.

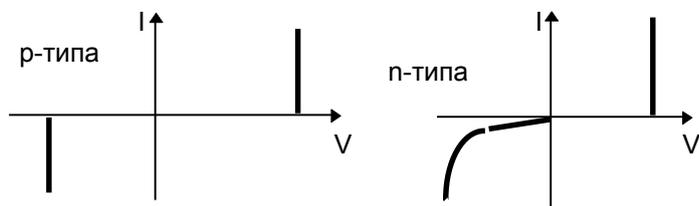
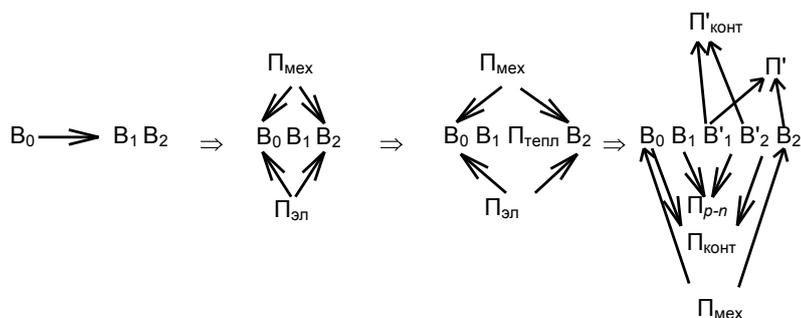


Рис. 63. Вольт-амперные характеристики для р- и n-переходов.

После пробоя образовался р-n переход и проводящий канал в окисле.

Если взять Si р-типа проводимости, то после пробоя образуется р-n-р структура - транзистор с оборванной базой. Вид ВАХ для Si п- и р- типов проводимости показан на рис. 63.

Схема для вепольных взаимодействий для ЛВК:



где: V_0 - игла, V_1 - Si n-типа проводимости, V_2 - окисел кремния (SiO_2), V'_1 - Si р-типа проводимости, V'_2 - проводящий канал в окисле, $\Pi_{мех}$ - давление на иглу, $\Pi_{эл}$ - напряжение ~ 100 В, Π' - поле механических напряжений между SiO_2 и Si р-типа проводимости, $\Pi_{конт}$ - контакты между иглой и проводящим слоем в окисле, $\Pi'_{конт}$ - контакт между проводящим каналом и областью р-типа проводимости, $\Pi_{тепл}$ - локальный разогрев кремния при $T \sim 1200^\circ C$.

SiO_2 и Si имеют р-тип проводимости. Если убрать иглу, то диод потерян, т.к. он очень мал. Однако возможно взять не иглу, а проволоку, которая после прохождения тока, приваривается к проводящему каналу в окисле и т.о. образуется диод с выводом.

ЛВК может образовываться:

- * во многих элементах - транзисторах, МОП-приборах, интегральных схемах;
- * в элементах аппаратуры, где есть тонкие диэлектрические пленки и плохая защита от статического электричества;
- * при ударах молнии в воде (эффект Юткина);

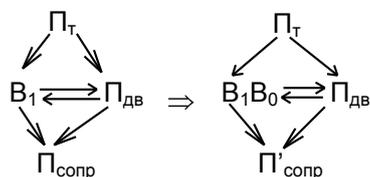
При ударе молнии в воду (диэлектрик), например, в речку, имеющую малую глубину, можно ожидать выделение большого количества тепла, расплавляющего в месте удара дно, и образование легких слитков.

Удар молнии попадает в различные антенны, в деревья, в животных и человека. При прохождении молнии в атмосфере образуется проводящий слой из ионов за счет ионизации молекул воздуха. Интересен механизм зажигания деревьев от удара молнии. Обратите внимание на запах озона после грозы.

3. Эффект Томса. Заключается в способности чрезвычайно малых добавок некоторых полимеров резко снижать гидродинамические свойства воды. Оказалось, что растворы высокомолекулярных веществ, проявляющие эффект Томса, способны течь в ламинарном режиме и при больших значениях числа Рейнольдса (Re) вплоть до 50 тысяч. Обычно без добавок Re находится в пределах 3-10 тысяч.

Полимерные добавки оказывают успокаивающее влияние на поток жидкости, предотвращая расход энергии на образование завихрений. (Д.Л. Чиженко, «Химия и жизнь», 12/1977).

Схема вепольных связей для эффекта Томса:



где: V₁ вода, V₀ - малые добавки, P_T - тепловое поле, P_{дв} - поле сил движения, P_{сопр} - поле сил сопротивления, P'_{сопр} - поле сил сопротивления в воде с добавками.

При эффекте Томса P'_{сопр} < P_{сопр}, а если P'_{сопр} > P_{сопр}, то это обратный эффект.

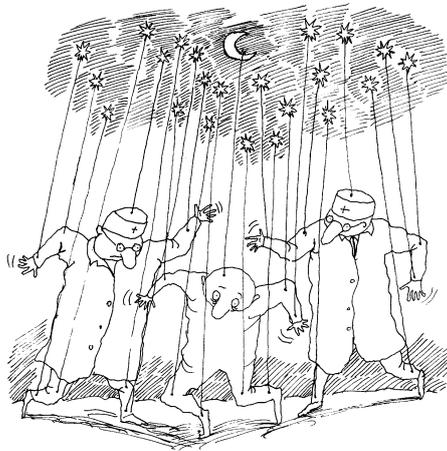
Эту задачу можно решать, дополняя «нотный» подход импровизациями.

Пока нет ответов, например, на следующие вопросы. Что надо сделать, чтобы увеличить турбулентность, при $Re < 10$ тысяч? Какие следует ввести добавки? Как это зависит от температуры?

Попробуем использовать аналогии. Малые добавки используются, например, в гомеопатии (Как они действуют? Ответов пока нет). Малые добавки в полупроводниках позволяют регулировать электрофизические свойства полупроводников. Малые добавки в воду позволяют использовать очень сильно разведенные растворы, которые действуют также, как неразведенные. Можно ли найти общий механизм воздействия малых добавок на изменение свойств веществ?

*Ощуцаю опять и снова
И блаженствую, ощутив,
Что в начале отнюдь не слово,
А мелодия и мотив.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 43. ИМПРОВИЗАЦИИ

Гипотезы - это сети; только тот, кто ловит, поймает.

Карл Поппер.

Науку нужно делать без звериной серьезности.

Н. В. Тимофеев-Ресовский.

Формой развития естествознания, поскольку оно мыслит, является гипотеза. Если бы мы захотели ждать, пока материал будет готов в чистом виде для закона, то это значило бы приостановить до тех пор мыслящее исследование, и уже по одному этому мы никогда не получили бы закона.

Ф. Энгельс «Диалектика природы».

Ничто не приводит к успеху быстрее, чем избыточность средств.

Гершель.

Признаюсь, что почти все, что мне удалось сделать, имело в основе неверную теорию. Обычно мои идеи попались одна за другой, но всегда оставляли, что-нибудь для будущего.

Альберт Сент-Дьердьи.

Здесь мы рассмотрим подход к решению задач с импровизациями. "Импровизациями" я называю рекомендации, составленные путем анализа многочисленных источников - книг, журналов, статей

и т.д. Импровизации следует применять, когда с помощью только «нот» задачу решить не удаётся. Все, что нужно уметь делать при этом - это выдвигать много гипотез и уметь найти среди них единственно верную. Образно говоря, если композитор И.С. Бах на одну музыкальную тему написал 13 фуг, то задача ученого - из 13 гипотез найти единственную верную.

Мы предполагаем, что у решающего есть знания и опыт, и он не боится преодолевать психологические барьеры; есть готовность к восприятию нового, желает общаться и обсуждать ход решения задачи и результаты.

Далее перечисляются наши рекомендации.

1. *"Нелепый вопрос: почему Бродский состоялся как один из величайших русских поэтов XX века? Могу вспомнить одну его любимую фразу. Он говорил, что в любой ситуации надо взять тоном выше! Это, кстати, одна из его главных идей! Она заключается в том, что если у тебя что-то не получается, то не надо отступать ни в коем случае. А надо ту же цель взять крупнее, больше! Стрелять с перелетом. Тогда цель будет поражена".* (По материалам газеты «24 часа»).

Если перевести эту мысль на язык решения научных задач, то это означает использовать принцип компенсации - глубже узнать процесс, а также рассмотреть другие цели, другие проблемы, другие задачи, имея гипотезу.

2. "Я не люблю играть по нотам. Я веду тему и импровизирую. Тема присутствует всегда" (Р. Пауэлс.)
3. Помните, что Вы первый, кто начал решать эту задачу. А те, кто решал ее - не решили. Если Вам трудно и хочется бросить, не решать, вспомните о великих исследователях - Л. Пастере, И. Мечникове, И. Павлове. В ходе решения Вы доказываете сами себе, на что Вы способны! Верьте - Вы решите эту задачу!
4. "Чтобы научиться плавать, нужно войти в воду. Чтобы стать ученым, нужно не только знать свое дело, нужно уметь думать, нужно гореть. Нужна мечта, такой идеал, что для его достижения человек может выложиться весь, до последней молекулы". (П. Амнуэль).
5. Начав исследование, установите - что, где, когда, как и почему осуществляется взаимодействие и что в результате происходит. Что происходит до, во время, после взаимодействия. Ищите аналогии и проводите сравнения. Смотрите поверхностные и объемные силы, свойства. Ищите силу, разность или сумму сил, полей, концентрации. Напишите не-

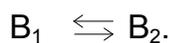
- сколько портретов, сценариев эффекта, используя творческое воображение. Повторите несколько раз полученный брак, наберите статистическую картину.
6. Не отвергайте интуицию и появившиеся вдруг мысли записывайте, не ленитесь, даже ночью.
 7. Необходимо вести дневник с фиксированием когда, от чего родилась мысль, идея.
 8. Анализируйте записи. Опытный исследователь видит процессы и явления шире, помнит много аналогий.
 9. Следует все время помнить девиз: "Пошел в Индию - открыл Америку!"
 10. *"Но, чтобы быть детективом (исследователем), надо в первую очередь помнить тысячу мельчайших подробностей и автоматически подгонять любую теорию под имеющиеся факты."* (Р. Стаут).
 11. Нужно развивать боковое зрение: видеть то, на что не обращают внимание другие.
 12. Что возможно - измеряйте! Что возможно - считайте! Стройте графики так, чтобы они сами подсказывали решение. Рисуйте и старайтесь делать рисунки динамичными и в масштабе.
 13. Ищите место, где неясный эффект происходит в первую очередь.
 14. Можно выдвинуть концепцию с допущениями, решить, что может быть эталоном, снять зависимости увеличения и уменьшения параметров от изменения причины.
 15. Если обнаружено, что в опыте сделана ошибка, все равно доведите его до конца - ни в коем случае не бросайте эксперимент.
 16. Проводите сбор фактов и артефактов.
 17. Рассмотрите систему, подсистему, надсистему, с которой Вы работаете.
 18. Открытые элементы более активны, чем закрытые (вспомните ДНК).
 19. Рассмотрите взгляды других авторов на эволюцию изучаемого явления.
 20. Исследователь должен быть готов к встрече с непонятным, неясным, новым для себя и не бояться работать в других областях науки, техники, технологии.
 21. Не проходите мимо встреченного непонятого эффекта, явления, либо неясных экспериментальных данных. Наоборот - ищите такие данные. Фиксируйте их - где, когда, кто автор?

22. Что Вас заинтересовало в задаче? Выпишите все следствия от неизвестной причины. Постройте схему причинно-следственной связи.
23. Что обнаружено достоверно? От чего зависит достоверный факт? Воспроизводим ли эффект?
24. Если эффект воспроизводим, представьте его в общем виде:

$$L \approx \frac{(F1 \pm F2)D}{d} \quad (\text{эффект Тваймана}).$$

25. Найдите высказанные гипотезы различных авторов. Смело критикуйте их, исходя из Ваших представлений, опыта, знаний, здравого смысла. Цепляйтесь за каждое упущение. Разберитесь до тонкостей. Был ли проведен противоположный эксперимент? Если нет, то можно смело не соглашаться с автором.
26. Пообсуждайте проблему со специалистами или с сотрудниками, которые интересуются исследовательской работой. Рассказывайте им о проделанной работе, попытайтесь их заинтересовать. В процессе разговора могут появиться интересные мысли, идеи. Помните, что многие люди вовсе не питают к Вам чувство любви, а возможно, и наоборот. Помните, что многие люди даже независимо от себя, завистливы. Поэтому желательно иметь для диалога тех, кто хочет помочь, поучаствовать.
27. Собрав все данные, представив процесс эффекта, создайте себе обстановку «момента истины», то есть заставьте себя, буквально, в течение нескольких минут выдвинуть гипотезу.
28. Профессор, у которого я работал в молодости, раз в месяц приходил к нам в комнату и говорил: “Японцы отстают от нас, но наступают на пятки. Я получил последний журнал - они вот-вот догонят”. И мы старались.
29. Теперь можно представить весь процесс с помощью принципа эквивалентности, векторного анализа и принципа компенсации. Посмотрите - нет ли веществ и полей, которые Вы ранее не учитывали, не видели. Это чрезвычайно важный шаг. Обязательно воспользуйтесь учебниками, которые Вы любите, учебниками, в которых понятно описаны явления, процессы, с которыми Вы встретились в работе.
30. Не надейтесь на память - все, что непонятно, читайте и пишите, записывайте и читайте. Ищите, что непонятно, объясняйте сами себе и другим. Не бойтесь спорить.

31. Представьте весь процесс, полученный по п.29, в химических терминах, реакциях, что уходит, что остается, что образуется.
32. Рассмотрите систему, в которой наблюдается эффект, с позиции законов (тенденции) развития технических систем.
33. Поставьте вопросы и попробуйте на них ответить. Что сделать, чтобы этот эффект получился? Что сделала бы природа, чтобы этот эффект осуществился? Используйте для ответов все ресурсы, которые Вы сможете найти.
34. Посмотрите есть ли внешние воздействия: изменения температуры, давления, γ -излучения, гравитационного поля, электромагнитного поля, магнитного поля земли и т.д.
35. Посмотрите дозы воздействия - локальные, общие на взаимодействующую пару.
36. Какие эффекты могут быть использованы - физические, химические, биологические.
37. Исследуйте проблему вглубь - на уровне молекул, атомов.
38. Рассмотрите выбор дополнительного объекта, удобного, дешевого, информационного.
39. Рассмотрите регуляцию, саморегуляцию, синхронизацию.
40. Кто осуществляет контроль процесса: синтеза, расстояния, давления и т.д.?
41. Проведите сравнение элементов между собой, а не только с эталоном.
42. Выберите модель, наиболее простую и, если можно, прозрачную, звуковую, запаховую.
43. Посмотрите, каков будет обратный эффект.
44. Выявите все диссимметрии. Рассмотрите взаимодействие диссимметрии элементов, полей.
45. Рассмотрите взаимодействие в точке, на линии, плоскости, объеме.
46. Сформулируйте ИКР.
47. Сформулируйте идеальный эксперимент.
48. Рассмотрите на всех уровнях - организм, клетка, ядро, диссимметрию, дисбаланс, дискомфорт, особенно в выбранной паре



49. Не задерживайтесь в мыслях на одном явлении, процессе. Если мысль перешла на другой объект, думайте об этом объекте, вопросе. Через некоторое время мысли опять вернутся к начальной задаче.

50. Если Вы родили прекрасную мысль, зафиксируйте ее и дайте голове отдохнуть.
51. Заставляйте себя думать, особенно когда Вы находитесь в некомфортабельных условиях.
52. Если известно следствие, то следует составить таблицу параметров следствия от скрытой причины X и выбрать такой параметр, который бы позволил произвести противоположный эксперимент.
53. Предложите параметр для проведения противоположного эксперимента.
54. Уточните и проведите идеальный эксперимент.
55. Имея результаты 2-х противоположных и идеального экспериментов, выполните п.27 - «момент истины».
56. Имея гипотезу, следует найти решающий эксперимент, подтверждающий или опровергающий гипотезу. Это может быть эксперимент на другом объекте, на другом материале; с другим индикатором и т.д. Здесь широкое поле деятельности. Главное - правильность гипотезы и достоверный показ доказательств ее очевидности.
57. При выдвижении гипотезы можно:
- * воспользоваться, помимо полученных результатов, представлением о протекании процесса в динамике с рисунками;
 - * рассмотреть проявление эффекта в обоих элементах $B_1 \rightleftharpoons B_2$;
 - * рассмотреть диссимметрию по массе, структуре и т.п.;
 - * рассмотреть, возникают ли сверхэффекты, которые Вы не предвидели до проведения 2-го эксперимента;
 - * сравнить результаты с эталоном и друг с другом.
58. Рассмотрите по цепочке: свойство - две противоположности и их диссимметрию - противоречие. Сформулируйте противоречия:
- по предмету - существительному,
 - по действию - глаголу,
 - по свойствам - прилагательным.
- Уже в процессе формулирования противоречия должны появиться идеи, мысли, гипотезы. По всем трем элементам может быть несколько противоречий, особенно по свойствам. Полученную систему противоречий попытайтесь так сформулировать и разрешить, чтобы получился ответ-решение, удовлетворяющее всем сформулированным противоречиям. Если ответа нет, не огорчайтесь - Вы сделали еще один шаг к ответу.

59. Не забывайте, что даже ответ, не подтверждающий Вашу гипотезу, есть результат противоположного эксперимента какого-то параметра. Поищите его, возможно, он может дать подсказку.

60. Не жалейте бумагу, пишите каждый Ваш шаг при решении задачи, рисуйте, рисуйте и ничего не выбрасывайте. На каждом этапе пишите маленькую статью, в которой сами ставьте вопросы, критикуйте себя сами и отыскивайте ответ. Вы сами должны для себя найти «метод», который Вам помогает. Это важно, т.к. это будет наиболее продуктивно: сердце должно лежать к работе, и она не должна давить, а должна доставлять радость.

«Наука - баба веселая» - говорил Н.В. Тимофеев-Ресовский и был прав.

61. *"Ключом, который послужил Ньютону для отгадки проблемы движения, было ускорение тела, пропорциональное силе, действующей на тело.*

Ключом для открытия Гиббса стала скорость частички, пропорциональная ее энергии". (Митчел Уилсон, [87].)

Ключом для нас должна быть диссимметрия («ключ» **Ди**), которую ввел Л. Пастер. **Ди** - это неравенство и следует ее выявлять и искать влияние ее на рождение новых эффектов и явлений.

62. При чтении каждого пункта имейте ввиду понятие диссимметрии по всем свойствам рассматриваемых взаимодействующих элементов.

63. Человек тем умнее, чем быстрее он поймет, как он глуп, думая, что он быстро найдет решение или уже нашел его.

64. *"Потребность заявить себя, отличаться, выйти из ряда вон, есть закон природы для всякой личности, это право ее, ее сущность, закон ее существования".* (Ф.М. Достоевский.)

65. *"Все дело в интерпретации фактов, а не в знании их".* (Рекс Стаут.)

66. *"Мир един - это мы расчертили его на сферы влияния и огороды. Но, чтобы ни было сделано в любой области, оно продвигает вперед всю цивилизацию. Одни науки опережают другие, могут помочь отстающим. Конечно, нельзя механически переносить законы с одной почвы на другую. Но почему не проверить, не соотнести?"*

Недавно мне по работе пришлось заниматься остыванием металлов. Сопоставил данный процесс с деградацией в биологии, с инфляцией в экономике, с регрессом в социологии, с редукцией в языкознании. Удалось найти кое-что новое для металлургии." (Виктор Жигунов, «Интегральное скерцо.»)

67. *"Ведь я достаточно сообразителен для того, чтобы улавливать в вещах сходство (а это самое главное), и в то же время"*

не настолько опрометчив, чтобы не замечать между ними тонких отличий, я чувствовал, что от природы наделен страстью исследовать и сомневаться, находить и вновь искать, глубокомыслием, неспешностью суждений, стремлением приводить все достигнутое в стройный порядок; я человек, который не склонен обольщаться всем, что ново, но и не цепляться за старое, и я презирал всяческую недобросовестность". (Френсис Бэкон, «Вступление к истолкованию природы».)

68. *"Формирование пространственной организации начинается с создания асимметрии: будущая голова должна отличаться от хвоста, спина от живота".* (Молекулярная биология клетки, Т.3, с.77.)

69. Если высказано несколько гипотез, посмотрите, нельзя ли их объединить по методу объединения альтернативных систем и гипотез.

70. *"Казалось бы, факты сами лезли нам в руки, но мы не обращали на них внимание".* (Эрл Стэнли Гарднер.)

71. Человек сделал себя объектом научного исследования. Наблюдайте за собой и записывайте, как и какие мысли у Вас появляются.

72. *"Известно, что если раскрыть человеку его истинную природу, то непременно наживешь себе врага. Это в полной мере относится и к наукам. Их представители часто ведут себя как капризные примадонны, думающие только о себе и занятые только собой. Подобно избалованным детям, они требуют к себе постоянного внимания и хотят играть только главные роли на сцене мировой науки".* (Е.С. Мэкси, «Биометеорология как наука».)

73. *"Мне кажется, что дело не в том, чтобы найти самый лучший или самый эффективный способ делать открытия, а в том, чтобы найти хоть какой-нибудь".* (Р. Фейнман, [2])

74. Допустить недопустимое, а затем смотреть, что можно сделать.

75. Заведите себе критика.

76. Используйте аналогию, даже полагая, что она «хромая богиня».

77. *"Если мы будем казаться будущим людям дураками, а это произойдет обязательно, то не только за низкий коэффициент полезного действия двигателя внутреннего сгорания. Они будут удивлены вопиющей бесхозяйственностью в расходовании мозговой энергии. Миллионы тонн мозгового вещества в головах человечества работает вхолостую. Представьте себе Азовское*

море, заполненное до краев серым человеческим мозгом, и вся эта масса мозга решает вечером вопрос: пойти в кино или нет?

И эта планета мозга родила за миллион лет атомную бомбу и несовершенную ракету, и это нам представляется космическим достижением человеческого гения! Гора, родившая мышь, работала производительней в бесконечное число раз. Простой станка на заводе или судна у причала мы считаем видом аварий. Тогда простой мозга надо почитать катастрофой, но мы укладываем миллионы неотреботанного мозга в могилы или сжигаем в крематориях. Вот отчего будут рвать на головах волосы будущие люди, если, конечно они сохраняют волосатость". (В. Конецкий, «За доброй надеждой».)

78. *"Бернет любил не так решать, сколько придумывать загадки. Бернет каждым своим предложением, гипотезой опережал исследовательский потенциал своего времени".* (Говалло.)

79. Швейцарская фирма "Сандоз" выделила из найденного в почвах Норвегии грибка новый антибиотик циклоспорин А. Он дает хорошие результаты для белков совместимости. Всем сотрудникам из этой фирмы предписано привозить образцы почвы, где бы они не были. Где бы Вы не были, ищите методы научного творчества и фиксируйте их.

80. Оправдание главы «Импровизации». *"Главным достоинством (или пороком, если хотите) моей жизни были поиски оригинального, совершенно собственного языка в музыке. Я чувствую отвращение к подражанию, я ненавижу привычные методы. Я не хочу быть переодетым в кого-то. Я хочу быть самим собой всегда".* (С. Прокофьев.)

81. *"Мы, возможно, истратим немало миллионов долларов впустую, пока доберемся до конца работ, но это будет плата за преодоление невежества."* (Дж. Сайдботен.)

82. *"Господи, дай мне душевный покой в делах, которые я изменить не могу, дай мне мужество изменять то, что я могу, и мудрость отделить одно от другого".* (Молитва.)

83. *"Всякое искусство стремится к музыке".* (Н. Михалков.) Если наука в какой-то степени искусство, например, синтез молекул, то для нас этот тезис также подходит.

84. *"На свете есть вещи поважнее самых прекрасных открытий - это знание метода, которым они были сделаны".* (Готфрид Лейбниц.)

85. Отличие ТРИЗ от метода решения научных задач в том, что при решении технических задач есть много ответов и хороших, и дешевых, а в конце решения научной задачи должен быть один из-

вестный ответ. Я его не знаю, но знаю, что он есть! Его надо отгадать.

86. Ждите осенения! 8 марта 1995 г. в 20-10 я подошел к окну и вдруг осенило: можно не обязательно делать два противоположных эксперимента последовательно, а результаты 2-х противоположных экспериментов присутствуют на всех технологических операциях, где есть «годен-не годен». Это дает ключ к сравнению и выводу.

87. *«Казалось бы, все симметрично, но на самом деле не до конца. По этому вопросу сейчас существует две различные точки зрения. Одна утверждает, что на самом деле все просто, что на самом деле все симметрично и что все дело в небольших осложнениях, немного нарушающих идеальную симметрию. Другая школа, у которой всего один последователь - это я, (и Я – В.М.). не согласна с этим и верит, что все очень сложно и что простота достигается лишь через сложность... Очень может быть, что в глубине души природа совершенно не симметрична, но в хитросплетениях реальности она начинает выглядеть почти симметричной, и эллипсы начинают походить на окружности».* (Р. Фейнман, [2]).

88. *«...например, неопытные студенты, высказывают очень сложные догадки, и им кажется, что все правильно, но я знаю, что это не так, что истина всегда оказывается проще, чем можно было предположить. Что нам действительно нужно, так это воображение, но воображение в надежной смиренной рубашке».* (Р. Фейнман [2], «В поисках новых законов»).

89. *«...можно было бы приписать Полю правило: «Никогда не решай более одной единственной проблемы зараз», тогда как я утверждал нечто прямо противоположное: «Никогда нельзя решать только одну проблему, всегда приходится иметь дело сразу с несколькими».*

Нильс Бор любил говорить: «Противоположность верного утверждения - ложное утверждение. Но противоположностью глубокой истины может оказаться другая глубокая истина» (В. Гейзенберг, «Физика и философия, часть и целое»).

90. *«Полноту свойств любого физического объекта можно в принципе определить только при постановке, по крайней мере, двух взаимоисключающих экспериментов, а не одного, как обычно принималось в физике. Сущность этого подхода заключается в том, что гипотезу, объясняющую новое явление или новую закономерность, существующую в природе, следует выдвигать только после того, как проведен второй, взаимоисключающий эксперимент»* (Н. Бор).

91. "Я видел знаменитую надпись у входа в институт, выражающую кредо его директора: «Ни знание предмета твоего исследования, ни мощь инструментов, ни обширность знания, ни точность планов, никогда не заменят оригинальности твоей мысли и зоркости наблюдений» (Ганс Селье).

92. "Я не имел иной книги - писал он - кроме неба и земли, которая известна каждому и каждый может узнать и прочесть эту книгу" (Палисси).

93. "Избытком удобрений нельзя заменить недостаток знаний" (Прянишников).

94. "Наша неспособность решать многие фундаментальные проблемы зачастую базируется на узости нашего научного мышления. Мы, рассматривая какое-нибудь природное проявление, почти всегда забываем, что оно скрыто на фоне других проявлений, которые однако, являясь «родственниками» (эквивалентами) изучаемого явления, способны помочь нам, в усилиях по познанию окружающего мира.

Поэтому заниматься изучением только одного явления бессмысленно, а нужно изучать взаимодействие в целом, разобравшись во всей цепи взаимодействий" (Ю.Г. Белостоцкий, [1]).

95. "Я думаю, что основной чертой американского характера является такое мироощущение "can do" - это можно сделать. Практически все можно сделать, даже то, что представляется совершенно диковинным, возможно, у соотечественников же это начисто отсутствует" (И. Бродский).

96. "Гипотеза - это не обязательно как есть. Но это - воздушная ступенька. Гордись, но знай, пройдет и это" (Олег Крышталь, [35]).

97. Эйнштейн говорил, что кроме десяти заповедей Моисея исследователь должен руководствоваться еще одной - «Не бойся».

98. "Метод науки - это доказательства" (Л.С. Берг).

99. "В конце заседания 28 июля 1823 года, когда я занимался укладыванием моих препаратов, ко мне подошел человек из среды Академии и завел со мной беседу. Исключительной любезностью он сумел выпытать у меня тему исследования и все мои планы. Из неопытности и страха я не осмелился спросить, чья благосклонность принимает участие в моей судьбе, мы расстались. Этот разговор стал фундаментом моего будущего, я приобрел для моих научных целей могучего и ласкового покровителя и друга.

«Князь наук» Аристотель XIX в., близкий друг Гей-Люссака, Араго, Лапласа, Гаусса, Гете, Шиллера - вот кто взял неопытного студента под свое покровительство. Позднее, посвящая Гум-

больдту свое главное сочинение, Либих писал: "Я погиб бы вполне, но благосклонность Гумбольдта предотвратило это. Мне открылись все двери, все институты, все лаборатории, живой интерес, который вы проявили ко мне, добыл мне любовь и искреннюю дружбу вечно дорогих мне учителей Гей-Люссака, Дюлонга и Тенара. Ваше доверие проложило мне путь в сферу действий, в которой я уже шестнадцать лет стараюсь быть достойным" («Юстус Либих», Красногорский [61]).

100. "Мне стало необыкновенно ясно, как мало зависит от прибора и как много от человека, который перед ним сидит" (Вильгельм Освальд).

101. "Либиха и Дюма связывали сложные отношения дружбы и вражды, сотрудничества и соперничества.

Либих писал Берцелиусу: «Меня всегда берет досада, что этот парень, несмотря на свою небрежную, невозможную и скверную манеру работы с помощью дьявола, достает из рукава удивительные штуки».

Лекции Гей-Люссака, Тенара, Дюлонга и других имели для меня неизъяснимое очарование. Введение астрономических и математических методов в химию, выражение по возможности, каждой зависимости в виде уравнения, связывание двух последовательных явлений причинной зависимостью в виде теории привело французских химиков и физиков к великим открытиям. Я понял, или правильнее будет сказать, в моем сознании неясно забрезжила мысль, что не только между двумя или тремя, но между всеми химическими явлениями в минеральном, растительном и животном царстве существует зависимость, которая управляется законами. Ни одно из них не происходит само по себе, но связано с каким-то другим, а то и с третьим и так далее.

Он научил их стремлению к истине, а дальше они искали ее сами. Он научил их отстаивать свои убеждения, невзирая ни на какие авторитеты, и поэтому они боролись за них даже против того, в чьей лаборатории научились мастерству химика.

В моей "Сельскохозяйственной химии" я просто попытался внести свет в темную комнату. В ней уже стояла вся мебель, все изделия, необходимые для удовольствия и удобства. Но все эти вещи были видны неясно и неотчетливо обществу, которое пользовалось комнатой для своей пользы и выгоды.

Один на ощупь натыкался на стул, другой - на стол, третий - на кровать, и каждый устраивался там, как мог. Но гармония обстановки и ее взаимосвязь была для большинства глаз скрыта. После того, как на каждый предмет упал, хотя бы и слабый свет, многие закричали, что свет в комнате не изменил ничего

существенного, что один уже знал раньше и пользовался тем, другой этим, и что все вместе они уже ощущали и чувствовали все, что было в комнате. Однако химию, этот светоч знания, уже нельзя без ущерба удалить из этого помещения. Моя цель оказалась полностью достигнутой" («Юстус Либих», Красногорский, [61]).

102. "Подлинная ценность творческой личности как раз и состоит в том, что она умеет создавать идеи, противоположные всем известным и общепринятым фактам" (В. Матвеев, «Химия и жизнь», 4/1991).

103. "Не всякое творчество хорошо, - писал Николай Бердяев - может быть злое творчество. Повсюду человек стоит перед выбором" («Химия и жизнь», 4/1991).

104. "Самый опасный грабитель времени - это нерешительность" (Чарльз Флори).

105. Еще Н.В. Тимофеев-Ресовский говорил, что если бы Мендель, не зная своих законов заранее, не имел бы в голове их модель, то никакие наблюдения, никакая их статистическая обработка не помогла бы ему эти законы открыть.

106. Гвардии лейтенант Головастов предлагал автоматическую систему проверки всех ракет сразу, без подъема их из шахт. Он предлагал иметь на каждом командном пункте «Проверочный эквивалент» - макет ракеты, проверять ежедневно только этот макет, а затем электрические сигналы пропускать одновременно через макет на командном пункте и боевую ракету в шахте. Если прохождение сигналов будет одинаковым, значит, боевая ракета в исправности. Система проверочных эквивалентов могла непрерывно совершенствоваться" (В. Суворов).

107. "Господь Бог изощрен, но не злокознен" (А. Эйнштейн).

108. "Кто не надеется найти, не найдет, ибо без надежды нельзя выследить и настигнуть" (Гераклит).

109. Предложим **постулат**: если в произвольно расположенных точках, линиях, плоскостях, объемах любых тел - газовых, жидких, твердых, составных, выращенных имеет место разность или сумма зарядов, токов, потенциалов, напряжений, сил, потоков, концентрации и т.д., и условия удовлетворяют их взаимодействию скалярно, векторно, аксиально, то, если значение разности (суммы) значительно (диссимметрия), а расстояние между взаимодействующими элементами достаточно и среда не поглощает (не препятствует) взаимодействию, то эта диссимметрия может совершить некоторую работу. Эту работу можно наблюдать в виде неких эффектов, например, изгиба, осмоса, притяжения, тока, высаживания, растворения и т.д., причем внешние воздействия могут эти эффекты усили-

вать или ослаблять. Эта диссимметрия может быть мгновенной или растянутой во времени.

110. "Когда в каких-либо явлениях обнаруживается определенная диссимметрия, то эта же диссимметрия должна проявляться и в причинах ее породивших" (Принцип Кюри.)

"Некоторые элементы симметрии могут сосуществовать с определенными явлениями, но они не необходимы. Необходимо отсутствие некоторых элементов симметрии. Это и есть та диссимметрия, которая творит явление" (П. Кюри, [131]).

111. *"Все теории, объясняющие явления природы, должны быть смелы, как сама природа, - ответил Холмс"* (А.К. Дойль "Этюд в багровых тонах").

112. *"Мудрость науки в ее методологии"* (С.В. Мейн).

113. *"Почему природа позволяет нам по наблюдениям за одной ее частью догадаться о том, что происходит повсюду? Конечно - это не научный вопрос: я не знаю, как на него правильно ответить и отвечу столь же ненаучно: мне кажется, причина в том, что природа проста, а поэтому прекрасна."*

Нам необыкновенно повезло, что мы живем в век, когда еще можно делать открытия. Это как открытие Америки, которую открывают раз и навсегда. Век, в котором мы живем, это век открытий основных законов природы, и это время уже никогда не повторится" (Р. Фейнман [2]).

Об истине, трудолюбии и храме природы.

114. *"Ученый - это тот, кто всегда готов выслушать мнение других, но никогда не теряет самостоятельности суждений. Он должен избегать тенденциозных оценок, основанных на внешних признаках, он не должен отдавать предпочтение той или иной гипотезе, не должен принадлежать к той или иной школе, не должен преклоняться перед тем или иным авторитетом в науке. Он должен почитать факты, а не людей; основным объектом его стремления должна быть истина. И если ко всем этим качествам еще добавить трудолюбие, то можно надеяться, что тогда он действительно может ступить под своды храма познания, именуемого природой, и приподнять завесу над ее тайнами"* (Майкл Фарадей).

115. Посмотрите, есть ли в системе обратные связи? Используйте их при выдвижении гипотез.

116. Рассматривая причины компенсации, обратите внимание на сверхэффекты - эффекты, которые Вы в начале работы не видели. Оцените их, можно ли их привлечь к выдвижению гипотезы?

117. При проведении противоположных экспериментов обратите внимание на желательность изменения параметров, как в сторону

минимума, так и максимума. Малые добавки и малые токи таят дополнительные открытия.

118. Химический язык - общий для всех наук. Везде, где можно, представьте химическое взаимодействие.

119. Видимый мир объясняют невидимыми силами, сопрягая наблюдение и воображение.

120. Исследователь должен адаптироваться к программе решения - теме и импровизациям.

121. *"Гипотеза должна обладать достаточной мощностью, чтобы объяснить различные явления и достаточной гибкостью, чтобы быть примененной в изменяющихся условиях"* - говорил о теории Ф. Жакоб.

122. *"Мозг по определению - поле деятельности для обучения.*

Эволюция – самодельщик, вновь и вновь переделывая там и тут, где-то укорачивая, удлиняя, хватаясь за любую возможность подправить, изменить, сотворить. Природа постепенно делает один орган из другого.

Важно, что всего лишь одно изменение в представлении о мире может повлечь за собой изменение в мире физическом.

Разнообразие - это одна из основных движущих сил эволюции

Человеку желаемое необходимо так же, как и действительное.

Время страха кончилось, начинается время надежд" (Ф. Жакоб).

123. Время страха перед решением научных задач кончилось. Начинается пора их решения.

124. Исследователю должна все время поступать энергия и информация. Энергия - это воодушевление на работу и поощрение (запрет), а информация - это ответы, известные ответы на вопросы и, должно быть, сравнение и оценка.

125. Рассмотрите возможность объединения альтернативных гипотез.

126. Не упустите возможность открыть обратный эффект. Например, в эффекте Коновалова жидкость в капилляре под действием ультразвукового воздействия поднимается вверх, а может ли опуститься? Эффект Томса: малые добавки в воде делают ее «скользящей», она уменьшает сопротивление. И наоборот, можно ли увеличить сопротивление?

127. *"Поначалу, лишь очерчивая границы неизвестного, мы впоследствии можем открывать что-то действительно новое. Нет никаких способов предугадать, к чему могут привести исследования в той или иной области науки, а поэтому нельзя от-*

давать предпочтение одним областям науки и пренебрегать другими.

Каждый из нас живет в реальном мире, который сформировался в мозге, на основе информации вводимой органами чувств и языка.

У млекопитающих огромное количество информации поступающей извне, фильтруют органы чувств и обрабатывает мозг, в котором формируется упрощенное, но удовлетворяющее потребностям животного представление о внешнем мире. Мозг работает, не записывая полного отображения мира, а строя для себя его внутренний образ. Воспринимать какие-то стороны реальности - биологическая необходимость.

Асимметрия появляется только в явлениях дополнительных друг к другу” (Ф. Жакоб).

128. Снять возможные зависимости, связанные с увеличением и уменьшением значений основных параметров.

129. Рассмотрите функциональное состояние и выполняемые объектами функции.

130. Проводите сбор картотеки по выбранному эффекту.

131. Проводите мысленные эксперименты и пофантазируйте, что будет, если проблема будет решена.

132. *”Одна и та же причина все время приводит к одному и тому же следствию. Обратная трактовка - одно и то же физическое явление во всех случаях должно проявляться только по одной и той же причине. Природа как бы компенсирует изменение одного параметра появлением другого, а изменение этого - появлением опять нового.” (Белостоцкий [1]).*

133. Полученную гипотезу раскритикуйте сами, не щадя себя. Желательно это сделать через несколько дней.

134. Любое исследование - это многошаговая деятельность. Мало задач, которые решаются в один шаг.

135. Следует рассмотреть явление в свете всех законов, которые мы знаем. Это законы:

- энергетической проводимости (Где потери - вещественные, полевые, информационные?),
- полноты частей системы (Учтен ли закон для всех частей сложной системы - одной, двух, трех и т.д.?),
- неравномерности развития элементов системы (Какие элементы более старые, более современные?),
- повышения динамичности системы (Какие элементы статичны, какие динамичны?),

- согласования-рассогласования (Как согласуются элементы системы по материалам, структуре, частоте, регуляции, синхронизации, есть ли положительная, отрицательная обратная связи?),
- перехода количества в качество,
- повышения идеальности,
- повышения вепольности (Выявлены ли все вещества и поля, участвующие в явлении, эффekte?).

136. *"Как следует испортить, расстроить, изменить технологический процесс, чтобы воспроизвести имеющийся брак-дефект?"* (Б. Злотин).

137. Фейнман противоречив в своих высказываниях. Он говорил: *"Природа и проста, и сложна. (Можно утверждать, что, начиная решать задачу, мы ощущаем сложность задачи, но, получив ответ, убеждаемся, что истина проста. - В.М.). Каждый раз, когда образуется длительный затор, когда накапливается слишком много нерешенных задач, это потому, что мы пользуемся теми же методами, которыми пользовались раньше. Новую же схему, новое открытие нужно искать совсем на другом пути. Так, что от истории науки не следует ждать особой помощи."*

138. Рассмотрите возможность использования тенденции деления-объединения вещественных или полевых систем, выражаемой схемой:

деление на m и n неодинаковых частей \leftarrow деление на n одинаковых частей \leftarrow деление пополам \leftarrow **МОНО** \rightarrow би \rightarrow поли \rightarrow полиразные.

Вещество, например, можно разделить пополам, на n одинаковых и, наконец, на m и n различных частей.

139. Используйте эталон с известными параметрами, что позволит сравнивать его параметры с параметрами изучаемого объекта.

140. *"Лишь теория решает, что мы ухитряемся наблюдать"* (А. Эйнштейн).

141. *"Уотсон к тому времени уже был уверен, что КЛЮЧ к разгадке тайны гена лежит вовсе не в определении структуры белка, а в выяснении структуры ДНК"* (М.Д. Франк-Каменецкий, «Самая главная молекула»).

142. *"Самый первый и самый главный вопрос был поставлен уже в 1954г. известным физиком - теоретиком Гамовым. Как известно, рассуждал Гамов, основными рабочими молекулами в клетке являются белки. Всеми химическими превращениями в клетке ведают белки-ферменты. Почти весь строительный"*

материал клетки также белковой природы. Даже хромосомы лишь наполовину состоят из ДНК, а наполовину из белка. Значит, работа клетки определяется набором белков в ней. "Значит, - провозгласил Гамов, - клетка должна обладать словарем, переводящим четырехбуквенный текст ДНК в двадцати буквенный текст белков!" Так родилась идея генетического кода.

Модель Уотсона-Крика была столь конкретна, столь детализирована, что прямо-таки дразнила своей уязвимостью. Достаточно было найти хотя бы один четкий факт, противоречащий ей, чтобы двойная спираль оказалась сброшенной с пьедестала. Это была задача для физиков, и они принялись за работу" (М.Д. Франк-Каменецкий, «Самая главная молекула»).

143. "История этого открытия показывает, что если какой-то закон верен, то при его помощи можно открыть другой закон.

Я в этом сомневаюсь, потому что математика - не просто другой язык. Математика - это язык плюс рассуждения, это как бы язык и логика вместе. Математика - оружие для размышления. В ней сконцентрированы результаты точного мышления многих людей." (Р. Фейнман).

144. "Нет ничего невозможного! Если только ты не сам должен сделать" (Р. Вуд).

145. "Наука не вотчина академиков, а принадлежит всему человечеству" (В.М.).

146. "В этом и состоит высшая цель науки - не только открыть закономерности окружающего мира, но и понять, почему он такой, а не другой. Иначе говоря, постигнуть замысел Творца" (Л. Каховский [132]).

147. "Ходячий довод отрицателей сводится и в этом случае обыкновенно к непониманию, а потому и не могу допустить: Как будто меркой нашего ограниченного понимания исчерпываются бесконечные возможности природы! Оставим в стороне нашу гордую претензию понимать: вспомним, что при здоровом изучении природы впереди всего идет констатирование факта наблюдением, потом изучение, при помощи того же наблюдения и при помощи опыта разных условий появления факта. Только лишь после всего этого наступит - и то не скоро, и далеко не всегда - возможность понимания. Тот, кто отвергает не испытывая, не только не заслуживает имени ученого, но даже и названия честного человека" (А.М. Бутлеров, «Антиматериализм в науке»).

148. "О каком бы великом человеке мы не читали, будь то Моцарт или Галуа, нас не оставляет впечатление, что эти люди, как бы буквально родились для определенной деятельности и с

раннего детства сами понимали это раннее проявление способностей, есть одна из важнейших предпосылок будущей гениальности. Но, другая, может быть не менее важная, - это хорошие учителя, и тоже с детства" (Марк Зальцберг (США), "Три жизни академика Ипатьева").

149. "Наш тезис, совместно с Канторовичем, состоит в том, что ключевую роль в этом мутационном механизме играет роль везение. Именно этот феномен стоит за главными достижениями в науке, будь то в теории или в открытии новых явлений, или в постановке новых проблем, которыми впоследствии начинают заниматься исследователи. Вторая важная модификация состоит в том, что наш тезис надлежит применять, если говорить в самых общих чертах, к революционной стадии науки.

Третий тезис нашей версии эволюционной эпистемологии следующий: мутирует не статическая структура науки, а динамический исследовательский механизм. То есть для этого должна существовать постоянно действующая программа поиска «А».

Если ученый не будет все время на стороже, с ним никогда не приключится ничего странного - никакой мутации, никаких везений, никаких случайных открытий «В».

Главное заключается в том, сумеет ли исследователь распознать «В» когда с ним повстречается (Пошел в Индию, открыл Америку - В.М.)" (Ю. Нееман [135]).

150. "Необходимость - наставник и опекун природы... и узда, и вечный закон" (Леонардо да Винчи).

151. "Я давно уже не верю в возможность хоть в чем-то помочь людям... Наука никого не делает счастливыми, кроме самих ученых, хотя и это случается редко" (Олег Охлобыстин, [136]).

152. "Если не хочешь, чтобы над тобой смеялись потомки, никогда не смейся над предками" (А.А. Любищев).

153. "Надо очень много наблюдать и запоминать, очень много анализировать и синтезировать, весьма и весьма внимательно отделять существенное от несущественного, чтобы получить, в конце концов, хоть какое-нибудь элементарное научное обобщение. Наука в этом смысле чрезвычайно хлопотлива и полна суеты" (А.Ф. Посев, «Диалектика мифа»).

154. "В научной карьере Митчела главную роль сыграла его решительность: Ничто не могло остановить полет его мысли" (В.П. Скулачев, [137]).

155. "Хорош тот эксперимент, который не согласуется с теорией" (П.Л. Капица, «Магнит без металла»).

156. Вся жизнь всех людей проходит с малыми или значительными отклонениями от нормы (идеала), то есть с браком. Этот брак губит и организм и общество. Это и курение, пьянство, наркотики, нарушение взаимоотношений, воровство, взятки, убийство, растление малолетних, расизм, любовь и ненависть, скандалы, драки, войны, обман, шантаж, насилие, предательство, мщение, жадность, обжорство, конкуренция, борьба за место под солнцем, деньги, наследство, азарт, власть и т.д.

Если посмотреть ежедневную, ежеминутную работу скорой медицинской помощи и полиции в разных странах, то можно сделать только один вывод - человек сам создает брак в своей жизни.

157. *"Владения физики - вся вселенная, вся целиком, а потому физика должна сказать свое слово при рассмотрении любого в мире вопроса..."*

Включая человека и его психическую деятельность в область обычных явлений природы, современная наука тем самым дает основание предполагать некоторую зависимость, существующую между проявлениями интеллектуальной и социальной деятельности человека и рядом мощных явлений окружающей его природы. Жизнь Земли, всей Земли, взятой в целом, с ее атмо-, гидро- и литосферой, а также со всеми растениями, животными и со всем населяющим Землю человечеством, мы должны рассматривать, как жизнь одного общего организма" (А.Л. Чижевский, [138]).

158. *"Неудачных экспериментов не бывает. Важно правильно поставить «диагноз» неудачи, устранить ее причину - тогда неудачный опыт станет ценным и важным.*

Тем не менее считается, что материалистическая диалектика, не претендуя на решение конкретных естественно научных проблем, подсказывает постановку задач и пути их решение. Но целесообразно ли использовать такие «диалектические подсказки» в качестве руководства к действию в выработке исследовательских программ и разработке экспериментов? История алхимии учит, что это по меньшей мере, рискованно. Точнее говоря, более неудачную исследовательскую программу трудно себе представить. 2000 лет алхимики бились, как муха об стекло, над проблемой превращения элементов, но решение пришло тогда, когда многие поколения ученых уже отчаялись добиться успеха, и пришло на новом, невысшимом ранее уровне.

Этот пример наглядно показывает, что диалектика не удовлетворяет прагматическому критерию правильности - именно с практической точки зрения она не всегда полезна. Утверждение же ее апологетов, что «сознательно руководствоваться в по-

знании и в практике диалектикой предпочтительнее и «полезнее» для естествознания и после долгого сопротивления ей подчиняться», скорее выдать желаемое за действительное.

Очевидно, в природе существуют процессы, которые с колоссальным запасом прочности являются метафизическими. Они представляют собой не развитие, а просто движение, и прямое применение законов диалектики к ним просто вредно: бессмысленно требовать от предмета, чтобы он развивался, еще время не пришло.

Искусственное навязывание диалектики извне в результате господства определенных идеологических воззрений, как было с гонениями на генетику у нас в стране, если в результате весьма специфических потребностей практики, как в случае алхимии, приводит только к весьма печальным последствиям, в первую очередь - к замедлению хода развития науки (Как это оценить? - В.М.).

Таким образом, метафизика - отнюдь не «заразная болезнь человеческого мышления», по определению Б. Кедрова, а совершенно необходимый в каждом конкретном случае этап человеческого познания" (П.П. Федоров. «Химия и жизнь», 2, 1993г.).

Каждый должен сам для себя решить, что использовать диалектику или метафизику, или их объединение!

159. "Теория производит тем большее впечатление, чем проще ее посылки, чем различнее явления, между которыми она устанавливает связь, чем обширнее область ее применения. Отсюда глубокое впечатление, которое произвела на меня термодинамика" (А. Эйнштейн).

160. "Так, каждая очередная двигательная реакция организма, происходящая в ходе его развития, приводит не просто к восстановлению исходного состояния, а обязательно к усложнению его структурной организации (кольцо с хвостиком). Такое функционально асимметричное только и отражает его качественное своеобразие, которое отличает живое от неживого" (И.А. Аршавский. «Химия и жизнь», 1-3, 1996).

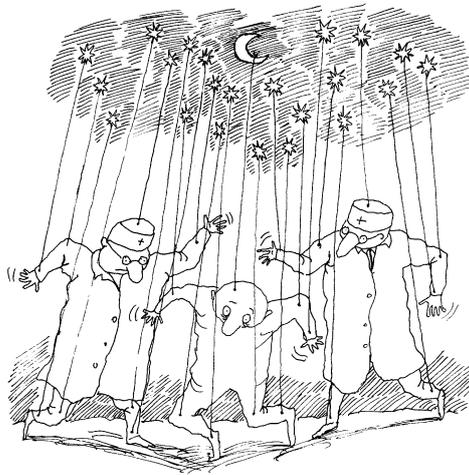
161. "Широко известно разделение ученых на классиков и романтиков. Классики всю жизнь занимаются одним предметом и исследуют его глубоко и всесторонне. Романтики же порхают с одного предмета на другой. Должна существовать третья научная стратегия, соответствующая конкурентной стратегии Выносливого. Назовем такую научную стратегию - стратегией экзотической Личности, или, для краткости, стратегией Чудака. Сознательно или бессознательно он выбирает темы, которые никого из коллег не интересуют в обозримом будущем" (С.В.

Богоцкий. Победитель, Временщик и Выносливый о трех главных теориях конкретных стратегий в природе и обществе. «Химия и жизнь», 3, 1996).

162. "Асимметрия порождает асимметрию" (П. Кюри).

*В жизни есть мелодия, мотив,
Гармония сюжетов и тональность,
А радуга случайных перспектив
Укрыта в монотонную реальность.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 44. ВОЗНИКНОВЕНИЕ ЖИЗНИ

Очевидно, вопрос о возникновении жизни на Земле представляет для каждого человека громадный интерес. Я уже несколько раз обращался к этой теме, и сейчас хочу снова вернуться и привести две статьи, авторы которых излагают этот вопрос чрезвычайно интересно. Можно с ними соглашаться или не соглашаться - это дело каждого из нас, но их подход, их интерпретация фактов достаточно любопытны, и, как я полагаю, возможно, может в чем-то помочь нам при решении задач. Итак, «Вышли мы все из пробирки» [141] и «Смотритель Вселенной» [140].

“Интереснейшее открытие сделала палеологическая экспедиция Археологического института РАН, ведущая раскопки в Зарайске недалеко от Москвы. Здесь, рядом с зарайским Кремлем, обнаружена одна из древнейших стоянок первобытного человека, жившего 20 тысяч лет назад. Таких поселений эпохи верхнего палеолита крайне мало и каждое - кладезь информации о наших далеких предках. Недаром в Зарайске уже побывали американские, итальянские, испанские ученые. Экспедиция вернется в Москву лишь в конце сентября, но одна сенсация уже известна: первобытные люди строили свои жилища из бивней мамонта.

Изогнутый, тяжеленный бивень - не самый удобный материал для строительства. Особенно когда вокруг сколько угодно леса, а в руках - кремневый топор, которым пращурь владели исключительно ловко. И тем не менее они строили достаточно сложные костяные конструкции, обтягивая их шкурами. Но ведь для

того чтобы воспользоваться бивнем, надо сначала мамонта, мягко говоря, уколошить. А это не тот зверь, который легко расстаётся с жизнью. И если посчитать количество бивней, потребное для большого племени, а оно, судя по всему, было достаточно большим, то мамонтов пошло в дело немало. Стоила ли овчинка выделки, особенно если учесть, что кругом и другого зверья было достаточно для пропитания?

Конечно, нам трудно влезть в шкуру первобытного человека и понять ход его мыслей. Но, очевидно, в здравомыслии отказать ему было нельзя. И возможное объяснение этой загадки - традиция. Человек вообще, а древний человек особенно, консервативен по природе и трудно расстаётся с чем-то привычным, устоявшимся, прочно вошедшим в обиход. Так что возможное объяснение этой загадки - обитатели зарайского поселения пришли сюда из другого места, где мало лесов, но много мамонтов. А, значит, пришли издалека. Покрыли огромное расстояние, но за относительно короткое время не растеряли старые навыки. Для первобытных людей это была сложная задача. Но, может, им помогли?

Вопрос отнюдь не парадоксален, как может показаться на первый взгляд. Из неисчислимого многообразия явлений на нашей планете меньше всего мы знаем о самих себе. Кто мы? Откуда мы взялись? Та знаменитая обезьяна, которую так красиво придумал Дарвин, давно лопнула как мыльный пузырь. Австралопитек, синантроп, питекантроп - это все не наши предки, недаром так и не найдено переходное звено от них к человеку. И даже к неандертальцу, которого почему-то упорно считают нашим пра-пра-пра... Во всяком случае, так пишется в школьных учебниках.

Если что и объединяет древних двуногих, так это их похожая судьба: появились и исчезли. Блеснули, как падающая звезда, и сгорели в горниле жизни. В том числе и неандертальцы, которые вообще загадка из загадок. То, что они не наши предки, доказывает хотя бы их череп, имевший продольный костяной гребень. Нечто вроде ребра жесткости в современных конструкциях. Надо думать, в те суровые времена это было ценное приобретение: такая «покрышка» могла выдержать хороший удар дубиной. Но главное не в этом. Эти волосатые приматы уже довольно высоко вскарабкались по эволюционной лестнице. Пользовались огнем, обменивались между собой членораздельными звуковыми сигналами, несущими достаточное количество информации, даже считать умели до десяти. Их наскальные рисунки свидетельствуют об определенном уровне интеллекта, умении постоять

за себя. Да и реконструкции профессора Герасимова показывают, что это были могучие ребята. Можно смело утверждать, что в то время - цари природы. И вдруг - исчезли, будто смело их с планеты. И не так уж давно это было, по некоторым данным всего 35 тысяч лет назад. А их биологическую нишу на планете заняли кроманьонцы, появившиеся - сразу - неизвестно откуда. Эволюция им не требовалась, потому что кроманьонцы от нас буквально ничем не отличались. Они-то и есть наши предки.

История неандертальцев напоминает другую трагедию, происшедшую 65 миллионов лет назад: исчезновение динозавров. Тоже ведь были цари природы, эти могучие ящеры, заполнившие и землю, и воду, и воздух. До сих пор ученые гадают: отчего они исчезли? Какие внешние причины помешали им жить? Сейчас сошлись на гигантском астероиде, который врезался в Землю, подняв тучу пыли, затмившую Солнце. Изменился климат, и ящерам пришел конец. Но так ли это? А если посмотреть под другим углом: динозавры мешали эволюции млекопитающих, и их убрали. Как, похоже, убрали неандертальцев, чтобы очистить место для более подходящих земным условиям кроманьонцев. Звучит фантастически? Но полистаем страницы истории человечества, нет ли там фактов, свидетельствующих в пользу этой гипотезы.

Оказывается, фактов таких - сотни. Из них, фактов, абсолютно достоверных, скрупулезно изученных, не подвергающихся сомнению - десятки. Начнем с самих кроманьонцев. С ними далеко не все гладко. Раскопки их древних поселений ставят исследователей в тупик: чем поселение древнее, тем оно, если можно так выразиться, цивилизованнее. Самые древние - разнообразие прекрасно выделанных каменных орудий, плетеная из растительных волокон и обмазанная глиной или просто глиняная посуда для варки пищи. Ближе к нам - несовершенные орудия, беднее быт. В зарайском поселении вообще не нашли посуды, хотя следы костров свидетельствуют, что огнем здесь пользовались. Значит, просто жарили мясо на углях, кромсая его кремневыми ножами. На графике это можно изобразить кривой, которая падает сверху, доходит до критической нижней точки и снова взлетает вверх. Иными словами, самые древние кроманьонцы были гораздо цивилизованнее своих потомков, которые лишь через тысячи лет начали восстанавливать то, чем владели предки. Зарайские поселенцы как раз и находились в начале подъема.

Так что кроманьонцы будто из инкубатора выскочили. Сравнение не случайное. Наша планета не очень оборудована для белковой жизни, могущей существовать лишь в узком интервале

температур, давлений и состава атмосферы. И белковую жизнь для нее, скажем так, надо приспособливать. Только где он был, этот инкубатор? Не на Земле, это точно. Для наших биохимических процессов необходим молибден, а на Земле его крайне мало. И если бы мы развивались по Дарвину, начиная от простейших форм, в нашем организме молибдена не было бы вообще. Объяснение, которое лежит на поверхности: инкубатор находится на планете, изобилующей молибденом. Это же объясняет и загадку со становищами. Перенесенные на нашу планету крошечные существа в борьбе с незнакомой природой сначала утратили многое из того, что имели, а затем, освоившись, начали снова подниматься вверх.

Звучит, согласитесь, невероятно. Но чем лучше мы познаем древний мир, тем больше таинственных нитей протягивает он в наше время. Находки порой ошеломляют, им невозможно дать рационального объяснения. Не будем говорить о широко известных, вроде южноамериканской модели планера с крыльями и хвостовым оперением, отлитой из золота две тысячи лет назад, или древнешумерском гальваническом элементе, вырабатывающем электрический ток. Но кто подсказал древним египетским жрецам, что Земля круглая и свободно несется в пространстве? Кто научил их делать трепанацию черепа, пломбировать зубы, чего не умели еще в XVIII столетии, получившем из-за этого прозвище щербатого века? Как они додумались до камеры-обскуры, прообраза современного фотоаппарата? Как древние майя, единственные из всех на Земле не сумевшие изобрести колесо, первыми создали календарь, причем не земной, а... венерианский. Ведь Венера и тогда была закрыта густой облачностью, которую никаким телескопом не пробить. А телескопов у майя не было. И это еще не самые большие загадки. Самые большие народы, которые появлялись неведомо откуда и исчезали неведомо куда. Наиболее известные из них - ольмеки. Народ-призрак. В самом конце палеолита появились они внезапно на территории нынешней Мексики, потеснили живущие здесь примитивные племена. Вокруг еще бушевал каменный век с его родовым строем, а в царстве ольмеков было удивительное общественное устройство, четко обозначающее права и обязанности граждан. Здесь жили великие правители, мудрые жрецы, искусные мастера и хранители знаний. Их цивилизация не похожа ни на какую другую. Они не взяли ничего у соседей и ничего им не дали. Поражают оставленные ими головы из черного базальта трехметровой высоты и до 40 тонн весом. В том, что это портреты реальных людей, сомневаться не приходится: каждая голова носит черты

индивидуальности, хотя всем им присущ широкий плоский нос, толстые губы, прямой разрез слегка удлинённых глаз. А через несколько столетий ольмеки бесследно исчезают. Ни нападения внешних врагов, ни смертельные эпидемии здесь ни при чем. Перед исчезновением ольмеки разбили свои каменные скульптуры, не тронув головы, и похоронили их под многометровым слоем земли, положив правильными рядами строго по сторонам света. Значит, знали о своем уходе с Земли, готовились к нему.

Подобные загадочные головы оставил и народ, живший на острове Пасхи. Какими были эти люди, что с ними стало - неизвестно. Знаменитый Тур Хейердал, пытавшийся решить эту загадку, вынужден был отступить, его предположения так и остались предположениями. Но самый загадочный из всех народов-призраков - догоны. Люди с Сириуса, как они сами утверждали. Так это или нет - неизвестно, но догоны великолепно знали обозримый космос, безошибочно определяли местоположение Сириуса, описывали вращающиеся вокруг него планеты, с одной из которых будто бы прилетели. Конечно, это можно принять за легенду, но вот нюанс: догоны хорошо знали и планеты Солнечной системы, в частности, Сатурн, и утверждали, что собственными невооружёнными глазами различают его кольца. А ведь земляне могут увидеть кольца Сатурна в хороший телескоп. И не будем гадать, куда внезапно исчезли догоны - может быть, и на Сириус".

«Вышли мы все из пробирки».

«Сегодня большинство астрофизиков согласны с теорией «горячей Вселенной», которая опирается на два главных факта: 1) Вселенная расширяется, о чем свидетельствует красное смещение линий в спектрах далеких галактик; 2) Вселенная заполнена однородным фоном так называемого реликтового излучения.

Предположительно 10-20 миллиардов лет назад произошел «большой взрыв», расколовший «космическое яйцо», в котором заключалась вся материя Вселенной. Расширяясь, она остывала и постепенно приобретала привычный для нас вид.

«Большой взрыв». Пусть так. А что было до него? Исследуя тот период, ученые заходят в тупик, называемый ими сингулярностью. Что это такое? Если бы время можно было обратиться вспять, то Вселенная начала бы сжиматься, сжиматься, пока не превратилась бы в точку. Это и есть сингулярность, или точечная Вселенная. Но если продолжить процесс дальше, Вселенная в конце концов превратится в ничто, абсолютное ничто, из которого ничто не смогло бы и появиться. Сам собой напраши-

вается вывод, что в те невообразимо далекие времена происходили события, не согласующиеся с законами, которые управляют современным миром, так как вещество Вселенной, стянутое в одну точку, все же должно было откуда-то взяться. Поэтому, по крайней мере, первый атом был создан сверхъестественной силой, как бы мы ее ни называли - Богом, суперразумом или иначе.

Физики доказали также, что существование нашего мира в том виде, в каком мы его знаем, требует неукоснительного соблюдения ряда фундаментальных законов. Даже самые незначительные изменения физических констант уничтожили бы наш мир. Спрашивается, какая сила заложила в тот огненный комок частиц и излучений, в котором, по мнению ученых, была сосредоточена Вселенная до «большого взрыва», законы, управляющие миром на протяжении миллиардов лет? Какая сила удерживает мир в рамках неизменности? По-моему, ответ на оба вопроса может быть дан только один: к сотворению мира и поддержанию вселенской машины в рабочем состоянии причастен некий могущественный сверхразум.

Итак, замысел или случайность? Парадокс этого важнейшего вопроса, определяющего мировоззренческие позиции людей, состоит в следующем. Ученые не способны доказать стихийный характер сотворения и эволюции Вселенной из-за отсутствия фактов, теологи не могут доказать обратное, так как не знают цели, ради которой божественный разум создал мир. Именно из этого незнания и родилась идея стихийного сотворения Вселенной.

Водород, углерод, кислород, азот - вот четыре элемента, четыре столпа, на которых зиждется органическая жизнь. Без этих элементов она невозможна. Все они обладают уникальными свойствами, но главное не в этом. Главное в том, что вероятность случайной комбинации этих элементов, необходимых для возникновения жизни, практически равна нулю. Лишь такой ответ может дать нам наука. Почему же именно эти элементы и именно в нужной пропорции оказались в нашем уголке Вселенной? Объяснить сей загадочный факт можно только чьим то целенаправленным вмешательством. Но если бы оно проявлялось только в этом!

В колыбели жизни, называемой Землей, в течении длительных геологических периодов, многих сотен миллионов лет поддерживаются особо благоприятные для этой жизни условия.

Похоже условия эти регулирует некий универсальный термостат. Что произойдет, если он перестанет действовать? А вот что. Если содержание кислорода в атмосфере снизится до

14 % и менее, мы не сможем зажечь огонь. Если оно, наоборот, повысится до 25 процентов и более, даже мокрое дерево и мох будут воспламеняться. Одной молнии окажется достаточно, чтобы началась всемирная катастрофа, столь ужасная, что не приснится и во сне. В результате бесконечных пожаров возрастает содержание углекислого газа в атмосфере, что в свою очередь стимулирует производство кислорода морскими растениями, вырабатывающими значительную его часть. Пожары будут шириться, и жизнь на суше станет невозможной.

Другой пример. Расчеты показывают еще и то, что соленость всех морей и океанов в принципе не должна отличаться от солености Мертвого моря, в котором, как известно, жизнь невозможна из-за высокого содержания солей. Доказано, что рост их концентрации с 4 до 6 процентов привел бы к гибели всех форм морской жизни. Однако этого не происходит. Кое-какие механизмы, способствующие понижению концентрации солей в водах океанов, известны, но далеко не все. А главное, эти механизмы действовали задолго до появления высших организмов, словно были заранее подготовлены.

Думая над всеми этими приведенными фактами, хочется воскликнуть: как узка полоса нашего существования! Какие мы хрупкие и нежные! Один порыв ветра - и мы сметены, изломаны. Такому хрупкому цветку нужен сад, за которым хорошо ухаживают.

Пойдем дальше. Современная биология также не способна помочь нам понять таинство зарождения жизни. Лежащая в ее основе эволюционная теория ничего не объясняет. Были изучены миллионы органических соединений, но ни одно из них не обнаружило склонности к превращению в живое существо. Опять выходит таинственное «нечто» дало толчок, и органические соединения переступили грань между мертвой и живой природой.

Данные последних исследований убеждают, что общепринятая теория естественного отбора рисует картину, увы, далекую от действительности. Сравнение окаменелых останков раковин различных видов моллюсков, обитавших в океанах нашей планеты десятки и сотни миллионов лет назад, показывает, что, просуществовав практически без изменений 10-15 миллионов лет, вид исчезает. Другой, занявший его место, повторяет историю своего предшественника. Что же касается мутаций, являющихся, согласно теории, основой естественного отбора, то они, как правило, носят нейтральный характер, то есть не ведут к важным изменениям в природе организмов. Например, у

людей постоянно происходят мутации цвета волос и глаз. Это может сыграть дурную или хорошую шутку с нашей внешностью, но ни повредить, ни помочь человеку не способно.

Новые виды появлялись как угодно, но только не в результате постепенного накопления мелких изменений, происходящих вследствие приспособления организмов к окружающей среде. Затем процесс эволюции, точнее появления новых видов, внезапно прекратился. Это произошло примерно 40 миллионов лет назад.

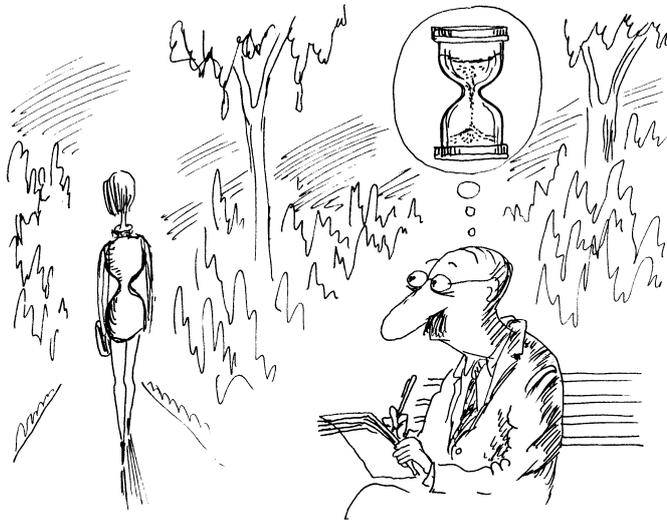
Почему? Может быть потому, что условия для появления Человека в основном были созданы?

Так или иначе, все науки, изучающие историю развития жизни на Земле, спотыкались на том же месте, что и физика, - на Начале. Одни не способны дать аргументированного объяснения возникновению жизни, другие - самого главного и загадочного: когда и как появился Человек.

Итак, в бесконечной цепи бытия не хватает трех главных звеньев. Все три великих акта творения - Вселенной, Жизни, Разума - необъяснимы на основе законов, открытых наукой. Изучение фактов и теорий показывают, что вселенская машина не может работать самостоятельно в нужном режиме, ей необходим смотритель. Создатель и смотритель Вселенной - кто он?" («Смотритель Вселенной»).

*Комок живой разумной слизи
Так покорил и даль и высь,
Что создал множество коллизий,
Чтоб обратиться снова в слизь.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 45. НЕОТГЛАЖЕННЫЕ МЫСЛИ

Мы ответственны не только за то, что делаем, но и за то, что не делаем.

Мольер

Итак, мы рассмотрели «нотный» подход к решению задач. Теперь я сделаю попытку представить его еще под одним углом зрения.

При решении задачи нам следует наблюдать видоизменения (трансформацию) информации, для чего желательно применять все тот же принцип эквивалентности.

Психологически довольно часто складывается ситуация, когда технолог не готов к проведению исследования, есть боязнь, непонимание, нет уверенности, что задачу можно решить. Один из приемов уменьшения или даже снятия психологических барьеров - это пытаться отвечать на вопросы типа: "Что надо сделать, чтобы это получилось?"

Решая задачу важно также использовать тот язык, на котором «разговаривает» задача. Главными языками при решении задач несомненно являются языки физики, химии, математики, вепольного анализа и принципа компенсации.

Рассмотрим задачу устранения брака. (Она является частным случаем изобретательских задач).

Здесь важно установить место, где обнаружен брак, определить время, в течении которого создается брак, оценить силы, создающие эффект брака и т.д. Для определения сил, создающих брак, мы рекомендуем пользоваться постулатом диссимметрии.

Для поиска виновников брака можно использовать схему Исикавы [139].

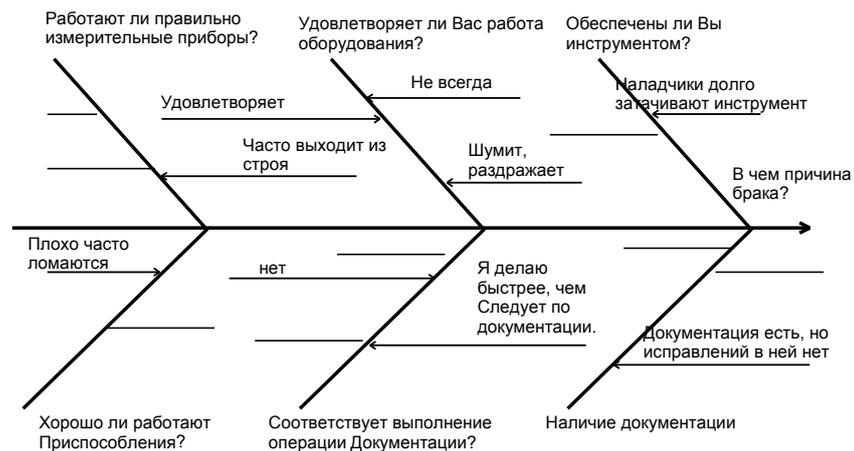


Рис. 65. Пример схемы Исикавы.

Эту схему можно представить как мозговой штурм, проведенный руководителем непосредственно с рабочими - изготовителями продукции.

Ведущий ставит перед ними всего 5-6 вопросов, на которые они отвечают, высказывая свое мнение. Эти вопросы касаются организации работы, разработки документации, правильности документации, состояния оборудования и приспособлений, отношения рабочих к труду и т.д. Записав все высказывания на схеме, пример которой показан на рис. 65, ведущий затем анализирует все без исключения предложения и выбирает из них для проверки наиболее важные и объективные. После получения результатов ведущий вновь собирает группу и сообщает им о достигнутых успехах. Такая работа может подсказать ответы на вопросы: "Это брак из-за несовершенства или нарушения технологии или из-за недостатка организации производства?"

И, наконец, мне представляется исключительно важным использовать аналогии, привлекая их из самых различных областей науки, техники и жизни.

Теперь обратимся к одному любопытному вопросу. Суть его в следующем. Когда Вы занимаетесь, думаете о каком-то явлении, процессе - все Ваши «фильтры» открыты, т.е. Вы все воспринимаете безо всяких внутренних ограничений. Всё видя, слушая, читая, общаясь с коллегами, Вы все время, как бы независимо от себя, пытаетесь примерить все происходящее к вопросу или задаче, над которой Вы бьетесь.

Недавно я посмотрел фильм К. Кесьлевского «Три цвета...». В фильме показан пенсионер-судья, который подслушивал интимные телефонные разговоры своих соседей. Имея эту скрытую информацию, тайную для всех членов семьи, соседей, он значительно шире и полней представлял себе их жизнь, отношения. Не обсуждая хорошо это или плохо, отмечу, что наряду с опубликованными подходами в отношении задач устранения брака и решения научных задач существуют скрытые, тайные, неосознанные идеи и подходы, о которых почти никто не знает, и даже иногда и не догадывается.

Я подумал, что это могут быть беседы с самим собой при решении задач, различные совещания, советы, собеседования, случайные встречи, телефонные разговоры, в которых проскальзывают прекрасные мысли, подсказки. Ведь говорящие имеют мало времени на обдумывание.

По любой работе, которую я проводил и о которой я рассказал в книге, я сумел описать только самую малость. На самом деле в каждой работе, исследовании участвовало прямо или косвенно достаточно много народа. Это и инженеры, и аспиранты, и научные сотрудники, и рабочие, друзья и ученики. И трудно, а иногда и невозможно сказать, кто же внес решающий вклад в выдвижение гипотезы. Иногда бывает, что «дурацкие» предложения заставляют думать более интенсивно, чем их отсутствие, и это приводит к появлению идей. Можно привести пример о привлечении экзоэлектронной эмиссии для проверки качества полировки поверхности кремния. С моей точки зрения - это «чушь», но эта идея заставила меня сформулировать противоречие и выдвинуть гипотезу об образовании экзоэлектронов вне поверхности кремния.

Можно вспомнить как детектив Ниро Вулф эффективно искал преступника, который его лично оскорбил. Часто срабатывают случайности, и если я к ним готов, то эффективность восприятия выше.

Я пытался описать, как мне помогали товарищи по работе, но не о всех. Наверное, трудно всех перечислить. Но ведь каждый из них чем-то помог и в обсуждениях, иногда проходивших на высоких тонах, и в проведении экспериментов, и в злой и добросердечной критике.

И у меня складывается представление, что решение любой задачи, поиск брака или объяснение открытия, связаны не только с легко видимыми, слышимыми и запоминающимися предложениями и решениями, но и с не всегда запоминающимися какими-то намеками, подсказками, противоречиями, а иногда и идеями, которые я впоследствии начинал развивать и проводить до конца.

Вспомните Р. Феймана, который «украл» идею. Несомненно, и у меня были подобные случаи. Но это происходит как-то произвольно.

Теперь можно сказать, что мы вправе объединить эти два подхода - явный (связанный с опубликованными, рекомендуемыми предложениями) и скрытый (отыскивающий решения из общения, совещаний, случайных или целенаправленных разговоров). Владея таким комбинированным подходом, можно надеяться на повышение эффективности проведения исследований.

Если включить самого решающего в схему закона полноты частей системы, а я думаю, что в таком представлении ничего страшного нет, то технолог должен все время иметь «питание», то есть какое-то желание решать задачу. Это может быть стремление быть первым, желание получить награду за отличное решение, любопытство, доказательство себе и окружающим своих возможностей.

К схеме с технологом мы можем добавить и параметр «перенапряжения». У решающего все время должна затрачиваться энергия на преодоление различных сопротивлений, к которым можно отнести и поддержание его физического состояния, и морального духа, и преодоление возникающего иногда страха, что он не сможет решить задачу, и трата энергии на убеждение сотрудников, экспертов, сопротивляющихся идее, и трата энергии на выход из тупиковых ситуаций.

Рабочий орган технолога в схеме ЗПЧС - это его мозг, куда следует включать и двигатель, и трансмиссию, и систему управления. Именно мозг работает с «перенапряжением».

И все же, по-видимому, все беседы, общение - это тоже нечто открытое, явное. А вот, что является тайным, как бы скрытым? Возможно это нечто - другое. Что? Может быть это работа подсознания технолога? Вдруг именно подсознание «выкатывает» некие мысли, идеи, которые могут помочь решателю?

Возможно - это интуиция, когда вдруг удастся охватить то, что известно и неизвестно, и выдать идею?

Не исключено, что это опыт работы, неожиданные воспоминания о неких приемах, которые отложились в памяти и вдруг выплыли как бы из небытия.

Возможны осенения и озарения, когда длительное время ничего не удается добыть и вдруг приходит светлая и правильная идея.

Не следует исключать и подражания при обдумывании решений. Подражание может быть скрытым, неосознанным. Однажды я увидел свою лекцию, отснятую на видео пленку, и ужаснулся - я в себе узнал несколько человек, с которыми общался длительное время. Это были и жесты, и слова, и целые предложения, и подходы к рассмотрению вопросов. Я предполагаю, что могут играть роль и эмоции, инстинкты, да и просто свой, собственный, только Вам принадлежащий характер.

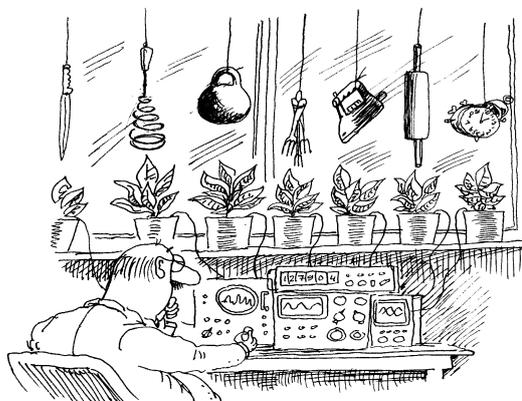
Иногда кажется – ну, теперь-то я стал другим, теперь я буду мирно обсуждать проблему, не буду спорить, а толково все объясню, расскажу, покажу...

И, вдруг, прорывается негодование к собеседнику: ну, как он может не понимать того, о чем я говорю?

Поэтому следует объединить именно эти два подхода - явный, открытый и несколько скрытый от нас, и попробовать использовать их как дополняющие друг друга.

*Женщину глазами провожая,
Вертим головой мы не случайно:
В женщине, когда она чужая,
Некая загадка есть и тайна.*

Игорь Губерман [146].



ГЛАВА 46. ПРОБА СИЛ

Ниже приводится статья инженера-физика Ю. Бровко «Полутора-равековой парадокс» (из журнала «Техника и наука» №8 за 1987г.). В ней описана задача, от которой многие отказались, считая, что ее решить нельзя. Я предлагаю читателю сделать попытку ее решения.

Сначала выдвиньте правильную гипотезу. Подскажу: по-моему, при решении Вы можете воспользоваться эффектом, описанным в этой книге. Не торопитесь и не пугайтесь, что задача не из Вашей области знания. Испытайте себя.

«В 1920 году в Петербурге вышла небольшая книжка с длинным названием: «Краткое описание изобретенного В. Конгревом нового способа уменьшать количества сгораемого при нагревании котлов и других городских употреблений с истреблением при том и дыма». Написал эту книгу начальник Военно-научного комитета Генерального штаба генерал-майор Гогель, который в своем изложении уделил особенное внимание необычному методу сжигания угля, предложенному Конгревом.

Английский изобретатель предлагал (см. рис.66) над слоем горящего угля устанавливать решетку с насыпанным на нее слоем известняка (мела). Уголь сгорал в слое, после чего продукты сгорания проходили через известняк, разлагая его на известь и углекислый газ, потом через стенки котла передавали свое тепло воде и выбрасывались через трубу. Конгрев утверждал, что использование такого простого устройства даст отличный результат: снизит расход угля на производство пара почти в три раза!

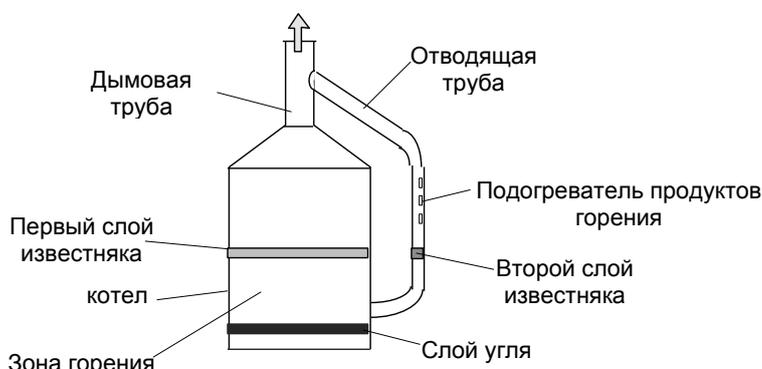


Рис. 66. Схема сжигания угля, предложенная Конгревом.

Посулы изобретателя не были приняты на веру. Его утверждения проверили в Англии при выдаче патента. Проверили их и в России при покупке лицензии военным ведомством. Проверку в 1818 году проводил лично генерал-майор Гогель, который в своей книге привел следующие результаты:

- при испарении в котле 104 ведер воды без использования известняка было сожжено 126 английских фунтов угля;
- при испарении в котле 92,5 ведра воды с использованием известняка было сожжено 42 английских фунта угля и превращено в известь 126 фунтов известняка;
- если нет надобности в получении извести, то порция известняка, равная одной седьмой от расхода топлива, может служить в течении месяца.

Судя по публикациям, полуторавековой давности, сжигание угля с известняком в топках котлов применялось тогда достаточно широко, а его преимущества были подтверждены многократными экспериментами и считались общеизвестными (см., например, книгу Ф. Чижова «Паровые машины. Их история, описание и приложения» СПб., 1833, с.100). Но по прошествии некоторого времени идея Конгрева была почему-то забыта, хотя, казалось бы, в пользу ее высокой практической ценности говорит 2-3 - кратная экономия угля.

Сейчас, когда на повестку дня остро поставлена проблема сбережения энергоресурсов, следовало бы разобраться в этом интересном и отчасти таинственном опыте. Но, увы, все многолетние попытки заинтересовать специалистов сжиганием угля с известняком - способом, который некогда широко применялся в практике и был незаслуженно забыт, - не увенчались успехом.

Одна из моих первых статей по этому вопросу была направлена на заключение члену-корреспонденту АН СССР Г. Кружилину. Первый его ответ гласил: "Противоречит законам - см. Учебник Глинки". Когда редакция журнала «Техника и наука» указала ему, что опытные факты ссылками на учебники не опровергаются и попросила дать более аргументированное заключение, то спустя несколько месяцев было получено следующее: "Все приведенные факты и ссылки верны, но это ничего не доказывает, так как трудно перевести старые меры в современные". По существу, член-корреспондент АН СССР Г. Кружилин уклонился от обсуждения опытных данных.

Спустя некоторое время я обратился с этим вопросом к ректору Московского химико-технологического института им. Д.И. Менделеева, который поручил рассмотреть вопрос заведующему кафедрой химии углевода профессору С. Федосееву. С профессором я встречался и беседовал три раза и передал ему копии соответствующих ссылок. Примерно через 4-5 месяцев получил следующий ответ (устный): "Я проверил все представленные вами материалы. Все правильно, но я ничего не понимаю". От дальнейшего обсуждения опытных фактов профессор уклонился.

Обращался я и в ГКНТ СССР, который направил предложение специалистам ЦКТИ им. И.И. Ползунова: "1 кг условного топлива содержит 7000 ккал и больше взять негде" - таково было их заключение.

Желая привлечь к этому вопросу внимание, я направил в адрес отдела науки журнала «Смена», который направил ее на отзыв в два различных НИИ - НИИ катализа СО АН СССР и НИИ электрохимии им. А.Н. Фрумкина.

Первые поступили весьма оригинально - статью потеряли, и, стало быть, их мнение остается для меня тайной.

От НИИ электрохимии поступил ответ за подписью старшего научного сотрудника А. Скундина, который подтвердил справедливость вывода члена-корреспондента Г. Кружилина и от себя добавил, что увеличить полезно используемую часть внутренней энергии углерода принципиально нельзя - сие, дескать, противоречит законам природы.

Обращался я также к академику М. Стариковичу. Спустя примерно полгода, при встрече, он мне сказал: "Я считаю старый промышленный опыт ошибочным, и вряд ли целесообразно что-то искать в этом направлении".

Затем я обратился к академику В. Ржевскому. Спустя месяцев семь-восемь, он меня принял. Его мнение: "Я не могу оспаривать достоверность приведенного опытного факта, скорее всего так и

было, но ваше теоретическое объяснение эффекта на основе каталитического влияния известняка со ссылкой на физику электронных ламп считаю ошибочным: по-моему, здесь все дело в химии кальция.

В 1985 году я направил это предложение в адрес Минуглепрома СССР, оно передано на заключение специалистам Института горючих ископаемых (ИГИ). В январе 1986г. Состоялось обсуждение. Специалисты ИГИ (заместитель директора по науке доктор геолого-минералогических наук И. Еремин, доктор технических наук М. Шпирт, кандидат технических наук А. Финягин и другие) пришли к выводу: "Изучением сжигания угля в слоях с минеральными добавками достаточно широко занимались в 30-х и 50-х годах - сейчас этим вновь начинают заниматься, но никто не заметил никакого увеличения теплоты, получаемой при сгорании углей, а, стало быть, старый опыт был явно ошибочным (опечатки, искажения и пр.), и его следует отнести к числу исторических казусов, и нет ни малейшей нужды тратить силы и средства на его проверку".

Казалось бы, вопрос исчерпан и говорить не о чем. Но вот уже современный факт. В 1966 году было выдано авторское свидетельство №181047 на способ сжигания угля, в несколько раз повышающий эффективность его использования. Суть способа состоит в том, что уголь сжигается совместно с частицами металла (чугуна, железа, меди, алюминия). Согласно авторскому свидетельству металл не расходуется и после отмыва золы может быть использован повторно. Профессор Федосеев и специалисты ИГИ отнесли эффект повышения эффективности использования угля в данном случае за счет окисления металлов, а их повторное использование признали невозможным. Значит, эксперты Госкомизобретений, выдав авторское свидетельство, допустили ошибку - предположим это, но рассмотрим еще один современный факт.

В книге Ф. Бромберга «Научно-технический прогресс и развитие электроэнергетики основных капиталистических стран», выпущенный издательством «Наука» в 1983 году, сообщается: "Американские фирмы разрабатывают проекты угольных ТЭС со сжиганием угля в ваннах из сжиженного известняка или доломита. Такая схема способна обеспечить более полное сгорание топлива и повысить КПД станций до уровня 45-46% и более".

Вдумаемся в эти цифры. Средний КПД современных угольных станций - 33-35%. Чтобы повысить его на 10-13%, то есть довести до 45-46%, требуется увеличить КПД котлов на 24-31%, а их экономичность уже сегодня чрезвычайно высока - 92-93%. Следовательно, столь высокий прирост КПД ТЭС невозможно списать на

одно только «более полное сгорание топлива» в ваннах из сжиженного известняка. Значит, сжигание угля с известняком таит в себе какие-то до конца не выясненные стороны.

Заинтересовавшись этим вопросом, я проанализировал энергетические балансы ряда промышленных процессов, в которых продукты сгорания топлива проходят, как и котле Конгрева, через слой известняка - доменный процесс, получение электрочугуна, сухой способ производства цемента. И что же! Оказалось, что во всех этих случаях энергия на выходе в 1.5-2 раза превышает энергию на входе. Получается, будто происходит нарушение закона сохранения энергии, и это сразу отбивает у современных специалистов охоту вникать в существо дела.

В самом деле - на производство 1 т цемента сухим способом расходуется 140 кг условного топлива, или $9.8 \cdot 10^5$ ккал. Сырьем для цемента является: 75% - известняк, 25% - окись кремния, двуокись алюминия, двуокись железа. Используя данные химической термодинамики, несложно рассчитать, что, с учетом теплосодержания расплава и потерь тепла, необходимые затраты энергии на этот процесс должны составить $12.8 \cdot 10^5$ ккал - это в 1.3 раза больше, чем подводится. (В расчете для простоты принято, что все добавки состоят из двуокиси кремния и что ее восстанавливается лишь 50%.)

Думается, дело стоит того, чтобы затратить некоторые силы и средства на окончательное установление фактов. И если они подтвердятся, следует приступить к практическому использованию идеи даже в том случае, если теория еще не в состоянии ее объяснить. Вспомним, что паровые машины начали успешно работать задолго до того, как появились теоретические основы теплотехники. Самолеты поднялись в воздух до создания теории подъемной силы крыла. История техники изобилует примерами, когда практика обгоняла теорию. Может быть, так будет и в этот раз!"

*Я очень рад, что мы научно
Постичь не в силах мира сложность:
Без Бога жить на свете скучно
И тяжелее безнадежность.*

Игорь Губерман [146].



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Вы прочитали эту книгу, и сами можете оценить, нужна она вам или нет.

Автор полагает, что цель, которую он поставил перед собой, выполнена. Меня переполняло желание выплеснуть то, что удалось нажить за длительное время работы, и в то же время я не думаю, что только на моем предприятии, где я проработал полжизни, имеется брак, а на других все в порядке.

Поэтому основная цель состояла в том, чтобы помочь тем, перед кем возникают задачи усовершенствования технологий (для уменьшения брака при разработке и производстве изделий) и возникает желание использовать выдвигаемые при этом гипотезы для объяснения процессов, протекающих в живых организмах.

Все содержание книги направлено на оказание помощи в работе прямо сейчас: прочел, понял, освоил - решай!

Известно, что несколько лет тому назад было единодушное мнение о том, что новая расцветающая наука *бионика* окажет громадное влияние на развитие техники и технологии и принесет большую пользу. Но, вероятно, эти надежды пока не оправдались.

Я предлагаю перенести полученные идеи из исследования причин брака в технологии и технике в изучение *биологических* систем и назвать это *инвертированной бионикой* или *никабио*.

Совместное рассмотрение идей из бионики и никабио могут дать любопытные и интересные результаты и, по-моему, позволят обоим направлениям функционировать более эффективно.

Однако термин «никабио» вряд ли приживется, уж больно он похож на какое-то японское слово. Хотя, если Ника - это богиня победы, то можно грубо трактовать этот термин как победа биологии!

У меня сложилось убеждение, что аналогичную идею выдвинул П.Девис [125].

Можно утверждать, что многие любят делать только то, что они хотят. Ситуация обычно складывается так, что в работе и в жизни необходимо делать только то, что требуется, то чем *должен* заниматься. И это часто расходится с тем, что *хочется*. Объединению этих двух принципов - сделать так, чтобы хотелось делать то, что необходимо с желанием делать то, что хочешь - может помочь эта книга, потому что когда *умеешь*, *знаешь* и *можешь* делать то, что необходимо, то появляется и *желание* это делать.

В книге приводятся семь «нот», обозначающих основные законы и правила исследовательской деятельности, а также импровизации, которые должны позволить каждому желающему решать задачи. Здесь же приводятся статьи как общенаучного плана (Жакоб), так и специализированного (Нобелевская речь Фейнмана), выдержки из книг Говалло и Девиса, а также работы нескольких авторов, которые сами описали как ими проводятся исследования (Перельман).

Я привел несколько статей совершенно с противоположной точкой зрения, отличной от общепринятой, по поводу возникновения жизни человека. Мне представляется, что они позволяют посмотреть на эти проблемы более широко, а принимать эту точку зрения или нет - решать читателю.

На примере решенной нами задачи по перенапряжению водорода на катоде показано использование «нот» для выдвижения гипотез. Даже если наши гипотезы «блеф», то и тогда эта работа имеет ценность благодаря полученным графикам, которые, как мы представляем, построены впервые.

Я понимаю, искусству научить нельзя, ему можно только научиться самому, и поэтому был бы очень рад, если бы эта книга помогла студентам, аспирантам, слушателям народных университетов, в которых обучают научно-техническому творчеству, не только научиться искусству и ремеслу решения задач, но и совершенствованию «нотной грамоты». Возможно, критикуя и громя мою «граммоту», читатель сможет найти свою, более эффективную технологию решения задач и выдвижения гипотез. Надо только, чтобы эта технология смогла заработать сразу, сейчас, и была эффективна.

И, наконец, самое последнее. Я хочу поблагодарить тех, кто помогал написать и издать эту книгу, и многих тех, кто поддерживал меня в учебе, работе и жизни.

Естественно, я должен просто поклониться моей жене, Маргарите Ивановне Митрофановой, за все то, что она вынесла во время почти пятидесятилетней совместной жизни с технологом.

Несомненно, я хочу поблагодарить тех, кто помог мне подготовить и издать мою рукопись. Это президент фирмы IEngine С.С. Литвин, её научный руководитель к.т.н. А.В.Кислов и сотрудники В.М.Герасимов, к.т.н., доцент О.М.Герасимов, к.т.н., доцент В.Я.Краснослободцев и М.Б.Мошкович, а также редактор и корректор книги Б.Б.Желваков и В.А.Щербаков.

Я благодарен всем, кто меня обучал и помогал мне в работе в ЛГУ им. А.А.Жданова. Это доктора ф-м.н. Н.И.Калитеевский, Л.В.Липис и М.П.Чайка. А также всем тем, кто работал и учил меня в Радиовом институте (РИАН): доктора ф-м.н. К.К.Аглинцев, В.В.Смирнов, О.Римский-Корсаков, кандидаты ф-м.н. В.П.Касаткин и Б.И.Беляков.

Благодарю тех, с кем я работал на фирме «Светлана». Это И.И.Каминский, Я.А.Кацман, А.И.Боровской, В.Б.Леонко, Г.С.Комаишко, В.В. Иванов, д.т.н. А.Р.Назарьян, к.т.н. В.П.Цветов, к.ф-м.н. Ю.В. Федорович, д.ф-м.н. В.И. Соколов, к.т.н. С.А.Литвиненко, Н.Ф. Зитта, В.А.Фогель, Е. Клыш, М.В.Шарова, Б.Шевченко, А.М.Чеховской, Е.Ю.Женишек, С.А.Смирнов, Л.И.Шапиро, А.С.Ванслов, В.Н.Ребров, Н.С.Игнатьева, К.М.Пухтин, О.М.Аршинов, А.А. Игнатьев, В.А.Болотников, В.И.Матвеев, Н.А.Белов, Р.Н.Эрлих, Я.В.Дьяченко, Н.А.Четыркина, В.Н.Зарубин, А.В.Ледков, к.т.н. С.А.Грамм, В.П.Зубрицкий, к.т.н. В.А.Шелиншкевич, Н.А.Каранкевич, Г.М.Григорьева, Г.А.Загон, К.П. Кочешков, В.П.Киселев, В.А.Алякринская, В.Н.Гладкий.

Благодарю также тех, кто совместно со мной организовал в Санкт-Петербурге народный университет научно-технического творчества при Выборгском дворце культуры, который функционирует уже более 25 лет и обучает техническому творчеству по методике ТРИЗ, разработанной Г.С. Альтшуллером, всех желающих. Он - мой учитель в области ТРИЗ, и я бесконечно ему благодарен за огромную помощь в организации и методике обучения, и за его внимание и воздействие на меня своим неукротимым напором и верой в познаваемость творческого процесса. Я благодарен также жене Г.С. Альтшуллера писательнице-фантасту Валентине Николаевне Журавлевой, а также Б.Л.Злотину, В.Ф.Канеру, В.М.Петрову, В.Б.Крячко, Г.Б.Хотяновой, Т.А.Емельянцева, Н.А.Буровой, Ю.П.Зломанову, Л.В.Свистуновой, А.Б.Селюцкому, Г.И.Иванову, Ю.П.Саламатову и многим, многим другим, оказавшим на меня влияние и помогавшим мне.

*Цветение, зенит, апофеоз -
Обычно забывают про истоки,
В которых непременно был навоз,
Отдавший им живительные соки.*

Игорь Губерман [146].

ЛИТЕРАТУРА

1. Белостоцкий Ю.Г. Энергия: что это такое? С-Пб.: Дом научно-технической пропаганды, 1992.
2. Фейнман Р. Характер физических законов. - М.: Мир, 1968.
3. Абелев Г.И. Семинар Гельфанда. Было трудно, часто - обидно... - "Химия и жизнь", №3, 1995, с. 32.
4. Альтшуллер Г.С. Алгоритм изобретения. Изд. 2-ое. - М.: "Московский рабочий", 1973.
5. Альтшуллер Г.С. Основы изобретательства. - Воронеж: Центральное черноземное книжное издательство, 1964.
6. Альтшуллер Г.С. Творчество как точная наука. - М.: Советское радио, 1979.
7. Морита А. Сделано в Японии. М.: Изд. группа "Прогресс-Универс", 1993.
8. Шевелев А. Великая тайна Пастера. - "Химия и жизнь", №2, 1992,.
9. Добинс Л. Эд Деминг революционер капитализма. - "Америка", №422, 1992, с. 21-26.
10. Шноль С.Э. Физико-химические факторы биологической эволюции. - М.: Наука, 1979.
11. Экзоэлектронная эмиссия. Сборник статей под ред. Н.И. Кобозева - М.: Иностранная литература, 1963.
12. Russel W.J. Proc. Roy. Soc. - London, 1897, v. 61, p. 424.
13. Чушло Ю. Удар невидимой звезды. - газета "С-Петербургские ведомости", 13 июля 1995.
14. Максимов Н. Жизнь длиною в один метр. - "Знание - сила", 1995, №6, с.29.
15. Товарницкий В.Н. Молекулы и вирусы. - М: Советская Россия, 1978. с.64.
16. Ройх И.Л. Кинетика выделения H_2O_2 при атмосферной коррозии металлов ранней стадии. - ДАН СССР, т.111, №2 1956, с. 372.
17. Бор Нильс Жизнь и творчество. Сборник статей. - М.: Наука, 1967.
18. Хромов Г. Наука, которую мы теряем. - "Знание - сила", №6, 1995, с.20.
19. Оже П. Что такое космические лучи. - М: ОГИЗ Гостехиздат, 1947.
20. Иоффе А.Ф. Встречи с физиками. - М.: изд-во ФМ литературы, 1969, с. 37.

21. Ашханян Е. Три минуты риска. - Газета "Тайны здоровья", вып. 9.(17), 1991.
22. Гурвич. Митогенетические лучи клетки. - "Химия и жизнь" № 9, 1994.
23. Литвиненко С.А., Митрофанов В.В., Соколов В.И. Пористый окисел в планарной технологии. М.: "Электронная промышленность", вып. 5(89), 1980.
24. Зарубин В.В и др. Зависимость характеристик локального выпрямляющего контакта, формирующегося при электрическом пробое в МДП кремниевых планарных приборах от электрофизических свойств системы кремний-окисел. - М: "Электронная техника", серия 7, вып. 2(117), 1983.
25. Бродский А.И. Физическая химия. т.2, М.-Л.: Госхимиздат, 1948.
26. Митрофанов В.В., Соколов В.И. Существуют ли экзоэлектроны Крамера? - Известия ЛЭТИ. Вып.161. Л.: изд. ЛЭТИ, 1975, с. 100-103.
27. К кому обращается блудный сын. - "Знание - сила", 1994, № 9, с.74.
28. Меерсон Б., Прокудин Д. Лекции по истории западной цивилизации XX века. "Знание - сила", 1994, №9, с.105.
29. Докинз Р. Эгоистичный ген. - М.: Мир, 1993.
30. Комаишко Г.С, Митрофанов В.В. и др. Эффект Тваймана на кремнии. М.-Л.: Энергия, "Электронное приборостроение", вып. 2, 1966.
31. Митрофанов В.В., Колпакова Л.И. Влияние качества поверхности при механической обработке на величину деформации пластинок германия и кремния., М.-Л.: Энергия, "Электронное приборостроение", вып. 3, 1967.
32. Литвиненко С.А., Митрофанов В.В. О природе эффекта Тваймана. - Депонент ЦНИИ "Электроника, М.: 1976.
33. Митрофанов В.В., Копылов А.З. Диссимметрия - это открытие! - "Журнал ТРИЗ", 1995, №1(10), с. 79-85.
34. Полищук В. Он может быть знаменитым. Мастерские науки. - Библиотека журнала "Химия и жизнь", 1989.
35. Крышталь О. Егерь умер. - "Химия и жизнь" № 5,1990.
36. Вольтер Б.В. Химия, катастрофы, устойчивость. - "Химия и жизнь", 1992, №2.
37. Инюшин Элементы теории биологического поля. - Алма-Ата: Мин. высшего и среднего образования Казахской ССР, 1978, с. 73.
38. Багатурьянц А., Верховский А. Новости науки. Кривое зеркало эволюции. "Химия и жизнь", №9, 1992.

39. Спешакова Ш. Не знать или убивать? - "Химия и жизнь", №3, 1992, с. 52.
40. "Российская газета" 1996, 24 мая.
41. Фриш С.Э, Тиморева А.Ф. Курс общей физики, - М: Госиздат. технико-теоретической литературы, т.3, 1951.
42. Новости науки. М.: "Знание - сила", №4, 1993, с.40.
43. Морозов С. А. Если Эйнштейн не прав? - "Знание - сила", № 1, 1994, с.60.
44. Губерман И. Гарики на каждый день - М.: МП "Эмиа", 1992.
45. Грамм С.А., Митрофанов В.В. Повышение качества фотошаблонов для производства ИС. - М: "Электронная промышленность", № 4 (110), 1982, с.54-58.
46. Введенский В.Л., Ежов А.А. Ритмы мозга и самовоспроизведение информации. - "Природа", №4, 1990, с.36.
47. Noller H.F., Hoffarth V., Zimniak L. Неизвестная каталитическая способность РНК. - "Science", v. 256, , № 5062, 1992, p. 1416.
48. Верховский Л., Калинин В. и др. Молекулярная самосборка; пептидная мембрана. - "Химия и жизнь", №5, 1990.
49. Левитин К. К истинному незнанию. - "Знание - сила", № 4, 1990, с. 17.
50. Стрельникова Л. Самохоцкий А. Он был врач. О нервизме и лечебной проблеме его. - "Химия и жизнь", №1, 1989, с.77.
51. Залесский М. Сказочный детектор Блинкова. - "Химия и жизнь", № 2, 1992, с.54-58.
52. Касатонов С.Н. Внешняя сила. - "Химия и жизнь", № 7, 1980, с.17-22.
53. Эффект Гулина. - "Изобретатель и рационализатор", №1, 1991.
54. Возможно, суть в магнитном поле? Интервью с д.ф-м.н. В.Ф. Киселевым., "Юный техник", № 2, 1989.
55. Самойлов С. Общедоступный генератор гравитации? "Знание - сила", № 9, 1994, с.15.
56. Сибрук В., Вуд Р. Современный чародей физической лаборатории. - М.: Наука, 1978.
57. Вуд Р. Спонтанное накачивание веществ в атомарном водороде. - "Proc. Roy Soc.", №1, 1922, p. 102.
58. Альтшуллер Г.С. Найти идею. - Новосибирск, 1986.
59. Прокопьев Л.Н. Энергетика пространства. О гравитации, энергии вещества и поле вакуума. М.: АО "Ариэль-ЛЭБ", 1994.
60. Герасимов В.М., Литвин С.С. Зачем технике плюрализм. - "Журнал ТРИЗ", №1, 1990, с.11.
61. Красногоров В. Юстус Либих. - М.: Знание, 1980.
62. Берлин. Проблемы гомеопатии. - "Наука и жизнь", №1, 1990.

63. Открытие свободных ДНК. - Курьер науки и техники, "Знание сила", № 6, 1995, с.27.
64. Дюшен Ж. Молекулярная Вселенная и физико-химическое происхождение жизни. - "ИМПАКТ1-2", сер. "Наука и общество", 1982.
65. Митрофанов В.В., Лебедев Н.И. Новый взгляд на природу перенапряжения водорода на катоде. "Журнал ТРИЗ", №3, 1996, с. 28-39.
66. Пономарев Л.И. Под знаком кванта. - М.: Наука, 1989.
67. Эмпахер А. Сила аналогий. - М.: Мир, 1965.
68. Ленц К. Агрессия (так называемое "зло") - Перевод с немецкого Г.Ф. Швейника. Библиотека зарубежной психологии. М.: Издательская группа "Прогресс - Универс", 1982.
69. Поляк Э.А. Признаки сверхпроводимости и сверхтекучести в жидкой воде. "Гипотеза", №1, 1992, с.29-30.
70. Успенский П.Д. Новая модель вселенной. Перевод с англ. Н.В. фон Бока. С-Пб.: Издательство Чернышева, 1993.
71. Винницкий Л.Б. Еще раз о космических предках - "Химия и жизнь", №8, 1992.
72. Беличенко А.С. Чудо? Хороший эксперимент! - "Химия и жизнь", № 8, 1992.
73. Максотов Д.Д. Новые катадиоптрические менисковые системы. Труды государственного Оптического института. Вып. 124, т. XVI, Л.: изд. ГОИ, 1944, с.15.
74. Хилл Н. Думай и богатей. - "Химия и жизнь" № 6, 1994.
75. Абрагам А. "Время вспять или физик физик где ты был." - перевод с французского. М.: Наука. Гл. редакция физико-математической литературы, 1991.
76. Богомолов В. Момент истины. В августе сорок четвертого. - Рига: Лиясма, 1984.
77. Аглинцев К.К., Смирнов В.В., Митрофанов В.В. О действующих электронных спектрах в ионизационных камерах. - Атомная энергия, №1, 1957, с. 66.
78. Аглинцев К.К., Смирнов В.В., Митрофанов В.В. и др. Исследование углового распределения фотоэлектронов, выбиваемых гамма-лучами Cs^{137} из мишеней Ag и Bi. - Известия АН СССР, серия физическая, т.25, №9, 1961, с. 1141.
79. Чеховской А.М., Митрофанов В.В. А.С. 253195 на изобретение "Способ отбраковки термокомпрессионных сварных соединений", 1969.
80. Митрофанов В.В., Чеховской А.Н. Некоторые приемы контроля качества термокомпрессионных соединений - Электронная

- техника, серия 2, Полупроводниковые приборы. Вып. 4(47), 1969, с. 210-222.
81. Митрофанов В.В., Ребров В.Н. Об относительном методе измерения толщины высокоомного слоя кремния на пластинках после встречной диффузии во время полировки. - Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Вып. 4(2), 1968.
 82. Краткий миг торжества. О том как делаются научные открытия. - Сб. рассказов. Составитель В. Черникова. Библиотека журнала "Химия и жизнь", М.: Наука, 1988, 336 с.
 83. Дмитриев И.С. Электрон глазами химика. - Л.: Химия, 1968.
 84. Мейен С. Что скажет мне методолог?, Овчинников Н. Мы будем вам нужны, когда будем нужны., "Знание - сила", №10, 1988.
 85. Гайдаенко В.П., Женишек Е.Ю, В.В. Митрофанов и др. Влияние статического электричества на биполярные интегральные схемы, содержащие тонкопленочные резисторы. - Микроэлектроника и полупроводниковые приборы. Вып. 1. М.: Советское радио, 1981.
 86. Хирный Ю.И., Солодовников А.П. Эффект увеличения коррозионной стойкости металлов, облученных ионами гелия. - ДАН СССР. Техническая физика. т. 214, 1974, №1, с.82.
 87. Митчел Уилсон, Американские ученые и изобретатели. - М.: Знание, 1975, с.71.
 88. Стаут Р. Слишком много клиентов. - М: КУБК -А, 1994, с. 389.
 89. Интервью с женой Шостаковича. Рядом с гением, "Аргументы и факты", 1996, №38(831), с.3.
 90. Фалта Я., Новы Л. История естествознания в датах. Хронологический обзор. - М.: Прогресс, 1987.
 91. Чернушенко В. Все начиналось с Колумбины. "Санкт-Петербургские ведомости", 1996, 29 сентября.
 92. Нэш Д. Похвальное слово... безумию. - "Таймс", Лондон, 1996, 28 августа.
 93. Валентинов А. Здоровье по старой памяти. "Российская газета", 1996, 16 августа.
 94. Беккерман И.М. Невидимое оставляет след. - М.: Атомиздат, 1970.
 95. Прозоровский С.В., Тартоковский И.С. Инфекция XX века: болезнь легионеров. - "Химия и жизнь", № 6, 1989.
 96. Стишов С.М. Высокое давление. История одного открытия. - "Химия и жизнь", №4, 1991.
 97. Здоровье клетки - здоровье народа. - Рецензия на книгу В.Н. Карнаухова "Спектральный анализ клеток в экологии и охране окружающей среды". - "Химия и жизнь" № 10, 1989.

98. Поль де Крюи. Охотники за микробами. Борьба за жизнь. - М.: Наука, Гл. редакция изданий для зарубежных стран, 1987.
99. Митрофанов В.В. Семь "нот" в информационном поле, или как облегчить выдвижение гипотез при решении научных задач. "Журнал ТРИЗ", №3, 1996, с. 25-28
100. Скулачев В.В. Рассказы о биоэнергетике. - М.: Молодая гвардия, 1982.
101. Смирнов Г. Рожденные вихрем. М.: Знание, 1982., с. 144.
102. Сент-Дьердьи А. В дебрях XX века. - "Химия и жизнь", 1980, №1.
103. Бэкон Ф. Вступление к истолкованию природы. - "Химия и жизнь", № 5, 1976.
104. Фрумкин А.Н. Избранные труды. Электродные процессы. - М.: Наука, 1987.
105. Митрофанов В.В., Смирнов С.А., Фогель В.А. Об эмиссии активированного водорода со свежеработанной поверхности твердых тел. - Физика твердого тела, т.14, 1972, с.913-915.
106. Некрасов Б.В. Курс общей химии. - М.-Л.: Гос. техн. изд-во, 1954, с. 869.
107. Хенней Н. Химия твердого тела. - М.: Мир, 1971, с. 168.
108. Кемпбел Дж. Современная общая химия. т.2.- М.: Мир, 1975, с. 423.
109. Физический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983.
110. Краткий справочник физико-химических величин. Л.: Химия, 1987.
111. Скорчеллетти В.В. Теоретическая электрохимия. - Л.: Химия, 1970.
112. Краткий физико-технический справочник. - М.: Физматгиз, 1960, с. 272, 277, 278.
113. Фриш С.Э., Тиморева А.В. Курс общей физики. т.2. - М.: Технико-теоретическая литература, 1951, с.114-115.
114. Митрофанов В.В., Фогель В.А. Физика и химия полупроводников. Учебное пособие для техникумов электронной промышленности. - Л.: Судостроение, 1965.
115. Лепешинская О. Мемуары на пуантах. - "Аргументы и факты", №43, 1996, с.8.
116. Конюшая Ю.П. Открытия советских ученых. - М.: Московский рабочий, 1974.
117. Кузнецов М.А., Мильман Б.Л., Шевченко С.М. Облик молекулы Л: Химия 1989, с.37-38.
118. Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки. т. 1, 2, 3.- М.: Мир, 1994,

119. Шкловский И.С. Вселенная, жизнь, разум. М.: Знание, 1987.
120. Чеховская Т., Щербаков Р. Ошеломляющее разнообразие жизни. - М.: Знание, 1990.
121. Курячая Н. "Живая вода" Доктора Тринчера. - "Знание и сила", № 11, 1991.
122. Перельман И.Е. Внутренний голос сосны. - "Химия и жизнь", №9, 1994.
123. Павшук Е. Молекулярные дуэны. - "Химия и жизнь", 1994, № 7, с.35-39.
124. Клещенко Е. Как рождается трехмерность. - "Химия и жизнь", №7, 1996, с.45.
125. Девис П. Суперсила: поиск единой теории природы. - М.: Мир, 1989.
126. Жакоб Ф. Игра возможного. Эссе о разнообразии живого. - "Химия и жизнь", №№ 4, 5, 6, 1994.
127. Говалло В.И. Почему мы не похожи друг на друга. - М.: Мир, 1978.
128. Страндены Д. Герметизм. Его происхождение и основы учения. (Сокровенная философия египтян). - Издание А.И. Воронец, 1914.
129. Магическая семерка. - "Дамский угодник", №8, 1996.
130. Гольданский В.И., Кузьмин В.В., Морозов И. Нарушение зеркальной симметрии и возникновение жизни. - М.: Наука, 1976.
131. Кюри П. Избранные труды. Перевод с французского. М.: Наука, 1966, с.101-102.
132. Каховский Л. По материалам журналов "Nature" и "Physics World". - "Химия и жизнь", № 8, 1994.
133. Бутлеров А.М. Антиматериализм в науке. - Опубликовано в 1882г. под псевдонимом "Негомеопат". - "Химия и жизнь", № 6, 1989,.
134. Зальцберг М. Три жизни академика Ипатьева. - "Химия и жизнь", №10, 1992.
135. Неeman Ю. Наука эволюционирует по Дарвину. - "Химия и жизнь" № 81, 1994.
136. Охлобыстин О. ФСС. - "Химия и жизнь", № 8, 1994.
137. Скулачов В.П. После захода солнца. - "Химия и жизнь", №7, 1996.
138. Чижевский А.А. Физические факторы исторического процесса. - Архив "Химия и жизнь", 1990, №1, с.23-32.
139. Исикава К. Японские методы управления качеством. Перевод с японского - М.: Экономика, 1988,.
140. Потапов В. Смотритель Вселенной. - "Труд", 1996, 4 сентября.

141. Валентинов А. Вышли мы все из пробирки. - "Российская газета", 1996, 30 августа.
142. Митрофанов В.В., Соколов В.И. О природе эффекта Рассела. - Физика твердого тела, т. 16, 1974, с. 2435.
143. Сонин А.С. Постигание совершенства. Симметрия, асимметрия, диссимметрия, антисимметрия. - Изд-во Знание, М., 1987.
144. Злотин Б.Л. Зусман А.В. Решение исследовательских задач. - Кишинев, 1991.
145. Ротенберг З.А., Плесков Ю.В. О характере зависимости фотоэмиссии на границе раздела металл-электролит от работы выхода электрона из металла. - Журнал "Электрохимия", т. 4, вып. 7, 1968, с. 826.
146. Губерман И. Иерусалимские гарики. - Политекст, Москва, 1994.
147. Гранин Д. Страх. - Русско-Балтийский информационный центр Блиц, Санкт-Петербург, 1997, с. 49.

АББРЕВИАТУРЫ

БСС – боросиликатное стекло

ВАХ – вольтамперная характеристика

ЗПЧС – закон полноты частей системы

ИК – ионизационная камера

ИКР – идеальное конечное решение; идеальный конечный результат

ИС – интегральная схема

ЛВК – локально выпрямляющий контакт

НЧЭС – нарушение четности энергетического сдвига

ПВ – перенапряжение водорода

РРВ – разность работы выхода

СПН – силы поверхностного натяжения

ТК – технологическая карта

ТУ – технические условия

УВА – усовершенствованный вепольный анализ

ФЛГ – фотолитография

ФП – фотопластинка

ФР – фоторезист