

# РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК



СЕРИЯ «НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА»

Основана в 1959 году

РЕДКОЛЛЕГИЯ СЕРИИ  
И ИСТОРИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ  
им. С.И. ВАВИЛОВА РАН ПО РАЗРАБОТКЕ  
НАУЧНЫХ БИОГРАФИЙ ДЕЯТЕЛЕЙ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ:

академик *Н.П. Лаверов* (председатель),  
академик *Б.Ф. Мясоедов* (зам. председателя),  
докт. экон. наук *В.М. Орёл* (зам. председателя),  
докт. ист. наук *З.К. Соколовская* (ученый секретарь),  
канд. техн. наук *В.П. Борисов*, докт. физ.-мат. наук *В.П. Визгин*,  
канд. техн. наук *В.Л. Гвоздецкий*, докт. физ.-мат. наук *С.С. Демидов*,  
член-корреспондент РАН *А.А. Дынкин*, академик *Б.П. Захарченя*,  
академик *Ю.А. Золотов*, докт. физ.-мат. наук *Г.М. Идлис*,  
академик *Ю.А. Израэль*, канд. ист. наук *С.С. Илизаров*,  
докт. филос. наук *Э.И. Колчинский*, академик *С.К. Коровин*,  
канд. воен.-мор. наук *В.Н. Краснов*, докт. хим. наук *В.И. Кузнецов*,  
докт. ист. наук *Б.В. Лёвшин*, член-корреспондент РАН *М.Я. Маров*,  
докт. биол. наук *Э.Н. Мирзоян*, докт. техн. наук *А.В. Постников*,  
академик *Ю.В. Прохоров*, член-корреспондент РАН *Л.П. Рысин*,  
докт. хим. наук *Ю.И. Соловьёв*, докт. геол.-минерал. наук *Ю.Я. Соловьёв*,  
академик *И.А. Шевелёв*

*В.А. Бронштэн*

**Кирилл  
Петрович  
СТАНЮКОВИЧ  
1916 – 1989**

Ответственный редактор  
доктор физико-математических наук  
Г.М. ИДЛИС



---

МОСКВА  
НАУКА  
2004

УДК 52  
ББК 22.6  
Б 88

Рецензенты:

доктор физико-математических наук *В.Н. Мельников*,  
кандидат физико-математических наук *В.И. Цветкова*

### **Бронштэн В.А.**

Кирилл Петрович Станюкович, 1916–1989 / В.А. Бронштэн; отв. ред. Г.М. Идлис. – М.: Наука, 2004. – 142 с.: ил. – (Научно-биографическая литература). – ISBN 5-02-033209-7

В книге рассказывается о жизни и деятельности выдающегося ученого: астронома, газодинамика и физика-теоретика Кирилла Петровича Станюковича, автора многих капитальных монографий по газовой динамике и теоретической физике, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР. Всего им опубликовано более 600 научных работ. Он занимался проблемами метеорной астрономии, кратерообразования на Луне и планетах, вопросами гравитации, космогонии и космологии. В области газовой динамики изучал неустановившиеся движения сплошной среды, взрывные явления, проблемы космической газодинамики. В области теоретической физики – теорию гравитации и элементарных частиц.

Для широкого круга читателей, интересующихся историей отечественной и мировой науки.

По сети АК

ISBN 5-02-033209-7

© Российская академия наук и издательство “Наука”. Серия “Научно-биографическая литература” (разработка, оформление), 1959 (год основания), 2004  
© Бронштэн В.А., 2004

## От автора

Эта книга – научная биография Кирилла Петровича Станюковича – выдающегося физика-теоретика и крупного специалиста в области газовой динамики, теории взрыва, метеорной астрономии, космологии.

Работа над книгой облегчалась тем обстоятельством, что автор был знаком с Кириллом Петровичем с 16-летнего возраста и на протяжении 57 лет был его другом. У нас 9 совместных научных публикаций.

В написании книги неоценимую помощь автору оказали вдова Кирилла Петровича Ядвига Владиславовна и его сын Андрей Кириллович. Они передали мне редкие публикации Кирилла Петровича, бесценные архивные материалы, интересные фотографии. За это автор выражает им глубокую благодарность.

Автор благодарит также В.Н. Мельникова, В.А. Одинцова, Л.П. Орленко, В.П. Чельшева за предоставление материалов о жизни и работе К.П. Станюковича, а двух первых – за их воспоминания, включенные в текст книги. Моя признательность Ю.С. Владимирову, С.В. Козловской, В.Н. Мельникову, А.Д. Сельянову за предоставленные для этой книги фотографии.

*В.А. Бронштэн*

## Предисловие

Ученый, жизнь и научная деятельность которого описывается в этой книге, – Кирилл Петрович Станюкович – пример разностороннего ученого, ставшего основоположником выдающихся исследований в самых различных областях науки.

Он начинал свою научную деятельность как астроном, исследователь метеоров. В 1932 году 16-летний Станюкович с группой товарищей получил первый в нашей стране снимок метеора с двух станций через обтюратор (пропеллер, быстро вращающийся перед объективом фотокамеры). Это позволило определить высоты метеора, его скорость и торможение в атмосфере, а по последнему – плотность атмосферы на ее верхних “этажах” – в слоях, которые теперь называются стратосферой и мезосферой. Эта работа позволила выявить минимум температуры на уровне 75 км, в так называемой мезопаузе. Двумя годами позже Станюкович и его коллеги получили первый в СССР спектр метеора с 47 линиями. В дальнейшем Кирилл Петрович использовал в изучении взаимодействия метеорных тел с атмосферой достижения газовой динамики – второй и очень важной области его научной деятельности.

Уже в своей дипломной работе 21-летний Станюкович заложил основы концепции кратерообразования на Луне и планетах в результате метеоритных ударов – теории, детально разработанной им в 1947–1960 гг. и усовершенствованной в последние годы.

В сороковые годы вокруг научных интересов Станюковича перемещается к проблемам газовой динамики. И это не случайно. Как писал Кирилл Петрович в предисловии к своей первой монографии “Теория неустановившихся движений газа” (1948) [с. 29], “Ряд важных проблем современной реактивной техники решается с применением методов газовой динамики”. Война требовала развития реактивной техники. А после речи Черчилля в Фултоне (март 1946 г.) начался период “холодной войны”, и Советский Союз должен был еще более интенсивно развивать реактивную технику. Не случайно поэтому книга К.П. Станюковича была издана под эгидой Министерства авиационной промышленности, а ее второе издание, вышедшее в 1953 г. под слегка измененным названием “Элементы прикладной теории неустановившихся течений газа”, было выпущено Оборонгизом [с. 40].

В 1955 г. К.П. Станюкович выпускает капитальную монографию “Неустановившиеся движения сплошной среды” (804 с.) [с. 53]. Поражает его работоспособность. Через три года выходит его новая монография “Введение в космическую газодинамику” (в соавторстве с Ф.А. Баумом и С.А. Капланом, 424 с. [с. 72], а еще через год – “Физика взрыва” (в соавторстве с Ф.А. Баумом и Б.И. Шехтером, 800 с. [с. 88]). А ведь в этот период он выпускал еще много статей в самых серьезных научных журналах. И книги, и статьи насыщены сложнейшими формулами, уравнениями, таблицами. Начиная с 1945 г. Станюкович входит в круг Л.Д. Ландау, публикует три совместные работы [с. 15–17], сотрудничает также с Я.Б. Зельдовичем и другими известными учеными.

Но он не забывает и астрономию. Только теперь круг его интересов перемещается в сторону космогонии и космологии. В 1951–1957 гг. ежегодно проходили всесоюзные конференции по космогонии. Кирилл Петрович принимает в них активное участие, то выступая по докладам, то сам делая интересные, содержательные сообщения, в которых достижения газовой динамики и теоретической физики использовались для решения тех или иных задач космогонии.

В 1959–1966 гг. Станюкович публикует целый ряд важных исследований в области космологии – раздела астрономии, изучающего свойства Вселенной в целом. Здесь и вопрос о термодинамике Вселенной (с доказательством невозможности ее “тепловой смерти”), и проблема о возможном изменении во времени гравитационной постоянной (Кирилл Петрович вслед за Дираком и Йорданом допускал такую возможность), и обобщение моделей Вселенной Фридмана, и ряд других вопросов. Анализ общих закономерностей Вселенной и, в частности, проблемы гравитации, был обобщен Станюковичем в монографии “Гравитационное поле и элементарные частицы” (1965, 311 с.) [с. 146], вышедшей в издательстве “Наука” и неоднозначно встреченной нашей научной общественностью. Некоторые ее результаты были приняты безоговорочно, другие – с осторожностью, третьи были подвергнуты суровой критике.

Не удовлетворившись изданием монографии, Кирилл Петрович с 1966 г. приступил к систематическому изданию тематических сборников под общим названием “Проблемы теории гравитации и элементарных частиц”. К 70-летию Кирилла Петровича (1986) было выпущено 17 таких сборников. В них приняли участие многие молодые физики, не связанные традиционным мировоззрением и взглядами на сложные проблемы теоретической физики. Это было единственное регулярное издание в области гравитации и физики микромира, ставшее предвестником первого российского научного журнала в области гравитации, – “Гравитация и космология”, который начал издаваться в 1995 году по инициативе Российского гравитационного общества и учеников Кирилла Петровича.

Еще в 1944 г. Кирилл Петрович защитил кандидатскую диссертацию, через два года, в 1946 г., – докторскую, став доктором технических наук в 30 лет. Тема его докторской диссертации “Газовая динамика неустановившихся движений и теория детонации”. В 1952 г. он получил ученое звание профессора.

Казалось бы, перед молодым доктором наук открыты все пути к дальнейшему продвижению на “фронте” ученых званий – к избранию в члены-корреспонденты Академии наук, а затем и в академики. Да, его неоднократно выдвигали в Академию наук. И каждый раз проваливали. Почему? Кирилл Петрович любил в присутствии многих ученых ругать царившие в Академии наук порядки: ее зависимость от высших партийных органов, формализм, бюрократизм. В те годы ученый не мог выехать за границу без санкции ЦК КПСС. Порой вместо приглашенного зарубежной организацией (даже международной) приезжал другой ученый, более подходящий по мнению ЦК, но отнюдь не с точки зрения приглашавших. Это вызывало, в лучшем случае, недоумение, а в худшем – возмущение последних. Сурово осуждал такие порядки и Кирилл Петрович. Это и закрыло перед ним двери в Академию наук. Зато в 1974 г. ему было присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, чем он весьма гордился, так как этот титул, как он неоднократно говорил, есть признание его заслуг государством, а не определенной группой людей.

Кирилл Петрович стремился донести свои достижения до самых широких масс любителей науки. В 1955 г. Госкультпросветиздат заказал ему составить сборник статей “Вселенная”. Он привлек себе в помощь автора этой книги. Вместе подобрали авторов глав, и к концу года сборник вышел в свет. Сам Кирилл Петрович написал главу “Бесконечная Вселенная” [с. 54]. Позже он издавал такие научно-популярные книги, как: “В мире семи стихий” (1961 [с. 105], совместно с популяризатором М.В. Васильевым\*); “Проблемы теории пространства, времени и материи” (1968 [с. 185], совместно с С.М. Колесниковым и М.В. Московкиным); “Сила, что движет мирами” (1969 [с. 215], совместно с М.В. Васильевым); брошюра “Гравитация” (1964 [с. 144], совместно с С.М. Колесниковым).

Не забыл он в эти годы и теорию кратерообразования на Луне и планетах. В 1960 г. он опубликовал большую работу на эту тему в сборнике “Искусственные спутники Земли” [с. 97], написал (совместно с В.А. Бронштэном) главу в сборник “Луна” о воздействии внешних факторов на лунный рельеф [с. 98].

В 1983 году К.П. Станюкович совместно с В.Н. Мельниковым опубликовал книгу “Гидродинамика, поля и константы в теории гравитации” (М.: Энергоатомиздат, 256 с.) [с. 308], где нашли отражение работы ученого и исследования его учеников в области классиче-

---

\* Настоящая фамилия Хвастунов. Васильев это его литературный псевдоним.

ской и квантовой теории гравитации и труды по возможным вариациям фундаментальных физических констант, точным решениям с физическими полями гравитации и др.

Многие теоретические работы Кирилла Петровича имеют большое прикладное значение. В 1945–1985 гг. им был сделан ряд изобретений, нашедших применение на практике. Они подтверждены 25 авторскими свидетельствами. За свои работы по взрывным явлениям К.П. Станюкович был награжден в 1954 г. орденом Трудового Красного Знамени и рядом медалей, а в 1981 г. он был удостоен высокого звания лауреата Государственной премии СССР.

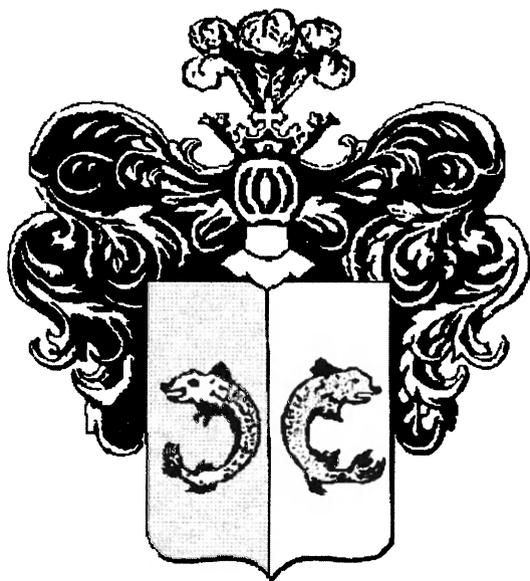
Высокий профессиональный уровень и активная педагогическая деятельность позволили профессору Станюковичу создать научные школы газодинамиков и физиков-теоретиков. Он вел курсы газовой динамики и физики взрыва в МВТУ им. Баумана, читал спецкурсы по магнитной гидродинамике и по теории гравитации на физическом факультете МГУ им. Ломоносова. Среди его учеников более 25 докторов и свыше 50 кандидатов наук, работающих в Москве, Киргизии, Казахстане, Армении, Грузии. Они продолжают разрабатывать его плодотворные идеи. Как видим, научное наследие К.П. Станюковича весьма велико.

Кирилл Петрович Станюкович скончался внезапно, от инсульта, 4 июня 1989 года. Память о нем живет в умах и сердцах его коллег и учеников.

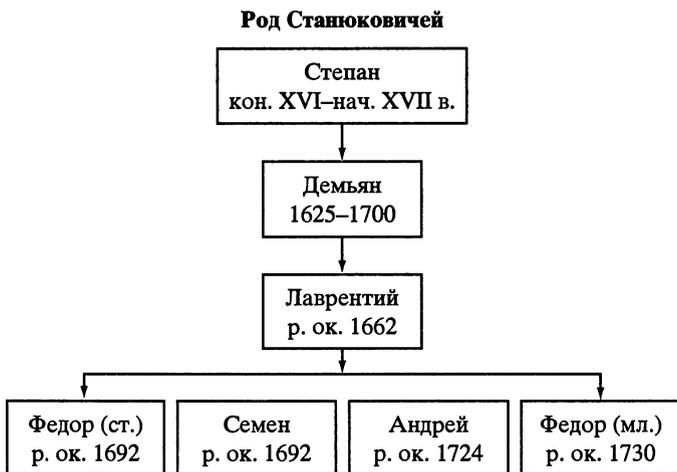
## Генеалогия рода Станюковичей

Станюковичи принадлежат к старинному дворянскому роду, ведущему начало от польского рода Вадвичей. Первый рыцарь Вадвич упоминается в летописи XII века. Его звали Ганус. После его гибели король Болеслав III Кривоусый (1103–1138) разрешил его наследникам иметь свой герб. Одна из ветвей рода Вадвичей образовала литовский род Станкевичей, позже – Станьковичей, откуда и произошли Станюковичи.

Самая подробная генеалогия рода Станюковичей, известная нам, составлена Николаем Георгиевичем Станюковичем. Она содержит более 150 персоналий представителей рода, не считая жен и детей. К сожалению, она существует пока в двух экземплярах [49]. Менее подробная генеалогия была опубликована Николаем Георгиевичем Станюковичем в 1994 г. [51] и содержит около 40 персоналий. Тираж этого издания – 200 экземпляров.



Герб рода Станюковичей



**Генеалогическое древо рода Станюковичей**

Основатель рода Станюковичей Демьян Степанович (ок. 1625–1700) в 1656 г. при взятии Смоленска получил русское подданство. Род Станюковичей был занесен в VI часть родословной книги Смоленской губернии.

У Лаврентия Демьяновича Станюковича (р. ок. 1662) было четыре сына, основавших четыре ветви рода Станюковичей. Кирилл Петрович принадлежит к ветви Андрея Лаврентьевича (р. ок. 1724).

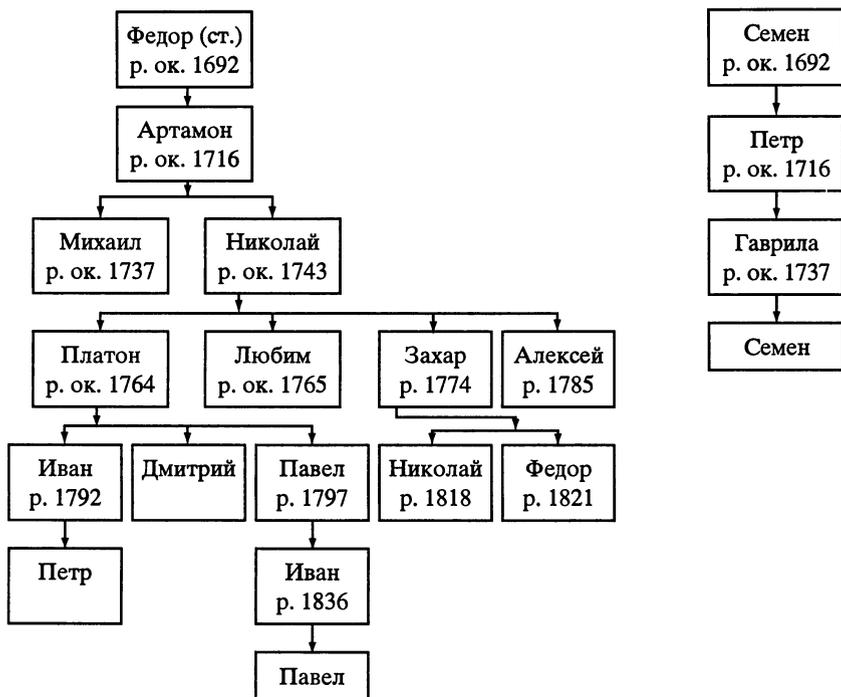
Внуком Андрея Лаврентьевича был Михаил Николаевич Станюкович, морской офицер, дослужившийся до полного адмирала (1786–1869). В молодости он участвовал в кругосветном плавании под начальством Федора Петровича Литке, командуя шлюпом “Сенявин”. Это было в 1826–1829 гг. М.Н. Станюкович опубликовал описание группы островов Моллера\* в островах Туамоту и двух островов Гавайского архипелага. В чине адмирала был командиром порта в Севастополе, участвовал в обороне города в Крымскую войну 1854–1855. Ему посвящен рассказ его сына, писателя К.М. Станюковича, “Грозный адмирал”.

У М.Н. Станюковича было четыре сына и три дочери. Наиболее известные из сыновей: Александр (дед Кирилла Петровича) и Константин (писатель, автор морских рассказов).

Александр Михайлович Станюкович (1824–1892) был журналистом и издателем. Он воспитывался во Втором московском кадет-

\* Моллер Антон Васильевич (Беренд Отто), фон (1764–1848), русский флотоводец, адмирал, в 1828–1836 морской министр. Его имя присвоено заливу на западном берегу южного острова Новой Земли и двум островам архипелага Туамоту в Тихом океане.

### Потомки Федора Лаврентьевича (ст.) и Семена Лаврентьевича

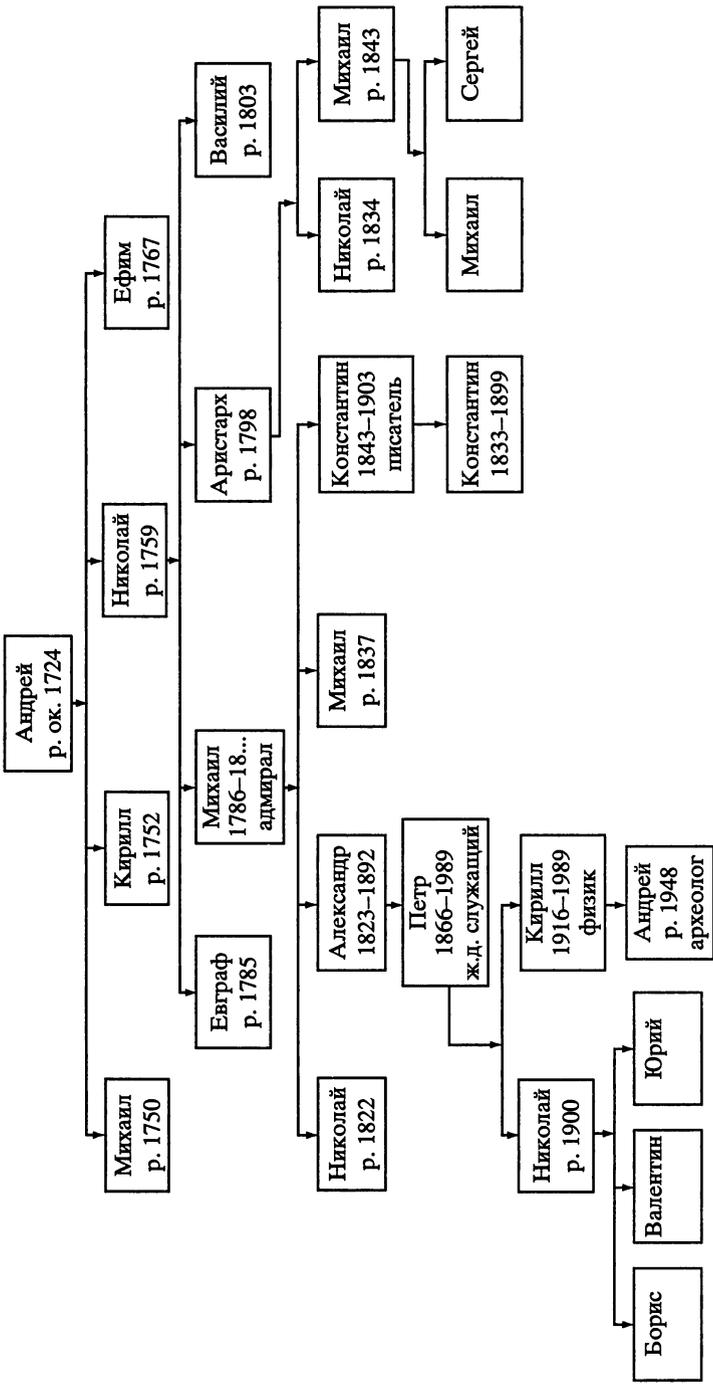


ском корпусе, но на военной службе пробыл недолго. Был редактором “Дамского альбома рукодельных работ”, “Северного цветка”, “Семейного круга”, “Петербургского вестника”. Издал несколько романов, “Историю Российскую, общепонятно рассказанную” и другие книги. У него был единственный сын Петр (отец Кирилла Петровича) и семь дочерей.

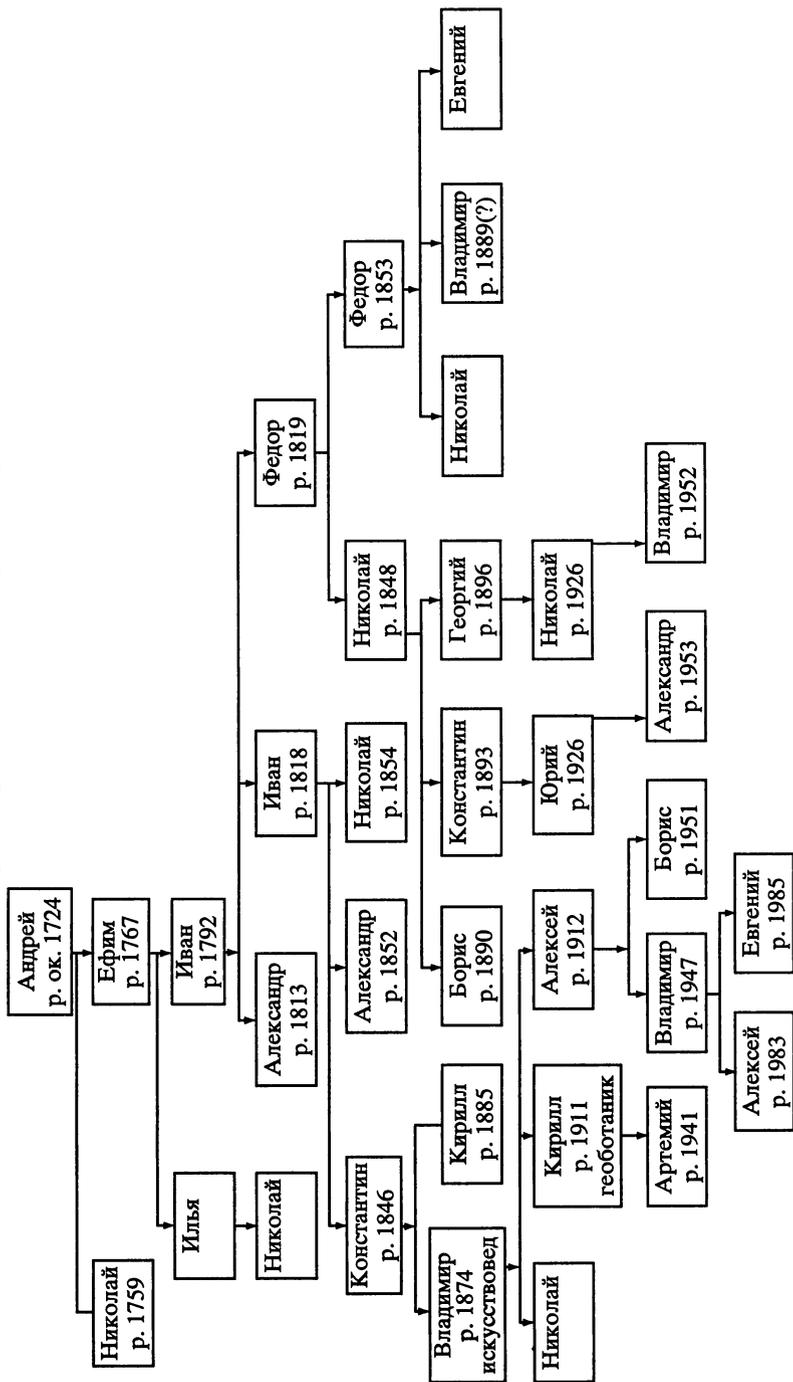
Петр Александрович Станюкович (1866–1933) работал начальником счетной части Московско-Курской железной дороги. Он был женат дважды. От первой жены Варвары Николаевны Лукиной имел сына Николая (1900–1955), инженера-строителя, преподавателя строительной механики. Второй женой была Софья Здзиславовна Крачкевич (1877–1979), мать Кирилла Петровича. Об их семье будет подробно рассказано ниже.

Константин Михайлович Станюкович (1843–1903), известный писатель, приходился Кириллу Петровичу двоюродным дедом. Первоначально его отец, адмирал М.Н. Станюкович, требовал, чтобы он стал морским офицером. За полгода до окончания им морского корпуса он, по воле отца, был направлен в кругосветное плавание, сперва на корвете “Калевала” под командованием капитана Давыдова, а затем на кораблях “Японец” и “Абрек”. Плавание длилось три года. Константин Михайлович побывал у берегов Англии, Франции, Аме-

**Потомки Андрея Лаврентьевича (ветвь Николая Андреевича)**



Потомки Андрея Лаврентьевича (ветвь Ефима Андреевича)





**Александр Михайлович Станюкович  
(1823–1892) –  
дед Кирилла Петровича  
по отцу**



**Мария Петровна Станюкович  
(урожд. Клодт фон Юргенсбург  
(1836–1919) – бабушка  
Кирилла Петровича по отцу**

рики, Батавии, Японии, Китая, Кохинхины (Индокитая). Он достиг устья Амура. Одна из улиц в г. Владивостоке названа улицей Станюковича. В этом плавании Константин Михайлович насмотрелся морских порядков тех времен, жестокости офицеров в отношении матросов, что и описал впоследствии в своих морских рассказах. По возвращении он окончательно решил оставить морскую службу и стать писателем. После полного разрыва с отцом, лишившим его наследства, Константин Михайлович в 1864 году вышел в отставку и стал писателем и журналистом [50]. Его творчеству посвящены многочисленные исследования [35]. Все критики единодушно отмечают прогрессивную направленность его произведений, стремление показать без прикрас жизнь России тех времен.

В 1885 году, по возвращении из-за границы (где он похоронил свою дочь Любу, умершую от чахотки), Константин Михайлович был арестован и после года заключения приговорен к ссылке на три года в Сибирь за связи с революционерами за границей. Путешествие из Петербурга в Томск через Москву, Нижний Новгород, Пермь, Тюмень красочно описано им в документальном очерке “В далекие края” (впервые опубликован в 1886 г.). Жуткая судьба



**Петр Александрович Станюкович**  
(1866–1933) –  
отец Кирилла Петровича.  
Фото 1910-х гг.



**Софья Здзиславовна Станюкович**  
(урожд. Крачкевич, 1887–1979) –  
мать Кирилла Петровича.  
Фото 1912 г.

переселенцев, грязь и неустроенность в поездах и на пароходах, жизнь небольших уральских и сибирских городов – все это отражено в этом очерке. Из ссылки К.М. Станюкович вернулся в 1888 году и занялся писательской деятельностью. Его “Морские рассказы” получили одобрение и критиков, и читателей. Был торжественно отмечен 35-летний юбилей его творчества (декабрь 1896 года). Однако несчастья преследовали писателя. В 1898 г. умер от тифа его любимый сын Константин. Здоровье писателя все ухудшалось, и в 1903 году он скончался в Неаполе.

Из детей писателя, кроме рано скончавшихся Любы и Константина, известны еще три дочери: Наталия, Зинаида и Мария.

Многие авторы склонны утверждать, что Владимир Константинович Станюкович (1874–1939), известный искусствовед, специалист по монументальной скульптуре, также является сыном писателя. Такие утверждения можно найти, например, в статье Н.Б. Орловой [45] и в ее же примечании к статье Т.В. Станюкович [52]. Однако, как сообщили автору книги (В.А. Бронштэну) Я.В. и А.К. Станюковичи, это является распространенной ошибкой. Чтобы проверить это заявление, автор стал разыскивать архив Владимира Константиновича

и нашел его в Русском музее в Петербурге. Работники архива сперва тоже заявили, что он (В.К.) проходит у них как сын писателя. Но когда нашли автобиографию В.К., в ней ясно было сказано, что его отец – чиновник, по роду занятий нотариус, и что он умер в 1889 г. (а писатель умер в 1903 г.). Дальнейшие поиски позволили установить, что отцом Владимира Константиновича был Константин Иванович Станюкович (1846–1889), принадлежавший к ветви Ефима Андреевича (одного из сыновей Андрея Лаврентьевича), тогда как писатель Константин Михайлович, адмирал Михаил Николаевич и Кирилл Петрович принадлежали к другой ветви – Николая Андреевича.

Владимир Константинович в 1935 году, после убийства Кирова, наряду со многими отпрысками дворянских фамилий и вообще “сомнительными” личностями, был выслан из Ленинграда вместе с семьей: женой, Евгенией Николаевной Бердяевой (1885–1938) и четырьмя детьми: сыновьями Кириллом, Алексеем, Петром и дочерью Татьяной. Почти в точности повторилась судьба писателя, которого тоже выслали из Петербурга с женой и четырьмя детьми. Однако разница была в том, что срок ссылки Константина Михайловича был строго оговорен (три года), а время ссылки Владимира Константиновича было неопределенным. Он, его жена и дети, благодаря заступничеству некоторых лиц, смогли еще в 1935 г. вернуться в Ленинград.

Судьба детей Владимира Константиновича была более благоприятной. Старший сын Николай Владимирович (1898–1977) от первой жены еще до революции дослужился до чина поручика, был в Александрийском гусарском полку, участвовал в гражданской войне на стороне белых, потом эмигрировал во Францию и стал поэтом, издал несколько книг стихов на русском языке.

Алексей Владимирович (р. 1912 г.), по образованию металлург, стал теоретиком и историком архитектуры. Ему принадлежит архитектурное описание Аничкова дворца.

Кирилл Владимирович (1911–1986) большую часть жизни и деятельности провел в Душанбе, стал геоботаником, доктором биологии



**Константин Михайлович Станюкович (1843–1903) – писатель, двоюродный дед Кирилла Петровича**

ческих наук, профессором. В 70-е годы он был председателем Таджикского отделения Всесоюзного ботанического общества. Ему принадлежит описание флоры Памира, всего Таджикистана, ряд научно-популярных книг с рассказами о его экспедициях и даже научно-фантастические рассказы и повести.

Татьяна Владимировна (1916–1992) стала этнографом. Она получила ученую степень доктора исторических наук, издала описания ряда этнографических музеев и знаменитой Кунсткамеры. Но в 1992 г. она погибла в автокатастрофе.

Одна из дочерей Кирилла Владимировича, Мария Кирилловна (р. 1960 г.) в 1982 г. окончила Ленинградский университет по кафедре энтомологии и стала паразитологом. Ей принадлежит 28 научных публикаций. Основное направление ее научной деятельности – морфология, систематика, экология и зоогеография паразитических гамазовых клещей.

Другая дочь Кирилла Владимировича – Елена Кирилловна (р. 1948 г.) – искусствовед, сотрудница Государственного Эрмитажа.

Автор упоминавшегося выше генеалогического исследования рода Станюковичей [51] Николай Георгиевич (1926–2004), по основной профессии инженер, кандидат технических наук, принадлежит также к ветви Ефима Андреевича. Его отец Георгий Николаевич (1896– 1976) был следователем, работником правоохранительных органов.

Любители телевидения также могли услышать фамилию Станюкович. Это – телеведущий Александр Юрьевич Станюкович (р. 1953 г.), сын Юрия Константиновича, племянника Георгия Николаевича.

Итак, мы видим, сколь разнообразны профессии представителей рода Станюковичей. Среди них мы находим военных, писателя, поэта, архитектора, искусствоведов, физика, астронома, газодинамика, геоботаника, этнографа, инженера и даже паразитолога.

## Детские годы Кирилла

Кирилл был для его родителей поздним ребенком. Его отец, Петр Александрович Станюкович, обвенчался с Софьей Здзиславовной Крачкович (второй брак) 23 января 1914 года в Московской Александро-Невской церкви. Кирилл родился через два года, 2 марта (18 февраля по старому стилю)\* и был крещен 26(13) марта в Московской Николаевской церкви в Покровском. Восприемниками его были дядя Георгий Здзиславович Крачкович и тетка Лидия Здзиславовна Крачкович. В выписке из метрической книги указано, что отец Кирилла – потомственный дворянин. Там же указано, что мальчик получил имя в честь равноапостольного Кирилла.

Кириуша стал для родителей большим счастьем. Его мать рассказывала, что тогда ей ничего не было нужно, кроме Кириуши. И отец, которому было уже под пятьдесят, души не чаял в сыне.

Кирилл рос умным, необыкновенно активным, подвижным мальчиком. Он не по годам стремился к знаниям, много читал. Родители, несмотря на трудные годы, не отказывали ему ни в чем, покупали книги, журналы, сборники сказок, иллюстрированные альбомы.

Восьми лет, в 1924 году, он поступил в школу-семилетку. В школе все отмечали его непоседливость, нервозность, быстроту реакций. Учился успешно, заслужил прозвища “профессора” и “ученого”. Он занимался также в музыкальной школе.

У его матери, Софьи Здзиславовны, была большая родня: четыре сестры и четыре брата, у всех были семьи с детьми, так что Кирилл имел товарищей по детским играм. Поскольку Софья Здзиславовна была одной из старших, она следовала патриархальным традициям, поэтому Кирилл часто навещал бабушку, дядей и теток. Его крестные – тетя Лида и дядя Жорж – очень любили его и помогали в воспитании.

Кириллу повезло в детстве увидеть Крым, так как его отец, начальник счетной части Московско-Курской железной дороги, имел

---

\* Во всех биографиях, а также в автобиографиях и анкетах К.П. Станюковича днем его рождения по новому стилю указано 3 марта. Это – многократно повторенная ошибка. 1916 год был високосным и поэтому в феврале тогда было 29 дней, а не 28. 18 февраля по старому стилю (эта дата записана в метрической записи церкви, где крестили Кирилла) соответствует 2 марта по новому стилю, а не 3 марта.



право на бесплатную поездку раз в год на далекое расстояние. Кирилл любил природу и в девятилетнем возрасте описал восход солнца в Крыму. Эта запись сохранилась. Приводим ее здесь.

“Когда мы приехали в Крым, с первого дня я хотел смотреть восход солнца из-за моря, но нам сказали, что солнце восходит из-за Сукского мыса Меганом. Наконец, дней за 20 до отъезда, мы встали в 4 часа утра, за полчаса до восхода солнца. Сначала показалась заря, а потом внезапно показался кровавый диск солнца, и оно стало медленно подниматься. Над морем были облака, и когда часть солнца спряталась за облачко, то оно напоминало срезанное яйцо, потом перед нашими глазами предстал гриб, а потом лампа. Из кровавого солнца сделалось желтым и наконец – белым.

На другой день мы опять смотрели восход солнца, и мне вспомнилось, что местные люди нам сказали, что если вы раз посмотрите восход солнца, то каждый день будете вставать в это же время.

Я, папа, мама и Вера Петровна катались на лодке. В Крыму бывают фрукты: виноград, яблоки, груши созревают. В Крыму бывают сильные грозы, дожди и бури. «Феодосия», «Дзержинский» и «Алушта» пристают к пристани. Татары, греки и евреи населяют Крым”.

Таковы впечатления девятилетнего Кирилла о восходе солнца и о Крыме.

В 1931 году Кирилл окончил 7 классов, но уже тогда было введено всеобщее девяти-, а затем десятилетнее обучение, и Кирилл продолжил учёбу в школе, которую он окончил в 1934 году.

Значительно раньше он стал увлекаться астрономией: с удовольствием слушал рассказы профессора Л.А. Кулика о метеоритах в Минералогическом музее, где известный ученый демонстрировал образцы метеоритов. Примерно в это же время Кирилл вступил в Московское общество любителей астрономии (МОЛА). О его работе в МОЛА будет рассказано в следующем разделе.

Кирилл рано потерял отца – он умер в 1933 году, когда сыну было 17 лет. Софья Здиславовна тянула его “за двоих”, да и Кирилл стал взрослеть не по дням, а по часам. Окончив школу, он поступил на механико-математический факультет Московского университета.



Кириллу около 1,5 лет

## **Коллектив наблюдателей МОЛА. Исследования метеоров**

С самых юных лет Кирилл интересовался метеорными явлениями. Посещая минералогический музей, он внимательно слушал увлекательные рассказы известного исследователя метеоритов Леонида Алексеевича Кулика. Слава о нем распространялась в те годы (начало 30-х) далеко за пределами научных кругов. Благодаря его экспедициям на поиски знаменитого Тунгусского метеорита, широко освещавшимся средствами массовой информации, о Кулике знали многие.

Узнав о существовании Коллектива наблюдателей (Колнаб) Московского общества любителей астрономии, занимавшегося в недавно построенном Московском планетарии, Кирилл поспешил туда и в конце 1930 года вступил в члены-сотрудники Коллектива наблюдателей (так называли его участников, не достигших 18 лет, а Кириллу было 14). И конечно, он стал членом метеорного отдела.



**Кирилл Станюкович (справа) слушает рассказ Л.А. Кулика о метеоритах. 1930 г.  
(В центре – будущий астрофизик Н.Н. Сытинская)**

Коллектив наблюдателей был организован в 1921 году группой молодых членов общества во главе с Б.А. Воронцовым-Вельяминовым [36]. Эта секция МОЛА ставила своей целью организацию таких любительских наблюдений за небесными телами, которые приносили бы пользу науке. Для этого нужно было обрабатывать, то есть путем некоторых измерений и вычислений, получать из них те или иные интересующие нас величины. При этом к обработке наблюдений привлекали самих участников, что повышало интерес к работе, ибо наблюдатель мог увидеть их результат, к тому же полученный самостоятельно.

Коллектив наблюдателей издавал тоненький “Бюллетень Коллектива наблюдателей МОЛА”, где публиковались результаты наблюдений и их обработок. Его редактором был Б.А. Воронцов-Вельяминов. Этот “Бюллетень” давал не только возможность членам Колнаба публиковать свои работы, но по обмену за него зарубежные астрономические учреждения присылали свои труды, что позволяло существенно пополнять библиотеку Общества.

Однако в 1929 году какие-то власть имущие органы прекратили давать разрешение на издание “Бюллетеня”, и Коллектив наблюдателей лишился своего печатного органа. К счастью, ненадолго. В 1930 году редакция издававшегося с 1912 года журнала “Мироведение” была переведена в Москву, и новый ответственный редактор В.Т. Тер-Оганезов предложил издавать “Бюллетень Коллектива наблюдателей” как приложение к журналу “Мироведение”.

Это трогательное внимание Тер-Оганезова к “Бюллетеню Коллектива наблюдателей” объясняется просто. Именно в это время (1932) Тер-Оганезов организовывал на базе нескольких региональных астрономических обществ и кружков Всесоюзное астрономо-геодезическое общество (ВАГО). Это был астроном и в то же время член ВКП(б), что являлось редкостью [10]. Создавая ВАГО, он лелеял “голубую мечту” – превратить общество в массовое, привлекая в него пролетарские и даже колхозные массы. Одним из средств для достижения этой цели он считал и “Бюллетень Коллектива наблюдателей”, да и сам Колнаб. Своей “голубой мечтой” Тер-Оганезов так и не достиг, но крови советским астрономам попортил немало, заслужив всеобщую ненависть астрономов. И на перевыборных собраниях Московского отделения ВАГО в 1938–1940 гг. группа членов общества во главе с В.В. Федынским выступала против Тер-Оганезова. Активную роль в ней играл и Кирилл. Им удалось добиться своего: Тер-Оганезов не был избран в правление МОВАГО, председателем которого он был в течение 7 лет.

Будучи ответственным редактором журнала “Мироведение”, а в 1932–1937 гг. еще и председателем МОВАГО, Тер-Оганезов активно осуществлял политическое и идеологическое давление на советских астрономов, указывая им, что можно, а чего нельзя писать. Он оклеветал многих выдающихся ученых, объявив их “врагами народа”.



**К.П. Станюкович (крайний справа в 1-ом ряду) среди участников метеорного отдела Коллектива наблюдателей МОВАГО (22 января 1934 г.)**

Но в 1932 году руководство Колнаба с радостью согласилось на предложение Тер-Оганезова, а так как Тер-Оганезов был в то время членом Комитета по заведованию научными и учебными учреждениями, в “верхах” это предложение не встретило возражений. И в вышедшем после перерыва № 15 “Бюллетеня” была опубликована первая работа Кирилла Станюковича “Лириды в 1930 году”, написанная совместно с И.Е. Васильевым [с. 1].

Ваня Васильев был на два года старше Кирилла. Он очень увлекался техникой, все время что-то мастерил, любил наблюдать, в частности, метеоры. И среди наблюдений метеорного потока Лирид, которые они обрабатывали вдвоем, были и полученные им данные. За 11 часов работы Ваня зафиксировал 62 метеора. Всего же 9 наблюдателей за 40 часов работы зарегистрировали 300 метеоров.

Работой молодых “метеорщиков” руководили Всеволод Владимирович Федынский (будущий член-корреспондент АН СССР) [3] и Базиль Маркович Машбиц. Федынскому было тогда 22 года, но он уже четыре года возглавлял созданный им по его предложению метеорный отдел Колнаба. Работу Васильева он строил по принципу: “ставим цель – находим пути к ее достижению”. Помимо исследований больших потоков (одним из которых являются Лириды) Федынский организовал ряд специальных исследований. Так, он поручил члену отдела Валентине Баранцевой в течение двух лет еженощно наблюдать метеоры в Северной полярной области, чтобы выявить годичное изменение численности метеоров. Большое внимание он уделял изучению ошибок визуальных наблюдений. И такая возможность представилась именно в работе Васильева и Станюковича, так как группа наблюдателей вела наблюдения из одного пункта. Сравнение их данных позволило юным авторам статьи определить систематические и случайные ошибки нанесения метеоров на карту, оценки их яркости, цвета и продолжительности полета. Но Васильев и Станюкович не ограничились этим. Они хотели выжать из полученного материала как можно больше. Один из участников (В. Штейн) вел наблюдения в Кучине, в 22 км от Москвы. У него и у Лозинской, наблюдавшей в Москве, оказались два общих метеора. Используя метод, предложенный еще в XIX веке И.А. Клейбером, юные авторы вычислили высоты этих метеоров, длину их путей и по продолжительности полета – скорость. Правда, скорости получились явно завышенными (75 и 64 км/с вместо реальной скорости для Лирид – 49 км/с), но метод был освоен.

В ходе этой работы Кирилл постиг основы геометрии, связанной с метеорными явлениями, что пригодилось ему в дальнейших исследованиях.

Но Кирилл хотел не только обрабатывать чужие наблюдения. Он стремился сам наблюдать метеоры. И случай для этого вскоре представился. Коллектив наблюдателей задумал направить экспедицию на юг для наблюдения южных потоков. Договорились с дирек-

тором Карадагской научной станции профессором В.Л. Паули о том, что станция примет группу членов Колнаба для метеорных наблюдений. Сменяя друг друга, там перебивало шесть членов Колнаба, в том числе Кирилл Станюкович и его друг Васильев. С 18 июня по 7 июля 1931 г. Кирилл наблюдал 51 метеор, всего же шесть наблюдателей зарегистрировали 332 метеора. Добавив к ним еще около сотни метеоров, за которыми вели наблюдения в Феодосии, Пронске Рязанской губернии и в Москве, Б.М. Машбиц поручил их обработке совсем юному парню, пришедшему в метеорный отдел годом позже Станюковича. Это был автор этой книги – В.А. Бронштэн, которому тогда было 14 лет. Теперь уже Кирилл взял на себя функции инструктора. Он объяснил новичку, почему для определения радиантов надо переносить все метеоры на карту в гномонической проекции (только в ней большие круги изображаются прямыми линиями) и вообще, что и как надо делать. Помогал своими советами Б.М. Машбиц, а затем и приехавший из командировки В.В. Федынский. Статья была закончена в феврале 1933 года [5].

Между тем Кирилла привлекали не только наблюдения метеоров и их обработка. Он был в душе теоретик и решил заняться разработкой новых способов обработки наблюдений. Внимательно читал труды классиков метеорной астрономии: немцев Отто Иессе и Куно Гофмейстера и россиянки Нины Штауде. Но предлагавшиеся ими методы одностороннего (то есть по наблюдениям с одной станции) определения высот метеоров Станюкович раскритиковал. Так, допущение Иессе считать скорость всех метеоров параболической – произвольно, а продолжительность полета метеоров наблюдатели отмечают с большими ошибками. Зависимость высоты потухания метеоров от их яркости, использованная Гофмейстером, ненадежна. В методе Штауде высоты потухания получаются чуть ли не вдвое меньше действительных.

И Кирилл предлагает свой метод [с. 2]. Его сущность заключается в установлении эмпирической зависимости между яркостью и длиной пути метеора. Зная последнюю и положение метеора на небе, можно найти его высоты возгорания и потухания, а по продолжительности полета определить скорость метеора. Этот метод был опубликован в середине 1932 года. Вскоре еще более уверенную эмпирическую зависимость от яркости Кирилл нашел для отношения длины метеора к высоте его потухания. В марте 1933 года он разработал еще один метод – метод сравнения, в котором по параметрам одного метеора данного потока можно определить параметры другого метеора. О своих методах Кирилл рассказал на организованном 9 февраля 1933 года в Москве коллоквиуме метеорного отдела [41], в котором принял участие и ленинградский исследователь И.С. Астапович. Тогда же он поместил статью “Применение некоторых эмпирических зависимостей к изучению метеоров” [с. 5] в “Астрономическом журнале” – основном научном органе советских астрономов.

А судьба тем временем подкинула Кириллу Станюковичу новую задачу. 11 сентября 1932 года над городом Шепетовкой (Украина) пролетел очень яркий болид. Его наблюдали четыре человека – химик, железнодорожник, студент и простой обыватель. Свои наблюдения они переслали Л.А. Кулику в Минералогический музей, а тот пригласил к их обработке Станюковича. Последний с удовольствием взялся за решение этой задачи: по наблюдениям случайных очевидцев явления получить как можно больше сведений о болиде [с. 4]. К этой работе он привлек еще одного члена метеорного отдела – К.А. Ворошилова.

Кирилл Арсеньевич Ворошилов был на четыре года старше Станюковича. Тем не менее, они быстро подружились. Благодаря плотной фигуре Ворошилова прозвали Кирилл Большой, а Станюковича – Кирилл Малый. Два Кирилла часто работали вместе, у них есть четыре совместные публикации [с. 3, 4, 7, 11]. Кирилл Большой раньше своего друга окончил университет и начал работать в Государственном астрономическом институте им. Штернберга, изучая кометы и метеорные потоки.

Судьба Кирилла Большого была печальной. Когда началась война, он, будучи негодным к военной службе (страдал туберкулезом легких), поступил на оборонный завод простым рабочим. Это привело к обострению болезни, и в 1944 году он скончался от туберкулеза в возрасте 32 лет.

Вернемся к Кириллу Малому. Летом 1932 года он с группой товарищей испытывал в Кучине новый прибор: фотокамеру с обтюратором-пропеллером, периодически (десятки раз в секунду) закрывающим объектив фотокамеры. Из-за этого изображение метеора получалось на пластинке в виде пунктирной линии. По длине отрезков пройденного пути можно было рассчитать скорость метеора и его торможение в атмосфере. Благодаря тому, что на некотором расстоянии (оно называется базисом) работала другая фотокамера, можно было рассчитать и высоты метеора. И Кириллу повезло. 14 августа 1932 года ему и его помощникам удалось сфотографировать через обтюратор яркий метеор. Фотографии были обработаны В.В. Федькинским и К.П. Станюковичем, а результаты опубликованы в “Астрономическом журнале” в 1935 году [с. 9]. По этим фотографиям удалось вычислить не только высоту, длину и скорость метеора, но также плотность и температуру верхних слоев атмосферы, в которых тормозил метеор.

Тогда Станюкович и Федьнский не обратили внимания на то, что ими обнаружено новое явление – температурный минимум в атмосфере на уровне 75 км, который позже получил название мезопазузы. На это обратил внимание лишь астроном Л.А. Катасев в 1957 году [25].

Спустя два года – новая удача. 12 августа 1934 года Кирилл совместно с группой товарищей (в их числе были Ваня Васильев и но-

вый активный метеорщик Геннадий Затейщиков) получил спектр яркого метеора с 47 линиями. Дело в том, что излучает не само раскаленное метеорное тело (оно слишком слабо), а его пары. А среди них – пары железа, никеля, кальция, магния, натрия и некоторых других элементов. Этот спектр был первым “советским” спектром метеора и тридцать пятым спектром в мире. Его обработку выполнили И.С. Астапович и В.В. Федьинский [2].

В 1937 году прекратилось издание журнала “Мироведение”, а с ним и “Бюллетеня Коллектива наблюдателей ВАГО”. Но в 1938 году общество перешло в систему Академии наук СССР, что позволило уже в 1939 году наладить выпуск нового печатного органа – “Бюллетеня Всесоюзного астрономо-геодезического общества”. Он был в несколько раз объемнее прежнего “Бюллетеня КН ВАГО”. Это позволило быстро опубликовать залежавшиеся статьи, а также инструкции для наблюдений. И в № 4 “Бюллетеня ВАГО” была опубликована новая работа Станюковича: “Определение радиантов, высот и скоростей метеоров по односторонним фотографиям” [с. 12].

В 1952 году метод Станюковича, изложенный в этой статье, был применен Р.Л. Хотинком [56] при обработке односторонней фотографии метеора 11 августа 1948 года, полученной в Ашхабаде.

После войны К.П. Станюкович занялся другими проблемами, но изредка возвращался к своим любимым метеорам. Так, в 1955 году он публикует в том же “Бюллетене ВАГО” статью под названием “Определение траектории метеоров в атмосфере Земли” [с. 55].

## Личная жизнь

Кирилл еще с молодых лет начал ухаживать за Софьей Владимировной (Зосей) Козловской, также активной участницей Коллектива наблюдателей МОЛА–МОВАГО. Это была красивая девушка, немного старше Кирилла. Она ездила в метеорные экспедиции, обрабатывала наблюдения метеорных потоков и даже одно время заведовала второй обсерваторией Колнаба.

Бывая в доме у Козловских, Кирилл, конечно, не обращал внимания на десятилетнюю Ядю (Ядвигу), младшую сестру Зоси. Он и не думал тогда, что это – его будущая жена. Между тем, Зося отвергала ухаживания Кирилла, а в 1937 году вышла замуж за аспиранта-математика МГУ Савелия Вихмана. Увы, их брак был недолог. Когда началась война, С.Е. Вихман добровольно вступил в ряды Красной Армии. В 1942 году он героически пал в боях с немецкими захватчиками под Харьковом. В 1948 году Зося вышла замуж вторично.

После смерти отца Кирилл был вынужден прирабатывать, чтобы помогать матери, заработка которой не хватало на двоих. Начиная с 1934 года, он работал сперва экскурсоводом на астрономической выставке в Центральном парке культуры и отдыха, потом руководил астрономическим кружком в Московском доме пионеров, преподавал физику, математику и астрономию в средней школе, при этом заочно учился в МГУ, сдавая экзамены в установленные сроки и переходя с курса на курс. В 1938–1939 гг. он читал лекции студентам-заочникам при Московском заочном университете в городах Курске и Белгороде.

По окончании университета Станюкович был призван в армию и проходил действительную службу в Полтаве, на авиационных курсах усовершенствования, в должности младшего командира. В 1941 году он был демобилизован из-за болезни глаз. Это позволило ему сдать госэкзамены и получить диплом об окончании университета.

С сентября 1941 года Кирилл Петрович работал по специальной тематике по заданию уполномоченного Государственного комитета обороны С.В. Кафтанова, сначала в системе Наркомата минометного вооружения, а затем – в Инженерном комитете Красной Армии – до 1944 года. После войны он работал в Артиллерийской академии им. Дзержинского старшим преподавателем. В 1944 году защитил кандидатскую диссертацию, в 1946 году – докторскую.

# ДИПЛОМ

№ 069729

Пред'явитель сего тов. **Станюкович**  
**Кирилл Петрович**

в 1936 г. поступил и в 1941 г. окончил полный курс **Механико-математического факультета Московского Государственного университета** по специальности **Инженер-механик**

в решении

Государственной Экзаменационной Комиссии

от **30 августа 1941 г.** ему присвоена

квалификация **инженера-механика в области**

**астрономии, преподавателя в ВУЗах**

участием средней школы.

Удостоверенный печатью Комиссии

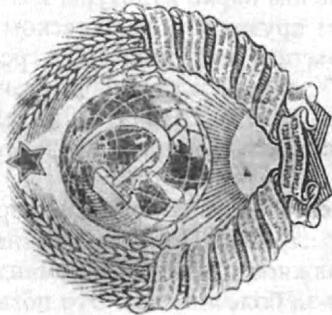
**В. Д. Шенников**

**Москва**

1941 г.

Регистрационный № **14**

Исполнитель № Г-1024, Зас. № 14-156, Москва, Голос. 1929.



Диплом К.П. Станюковича об окончании Московского университета



**Кирилл Станюкович – младший  
командир Красной Армии.  
Полтава, 1941 г.**



**К.П. Станюкович – инженер-майор  
(Инженерный комитет Красной  
Армии, 1945 г.)**

И в это время решилась его личная судьба. Однажды (это было уже после победы), около Большого театра, он встретил девушку в польском военном мундире, в которой с трудом узнал Ядю Козловскую. Она выросла и похорошела. Кирилл начал ухаживать за ней и на этот раз успешно: через полтора года, в декабре 1946 года, они поженились. 23 февраля 1948 года у них родился сын Андрей. Супруги Станюковичи прожили вместе долгую жизнь – 42 года, до самой кончины Кирилла Петровича. Ядвига Владиславовна во многих отношениях благотворно влияла на неумный характер Кирилла Петровича.

Однако война затронула и ее. Вместе со студентами института она летом рыла окопы на окраинах Москвы, а когда институт эвакуировался, с трудом нашла работу: поздней осенью была принята в бригаду сборищ противотанковых гранат на военный завод № 755. В феврале 1942 г., как бригадир “фронтowej бригады”, ездил в составе делегации трудящихся Красной Пресни на линию фронта с подарками от рабочих бойцам, которые раздавали во всех подразделениях армии генерала Орлова, порою, буквально в окопах, около орудий и минометов.

Об ужасах опустошения Брянщины, сожженных деревнях, встречах с партизанами Ядвига Владиславовна потом рассказывала рабо-



**Ядвига Владиславовна Козловская –  
подпоручик Войска польского,  
будущая жена К.П. Станюковича**

чим своего и других заводов Пресни. Дальше – больше. Выяснилось, что она знает польский язык (ее отец – поляк, в детстве она окончила польскую среднюю школу). Вскоре ее вызвали в ЦК ВКП(б) и предложили работать переводчицей в Представительстве штаба польских партизан в Москве, а позднее сформированного Войска польского.

По окончании войны Ядвига Владиславовна вернулась на английский факультет Института иностранных языков им. Тореза, в 1948 г. окончила его и стала филологом. С 1950 по 1957 г. работала консультантом (по польской литературе) в Союзе писателей СССР. В течение 30 лет была научным сотрудником Института мировой литературы АН, где защитила диссертацию и получила степень кандидата филологических наук. У нее 46 опубликованных научных работ. Большая монография написана о творчестве Марии Домбровской (1889–1965), которая была не только выдающейся писательницей, но и известной публицисткой. Детальные исследования посвящены творчеству Тадеуша Боровского (1922–1951), человека трагической судьбы, другим писателям, а также книгам современного классика польской литературы Ярослава Ивашкевича (1894–1980), президенту Всепольского комитета защиты мира [53].

Их сын Андрей рос смышленным мальчиком. Однажды, когда Кирилл Петрович пригласил в гости участников очередной метеоритной конференции (дело было в 1951 году), их встречал трехлетний Андрей. Сидя на ковре, он порой спрашивал, указывая пальчиком на очередного гостя: “Это Астапович? А это?”, а потом важно говорил: “Мы рады вам. Мы, Станюковичи”. И родители, и бабушка души не чаяли в этом ребенке. Когда проходила очередная метеоритная конференция в Киеве (1960), отец взял его с собой. Организовали катание по Днепру на катере. Андрей был очень доволен и фотографировал участников конференции, днепровские берега, встречные пароходы.

Кирилл Петрович хотел, чтобы сын пошел по его пути и занялся газовой динамикой. Сперва так оно и было. В 1977 году Андрей



**На отдыхе в Ялте. Слева направо:  
Кирилл Петрович, Ядвига Владиславовна, их сын Андрей,  
Тансия Афанасьевна (жена Федынского),  
Всеволод Владимирович Федынский. 26 августа 1955 г.**



**К.П. Станюкович с сыном на моторной лодке. Лето 1956 г.**



**В доме К.Э. Циолковского в Калуге. 15 сентября 1957 г.**

**К.П. Станюкович с сыном  
Андреем (1958 г.)**



**К.П. Станюкович (слева) и профессор А.Д. Дубяго. Казань (1950-е гг.)**



**Встреча проф. К.П. Станюковича (2-й справа) с польскими учеными.  
Сентябрь 1961 г.**



**С участниками изучения Тунгусского метеорита (1962 г.). Слева направо:  
В.Г. Фаст, А.В. Золотов, К.П. Станюкович, В.А. Бронштэн**

**Выступление М.В. Васильева.  
В центре К.П. Станюкович**



**К.П. Станюкович и А.В. Золотов (1962 г.)**



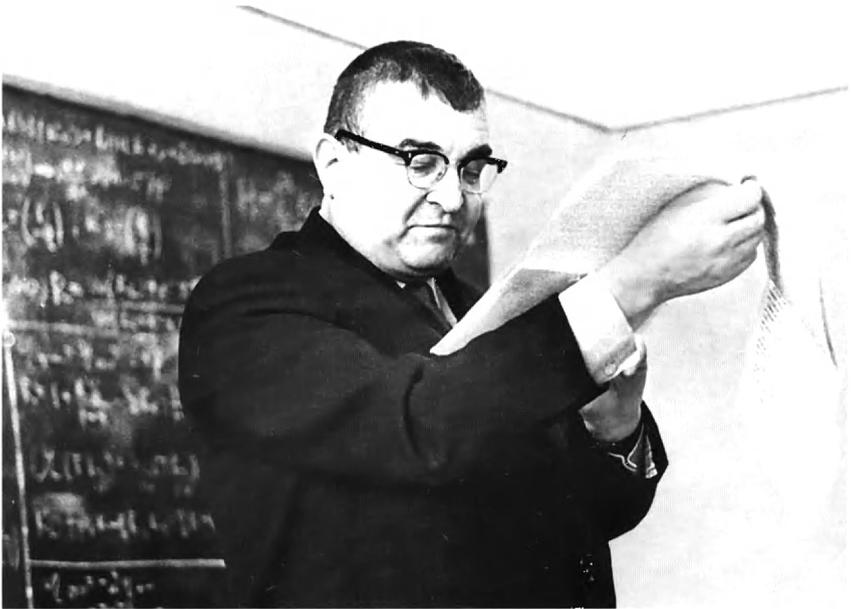
**К.П. Станюкович на море**



**Выступление  
К.П. Станюковича  
на семинаре Д.Д. Иваненко  
(1964 г.)**



**К.П. Станюкович в своем рабочем кабинете**



**К.П. Станюкович читает лекцию**



**Выступление  
К.П. Станюковича  
на симпозиуме “Проблемы  
гравитации”. Менделеево  
(1973 г.)**



**Выступление К.П. Станюковича на 60-летнем юбилее. 3 марта 1976 г.**

Кириллович защитил кандидатскую диссертацию по газовой динамике и получил степень кандидата физико-математических наук. В начале 70-х годов он занимался и метеоритами: изучал обстоятельства падения метеоритов Кашин, Оханск, асимметрию разрушений в метеоритных кратерах, отражение ударных волн Тунгусского метеорита от земной поверхности. Занимается он метеоритами и сейчас.

Но его привлекала совсем другая отрасль знания: археология. И он стал археологом, доктором исторических наук. Диссертация его называлась: “Скрытые объекты историко-культурного наследия. Принципы выявления и изучения методами археологической геофизики” (защищена была на Ученом совете исторического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова в 1994 году).

В свое время Кирилл Петрович любил пошутить: “среди ученых есть би-олухи, есть ге-олухи, а есть архи-олухи”. Он и не предполагал, что “архи-олухом” станет его сын.

Шутки – шутками, но археология была мечтой Андрея с детства. Он много читал, особенно книг о природе, путешествиях и исторических событиях, загораясь идеей искать “следы прошлого”. Он ездил на раскопки с кружком юных археологов, а потом сам водил группы, придумывая технические приспособления для поисков, даже ввел термин “археологическая геофизика”.

Оказалось, что он просто по натуре своей – искатель и коллекционер. Всю жизнь что-то искал и собирал. В школьные годы, увлекаясь поэзией Николая Гумилева, выискивал людей, которые знали поэта, записывал их воспоминания, а в годы “оттепели” опубликовал их. Тогда же он ездил с любителями-астрономами на поиски метеоритов – собралась целая коллекция. Позднее исследовал место лагеря экспедиции Беринга, а затем и могилу Беринга и его команды на Командорских островах, о чем много писали в нашей прессе и за границей.

В итоге этой “искательской страсти” у Андрея Станюковича опубликовано 11 книг и 165 научных статей (приводим лишь немногие) [54].

Полагаю, что Андрей верно продолжает традиции рода Станюковичей – работать на благо российской культуры.

Андрей Кириллович был женат дважды. От второго брака (с Еленой Львовной Кацей) у него в 1971 г. родилась дочь Анна, внучка Кирилла Петровича и Ядвиги Владиславовны и правнучка Софьи Здзиславовны (она скончалась в 1979 году).

Супруга Андрея Кирилловича Станюковича, Елена Львовна, работает переводчицей (с английского языка и на английский) [55].

Их дочь, Анна Андреевна Станюкович, окончила Московский институт предпринимательства и права, защитила диссертацию, получив ученую степень кандидата философских наук. Закончила также курсы программистов. Сейчас она преподает психологию в Московском гуманитарно-педагогическом институте.

## Теория кратерообразования на Луне и планетах

На протяжении более чем 100 лет между учеными – астрономами и геологами – шла дискуссия о происхождении лунных кратеров: являются ли они остатками гигантских вулканов или последствием ударов о поверхность Луны огромных метеоритов. Одним из аргументов противников метеоритной гипотезы было отсутствие на Луне эллипсоидных кратеров, которые, по их мнению, должны были образовываться при косых ударах.

В 1937 году в студенческой дипломной работе К.П. Станюкович развил математическую теорию образования кратеров при ударах о поверхность планеты тел с космическими скоростями. Идея теории состояла в том, что в момент удара как по ударившему телу, так и по мишени (грунту в месте удара) пойдет мощная ударная волна, что приведет к испарению всего метеорита и части вещества грунта. Но так как до полного испарения метеорит успевает проникнуть на некоторую глубину, все явление будет напоминать взрыв заряда взрывчатого вещества, помещенного на этой глубине. В результате должна образоваться воронка (кратер) с характерными для лунных кратеров очертаниями. Угол падения при этом существенной роли не играет.

К сожалению, эта работа не была в свое время опубликована. В печати появилось лишь сообщение И.С. Астаповича о докладе автора работы на эту тему на Второй кометно-метеорной конференции, состоявшейся в Москве в январе 1937 года [1]. Почему Станюкович не опубликовал тогда же свою теорию, он и сам объяснить толком не мог. А между тем, у него был конкурент – эстонский астроном Эрнст Юлиус Эпик, который на год опередил Станюковича и в 1936 году опубликовал свою теорию [64]. Она отличалась от теории Станюковича. Именно Эпик полагал, что при ударе с космической скоростью и тело-ударник, и наружный слой мишени приобретают свойства жидкости. Дальнейшее подобно падению жидкой капли на слой жидкости и описывается уравнениями гидродинамики.

Какой же подход правильнее отражал действительность? Мы вернемся к этому вопросу ниже, а пока продолжим изложение исследований К.П. Станюковича в этой области.

В 1947 году в “Докладах АН СССР” была опубликована важная, хотя и вынужденно краткая статья К.П. Станюковича и В.В. Федын-

ского “О разрушительном действии метеоритных ударов” [23], в которой излагались основы теории и приводились результаты расчетов размеров кратеров в функции массы и скорости ударяющего тела, а также массы и размеров самой планеты. В этой работе впервые был поставлен вопрос о космогоническом значении метеоритной бомбардировки планет, их спутников и астероидов, поскольку при формировании воронки от взрыва значительная часть вещества мишени выбрасывается вверх со скоростями, достаточными для преодоления притяжения планеты. Так, для Марса, по данным Станюковича и Федынского, масса выбрасываемого вещества (при ударе со скоростью 50 км/с) в 20 раз превзойдет массу ударившего метеорита, для Луны – в 200 раз, для астероида Церера – в 1000 раз.

Несмотря на то, что эти результаты были качественно справедливы, количественные оценки нуждались в пересмотре. Дело в том, что удары метеоритов со скоростью 50 км/с – большая редкость. Средняя скорость спорадических (внепотоковых) метеорных тел относительно Земли равна 17 км/с и изменяется при переходе к другим планетам обратно пропорционально корню квадратному из их расстояния от Солнца. Согласно формуле, выведенной Станюковичем и Федынским, масса выбрасываемого вещества пропорциональна квадрату отношения скорости удара ко второй космической скорости для данной планеты. Так что переход от скорости 50 км/с к скорости удара 17 км/с уменьшит величину выбрасываемой массы в 9 раз. Более точный подсчет показывает, что отношение выброшенной массы к массе ударившего метеорита для Луны составит 50, а не 200. Для Марса и астероидов, расположенных дальше от Солнца, это отношение уменьшится еще более. Но в любом случае выброшенная масса будет во много раз больше, чем масса ударившего метеорита.

Интересно, что в своей работе 1947 года Станюкович и Федынский ссылаются на работу Эпика 1936 года, она была им известна. Но никакого анализа ее в их статье нет, только упоминание. В большой работе Станюковича 1950 года упоминания Эпика мы уже не



**Член-корреспондент АН СССР  
Всеволод Владимирович Федынский  
(1908–1978). Фото 1970-х гг.**

найдем, равно как и других зарубежных ученых. Видимо, это было следствием начатой в те годы “борьбы с космополитизмом”.

В большой (24 страницы) работе 1950 года, опубликованной в сборнике “Метеоритика” [с. 35], регулярно, еще с довоенных лет, издававшимся Комитетом по метеоритам Академии наук СССР, Станюкович строит теорию, основанную по-прежнему на взрывной аналогии, в которой определяющей величиной является кинетическая энергия ударяющего метеорита. (Эпик считал такой величиной не энергию метеорита, а его импульс). Эта теория была дальше развита в работе 1960 года, напечатанной в сборнике “Искусственные спутники Земли”, вып. 4 [с. 97]. Помимо уточнения и детализации прежней теории, Станюкович в этой работе поставил новые проблемы: формирование вала кратера и его центральной горки, воздействие ударов микрометеоритов на оболочку космического корабля.

Начиная с того же 1960 года, к развитию теории кратерообразования на Луне подключился автор этой книги – В.А. Бронштэн. В сборнике “Луна”, изданном Физматгизом под редакцией доктора физико-математических наук А.В. Маркова, глава “Роль внешних космических факторов в эволюции Луны” написана совместно К.П. Станюковичем и В.А. Бронштэном. При этом Бронштэн взял на себя обзор исследований других авторов по данному вопросу (но почему-то пропустил Эпика), а Станюкович – изложение своей теории [с. 98].

Незадолго до этого Бронштэн (совместно с В.Ф. Чистяковым) изучил вопрос о формировании светлых лучей лунных кратеров. Как показали Бронштэн и Чистяков, лучи образовались в результате выброса изверженной кратером породы через выемки в вале кратера. Эту теорию Станюкович полностью одобрил и во втором издании своих “Неустановившихся движений...” включил в изложение проблемы, сославшись при этом на Бронштэна. Вообще же у Станюковича и Бронштэна было четыре совместных публикации по этому вопросу [с. 98, 124, 130, 132].

Одна из этих публикаций заслуживает особого упоминания. Это их статья в сборнике “Новое о Луне”, изданном на русском и английском языках и представляющем собой труды симпозиума “Луна”, происходившего в Москве в декабре 1960 года. Доклад на этом симпозиуме от имени обоих авторов сделал Бронштэн.

Статья эта краткая (4 страницы), но в ней изложены основы теории Станюковича, со ссылками на более подробное ее изложение в других работах [с. 124]. Но одна деталь выгодно отличает ее от других работ, выполняемых двумя или более авторами. Именно в ней излагаются две точки зрения на образование кольцевого вала и центральной горки кратера, принадлежащие каждому из соавторов в отдельности. Приведем это место статьи дословно.

“По вопросу о механизме образования валов кратеров мнения обоих авторов несколько различаются. Именно, К.П. Станюкович полагает, что вал лунных кратеров имеет насыпное происхождение.

Если принять изотропное распределение выброшенных масс по углам выброса и рассматривать зависимость дальности разлета от угла выброса, то наибольшее количество вещества упадет в центре и на валу. Эта точка зрения обоснована в работах 1950, 1960 гг. и в сборнике «Луна».

В.А. Бронштэн считает, что поскольку структура воронок от взрывов на Земле метеоритных и лунных кратеров подчиняется одной зависимости, описанной Болдуином в 1949 г. (следует ссылка на его книгу «Лик Луны»), нет оснований приписывать валу насыпное происхождение. Он образуется в результате радиальных сдвигов в горизонтальном направлении от центра воронки, что хорошо видно из опытов Чартерса (ссылка на работу Чартерса 1960 г.). Аргументом в пользу этой точки зрения является и то обстоятельство, что валы крупных кратеров в отличие от светлых лучей, являющихся несомненно насыпными образованиями, не накладываются на окружающий рельеф, а как бы подчиняют его себе. Но несомненно, что насыпание породы имеет место и оказывает существенное влияние на рельеф дна кратера (делая его более плоским), а также его вала”.

Насколько нам известно, это единственная публикация, в которой два соавтора излагают различные точки зрения на один и тот же вопрос.

В этой же работе была высказана еще одна оригинальная идея, принадлежавшая К.П. Станюковичу. “При ударе о лунную кору очень крупных метеоритов распространение ударной волны вниз до слоя полужидкой магмы, находящейся под корой, может привести к ускорению движения вещества коры в области волны разрежения, образующейся при переходе ударной волны из твердой коры в магму. В результате под образовавшимся кратером снизу, со стороны магмы, произойдет откол значительной массы вещества, что облегчит магме выход наружу и вызовет излияние лавы. Примерно так можно рассматривать механизм лавовых излияний при ударах гигантских метеоритов в рамках гипотезы, предложенной Г. Юри и поддерживаемой Б.Ю. Левиным”. (Работы Юри и Левина вышли соответственно в 1956 и 1958 гг.).

Сделаем некоторые пояснения. Зависимость, описанная Ральфом Болдуином в его книге “Лик Луны”, выражает соотношение между диаметром и глубиной воронок [58]. Болдуин нанес на этот график параметры воронок от снарядов, бомб, от мощных земных взрывов, данные земных метеоритных и лунных кратеров. Это уже свидетельствовало о взрывном происхождении всех названных структур. Но, если для воронок от снарядов, бомб и взрывов это было следствием их происхождения, то для метеоритных и лунных кратеров прямо указывало на него, то есть подтверждало взрывную аналогию Станюковича. Но впоследствии эта аналогия получила дополнительные подтверждения. Во-первых, после полетов американских космических станций “Рейнджер” к Луне, заснявших мельчай-

шие воронки на ее поверхности, Болдуин продолжил свою кривую в сторону меньших кратеров и воронок. Стало ясно, что все они порождены ударами метеоритов. Во-вторых, В.А. Бронштэн нанес на ту же кривую соответствующие параметры для вулканических кальдер. И что же? Они резко “отскакивали” от зависимости, найденной Болдуином. Но это было уже в 1979 году.

Таким образом, к 1960 году “столетняя война”, как прозвали дискуссию между “вулканистами” и “метеоритчиками” по поводу происхождения лунных кратеров, закончилась полной победой “метеоритчиков”. И важнейший вклад в нее внес К.П. Станюкович.

Итак, “столетняя война” закончилась. Но тогда же, в 1960 году, началась новая война – война теорий.

Некоторые дилетанты не делают различия между понятиями “гипотеза” и “теория”. Порой они приносят в научные учреждения толстые манускрипты и говорят: “Вот, примите мою теорию”. В действительности то, что они приносят, даже гипотезой может быть названо с трудом – настолько эти сочинения бывают научно безграмотны. Кратко эти понятия можно сформулировать так: гипотеза это научное предположение, так или иначе обоснованное (логически или путем анализа фактов). Теория это математически развитая, на основе законов физики, концепция, в основе которой лежит некоторая идея (например, та же взрывная аналогия).

Мы уже знаем, что еще в 1936 году Эрнст Юлиус Эпик уподоблял удар метеорита о твердую поверхность планеты падению жидкой капли на слой жидкости, что позволило ему применить к решению задачи уравнения гидродинамики.

В 1960 году американский физик Роберт Бьорк [59] выступил с критикой метода Станюковича и провел расчеты гидродинамики процесса образования кратера. Он пришел к выводу, что радиус кратера пропорционален корню кубическому из скорости удара, то есть к тому же соотношению, полученному Эпиком в 1936 году, и которое он уточнил в 1957 году.

Отповедь Бьорку дал ученик Кирилла Петровича Леонид Ливанов в 1965 году, показав, что в интерпретации теории Станюковича Бьорк допустил ошибку, а при ее сравнении с экспериментом возникло недоразумение [34].

В 1963 году американские физики Дж. Уолш и Дж. Тиллотсон [66] приняли в качестве критерия гипотезу о подобии течения на поздней стадии явления, что позволяло по параметрам одного кратера находить параметры другого. Они пришли к степенной зависимости радиуса кратера от скорости с показателем степени 0,58. Бьорк в работе 1967 года [60] высказал мнение, что нельзя подобие размеров кратеров выражать степенной зависимостью от скорости.

Между Уолшем и Бьорком возникла полемика, итоги которой подвел уже в 1973 году Уильям Рае [48]. По его мнению, высказанному еще в 1963 году, взгляды обоих можно было согласовать.

“Пробным камнем” для сравнения между собой различных теорий явились оценки массы метеорита, образовавшего знаменитый Аризонский кратер. Этот кратер имеет диаметр 1200 метров и, судя по найденным в самом кратере и в его окрестностях мелким железным частицам, он был образован падением железного метеорита. Оценки массы этого метеорита, исходя из разных теорий и сделанные разными методами, выглядят следующим образом (в тоннах):

Станюкович и Федынский, 1947 [с. 23]	– от 500 до 100 000 (в зависимости от скорости удара)
Э.Ю. Эпик, 1936 [64]	– 5 миллионов ( $v = 20$ км/с)
К. Уайли, 1943 (взрывная аналогия)	– 8 000
Р. Бьорк, 1960 (гидродинамика) [59]	– 2,6 миллиона
Ю. Шумейкер, 1963 (гидродинамика)	– 63 000
Б.А. Иванов, 1979–1983 (взрывная аналогия) [22–24]	– 260 000

Как видим, разброс оценок весьма велик. Наиболее обоснованной следует считать оценку Б.А. Иванова, который построил модель формирования кратера на основе идей Станюковича, но с учетом гравитации и прочностных характеристик пород в месте удара, а также результатов всех предыдущих работ. Интересно, что Иванов независимо пришел к значению показателя степени при величине скорости в выражении для радиуса кратера 0,58, которое получили Уолш и Тиллотсон.

В Политехническом институте г. Тольятти М.М. Русаков и М.А. Лебедев поставили серии экспериментов, чтобы исследовать воздействие на опасные для Земли космические объекты высокоскоростного кинетического удара.

В опытах компактной массой (сгустком частиц вольфрама плотностью 0,1–1,0 г/см<sup>3</sup> и массой 0,2 г со скоростью до 27 км/с) били в преграды из различных материалов. В экспериментах определялись: энергия взрыва, импульс, получаемый преградой, масса материала, выбиваемого из преграды, и размер образовавшегося кратера. Масса преграды была в 3750 раз больше массы ударника. Опыты показали линейную зависимость величины реактивного импульса от величины выброшенной из преграды массы, объема кратера и энергии ударника. Интересно отметить, что полученные результаты подтвердили выводы профессора К.П. Станюковича, к которым он пришел еще в 50–60-х годах XX века.

Между тем Кирилл Петрович продолжал разрабатывать эту проблему, решая уже частные вопросы. К их разработке он привлек своего аспиранта А.К. Мухамеджанова. В 1966 году они опубликовали совместную работу, в которой рассматривали разлет осколков,

образующихся при ударе метеорита о поверхность планеты, лишенной атмосферы. Падая, эти осколки сами образуют вторичные кратеры. Кроме того, было изучено формирование нескольких концентрических валов [с. 167].

В работе 1969 года [с. 201] Станюкович и Мухамеджанов рассмотрели соотношение между распределением по размерам небольших кратеров (сфотографированных американскими станциями “Рейнджер” и “Сервейор”) и распределением камней по поверхности Луны. На основе этого анализа был развит метод определения динамических характеристик осколков. Далее он был использован для определения прочностных свойств лунной поверхности. Результаты были сравнены с данными советской лунной станции “Луна-9”.

После опубликования этих двух работ Кирилл Петрович пригласил к себе А.К. Мухамеджанова и В.А. Бронштэна и предложил втроем написать монографию о кратерообразовании на планетах. Он составил и план этой монографии. К сожалению, такая книга написана не была.

Теория кратерообразования имела большое научное значение, далеко выходящее за пределы поставленной первоначально задачи: объяснения формирования лунных кратеров [6].

Во-первых, начиная с 1937 года, были открыты большие метеоритные кратеры на Земле, сначала в Канаде, а потом в других странах, в том числе и на территории СССР. Их происхождение также было связано с падением на Землю гигантских метеоритов. Это свидетельствовало о влиянии на эволюцию Земли внешних космических факторов.

Во-вторых, с началом космических полетов (1957) возникла проблема т.н. метеорной опасности, иначе говоря, угрозы повреждения космических кораблей и ранений, а то и гибели космонавтов, выходящих в открытый Космос или на поверхность Луны, от ударов микрометеоритов. Расчеты и эксперименты показали, что вероятность такого попадания ничтожно мала и существенной угрозы для космонавтов не представляет.

В-третьих, были открыты кратеры на Марсе (1965), его спутниках Фобосе и Деймосе (1972), Меркурии (1974) и Венере (1976). Позже кратеры были обнаружены на спутниках Юпитера и Сатурна и на ряде астероидов. Таким образом, блестяще оправдалось предсказание Станюковича и Федьинского, сделанное ими в работе 1947 года, на три года раньше Эпика и Клайда Томбо (открывателя Плутона). Существование кратеров на таких малых телах, как Фобос и Деймос, окончательно означало торжество метеоритной концепции их происхождения, потому что на таких малых телах (10–15 км) не может быть никаких вулканов.

В-четвертых, падение на Землю крупных тел, таких, как астероиды и ядра комет, могло оказывать (и в прошлом действительно оказывало) существенное влияние на развитие жизни на Земле. Именно при

падении даже тела в 10 км выброшенная масса пыли приведет к запылению атмосферы и резкому понижению температуры (т.н. “ядерная зима”). Такое похолодание, имевшее место 65 миллионов лет назад, на границе мелового периода и палеогена, скорее всего и привело к гибели динозавров – холоднокровных животных, тогда как теплокровные млекопитающие выжили. Это обстоятельство породило новую проблему – астероидной опасности, иначе говоря, опасности удара о Землю уже в наше время астероида или ядра кометы. Поэтому проблеме астероидной опасности сейчас уделяется большое внимание. Созданы специальные институты по вопросу астероидной опасности, в том числе в нашей стране. Их задача, во-первых, выявление астероидов, орбиты которых пересекают земную, а значит они могут сталкиваться с Землей. Во-вторых, вычисление их эфемерид, то есть таблиц положений на несколько лет вперед. В-третьих, разработка методов предотвращения возможных столкновений либо путем изменения орбиты астероида или расстреливанием его ядерными зарядами и раздроблением астероида на множество мелких осколков, не представляющих угрозы для землян.

Еще одна область исследований, связанных с кратерообразованием, это изучение влияния деформаций земной коры на кратеры. Над этим работали геофизик В.В. Федынский и его сотрудники М.С. Красс и А.И. Дабижа.

Вот сколько направлений научных исследований отпочковалось от проблемы происхождения лунных кратеров. Отправной точкой в решении этих вопросов стали работы Кирилла Петровича Станюковича.

## Тунгусский метеорит

Рано утром 30 июня 1908 года на обширных пространствах Восточной Сибири около 700 очевидцев наблюдали полет яркого болида, породившего звуковые, сейсмические и барические явления. Этот феномен получил в науке название Тунгусского метеорита. В тайге были повалены деревья на площади 2200 км<sup>2</sup>.

Несколько экспедиций, во главе с Л.А. Куликом, не смогли найти метеорит или его осколки. Воронки, обнаруженные в районе эпицентра катастрофы, которые Кулик принимал за метеоритные, оказались термокарстовыми\*. Перед учеными возник вопрос: куда же девался такой огромный метеорит?

Между тем в 1946 году в журнале “Вокруг света” появилась статья писателя-фантаста Александра Казанцева “Взрыв”. В ней говорилось, что в тот памятный день в нашу атмосферу влетел вовсе не метеорит, а марсианский межпланетный корабль, потерпевший аварию при подлете к Земле, и что взрыв был ядерный.

По сценарию Казанцева Московский планетарий организовал лекцию-постановку “Загадка Тунгусского метеорита”, в которой один из персонажей – студент – излагал точку зрения Казанцева. А в ней было рациональное зерно: стоячий лес в середине области поваленного леса указывал на то, что взрыв Тунгусского объекта произошел не на Земле, а в воздухе, на некоторой высоте.

Кирилл Петрович не мог оставаться равнодушным к этому вопросу. Совместно с В.В. Федынским и известным исследователем метеоритов Е.Л. Криновым он выступил в газете “Московский комсомолец” за 29 мая 1948 года со статьей «О так называемой “загадке” Тунгусского метеорита». Статья содержала резкую критику взглядов Казанцева и постановки Московского планетария. Авторы статьи уверяли читателей, что никакой “загадки” Тунгусского метеорита нет, что ученым все ясно. В ряде вопросов они сами перегибали палку и допускали заявления, потом не подтвердившиеся. Так, массу Тунгусского метеорита они оценивали в 2000 тонн (реалистическая оценка – 2 миллиона тонн), его скорость – в 70 км/с (на самом деле –

---

\* Термокарст – неравномерные проседания и провалы почвы и рыхлых горных пород вследствие вытаивания заключенного в них льда в районах вечной мерзлоты, с образованием понижений на земной поверхности.

около 30 км/с). Энергия взрыва была ими оценена в 200 Кт тротилового эквивалента (на самом деле около 10 Мт). Таким образом, массу Тунгусского тела авторы этой статьи занизили на три порядка, а его скорость завысили более чем вдвое.

Стоячий “телеграфный лес” они объяснили явлением “взрывной тени” (минимум разрушений якобы достигается вблизи эпицентра взрыва) и рельефом местности, отсутствие осколков – переходом их в пар при ударе метеорита о землю.

Станюкович и его коллеги упрекали Казанцева не только в “нелепой” и “антинаучной” идее прилета марсианского корабля, но и в пропаганде в его рассказе теории английского астронома Э.А. Милна о Большом Взрыве и расширяющейся Вселенной (в те годы это считалось “крамолой”). А между тем, в наши дни эта идея является общепринятой.

В защиту Казанцева и планетария выступил журнал “Техника – молодежи”, опубликовавший в том же 1948 году статью некоей С. Баратовой под названием “О фантастике и людях без крыльев”. Последнее определение относилось к Станюковичу, Федынскому и Кринову. А художник журнала Н. Смольянинов изобразил наших ученых в виде пингвинов, придав им портретное сходство. Это вызвало у них не столько возмущение, сколько смех. Кирилл Петрович ходил и повторял: “Мы пингвины, мы пингвины!”, пытаясь подобрать рифму к этому определению. А Игорь Stanisлавович Астапович прислал в редакцию журнала “Техника – молодежи” письмо, в котором просил считать его “почетным пингвином”. В.А. Бронштэн сочинил ко дню рождения Федынского стихотворение, в котором так описывал этот эпизод:

Казанцев блестящий туман  
Пускает, наукой прикрытый:  
Был взрыв корабля марсиан,  
А вовсе не метеорита.  
За ним поспешил Ляпунов,  
К ним в хвостик пристроился Зигель.  
Герой наш к сраженью готов:  
Он шлет “марсианам” погибель.  
Кирилл Станюкович и он,  
И с ними в содружестве Кринов  
В газету строчат фельетон.  
Но их превращают... в пингвинов.  
Пингвины? А хоть бы и так!  
Герой и друзья не сдаются,  
Громят они жалких писак,  
За честь, за науку дерутся.

Имея связи в высоких партийных кругах, Казанцев легко преодолевал попытки ученых прекратить его бурную деятельность. Один высокопоставленный партийный чиновник (Н.Н. Месяцев), в прошлом сотрудник органов госбезопасности, попытался даже за-

претить выступление профессора К.П. Станюковича в Московском планетарии против Казанцева, с изложением научных взглядов на природу Тунгусского метеорита. К счастью, у Станюковича тоже была заручка в ЦК КПСС, так что вечер все-таки состоялся, но выступать разрешили ему одному, а трем лекторам планетария, которые по плану должны были его поддержать, слова не дали. В их числе был и В.А. Бронштэн.

Надо сказать, что семена (вернее, плевелы), посеянные Казанцевым, пали на благодатную почву. После вышеупомянутой лекции Станюковича в Московском планетарии публика окружила его и забросала “проказанцевскими” вопросами. Кирилл Петрович и пришедший к нему на помощь В.А. Бронштэн, став в буквальном смысле спина к спине, едва успевали на них отвечать. Часть сторонников Казанцева увел в свой кабинет заведующий научно-методическим сектором планетария И.Ф. Шевляков.

Потворство Казанцеву не ограничилось попыткой запрета лекции Станюковича в планетарии. Тот же Н.Н. Месяцев, занимая высокую должность заместителя председателя Всесоюзного общества “Знание”, попытался издать в издательстве “Знание” книгу Казанцева, в которой утверждалось, что 30 июля 1908 года в нашу атмосферу влетел марсианский корабль. Узнав об этом, Кирилл Петрович явился к Месяцеву в сопровождении группы коллег (в их числе был И.Т. Зоткин, от которого мы и узнали об этой истории). Изложив научную интерпретацию Тунгусской катастрофы, Кирилл Петрович, не стесняясь в выражениях, стал обвинять Месяцева в научном невежестве. Месяцев слушал его спокойно, но цель была достигнута: книга Казанцева издана не была.

Но в декабре 1961 года Месяцев оплатил планетарию за выступления против Казанцева. Была назначена специальная комиссия по проверке работы планетария и, несмотря на активную поддержку ученых (в защиту планетария и лично его директора В.В. Базыкина выступали такие ученые, как Д.Я. Мартынов, А.Г. Масевич, А.И. Лебединский), В.В. Базыкин был снят с должности директора планетария, а И.Ф. Шевляков – с поста заведующего научно-методическим отделом. Но не удержался и Месяцев: его сняли с должности заместителя председателя общества “Знание” и послали в Китайскую народную республику в качестве советника-посланника, что в ту пору (1962 г.), при резком обострении советско-китайских отношений, было равносильно ссылке. По возвращении Месяцев работал председателем Госкомитета по телевидению, был послом СССР в Австралии.

Экспедиция Академии наук СССР в 1958 году окончательно установила, что взрыв Тунгусского тела произошел в воздухе, на высоте от 5 до 10 км над землей. Но по какой причине? Кирилл Петрович взялся за разработку этого вопроса. Совместно со своим аспирантом В.П. Шалимовым он рассчитал нагревание от взаимодействия с ат-

мосферой железного, каменного и ледяного метеорита. Ведь еще с 30-х годов в науке обсуждалась гипотеза, что Тунгусский метеорит был ядром небольшой кометы. А ядра комет состоят из льда. В работе Станюковича и Шалимова, представленной на девятой метеоритной конференции в 1960 году и опубликованной в 1961 году [с. 103], была изложена теория т.н. “теплового взрыва” метеорита. Было показано, что нагрев железного или каменного тела не может привести к взрыву. А ледяного – может. Именно этот механизм и обеспечил взрыв Тунгусского метеорита.

Теория теплового взрыва после этого неоднократно уточнялась и совершенствовалась, но в принципе ее идея получила подтверждение.

В 1961 году вышла совместная статья К.П. Станюковича и В.А. Бронштэна “О скорости и энергии Тунгусского метеорита”, опубликованная в “Докладах АН СССР” [с. 108]. В 1964 году появилась еще одна публикация Кирилла Петровича по этой проблеме, посвященная уточнению модели теплового взрыва [с. 145].

После этого на долю Кирилла Петровича выпала не очень приятная функция – опровергать опусы некоторых академиков и профессоров, желавших поразить умы свехоригинальными гипотезами, относившимися к Тунгусскому метеориту.

Первый такой случай произошел в конце 60-х годов. Академик Б.П. Константинов, известный физик, директор Физико-технического института в Ленинграде, вице-президент Академии наук СССР, с группой сотрудников выступил с гипотезой, что кометы и метеорные тела, а также Тунгусский метеорит, состоят... из антивещества. В невозможности такого предположения, в его противоречии с наблюдаемыми свойствами этих тел и с общими соображениями Константинова пытались убедить член-корреспондент АН СССР известный астрофизик И.С. Шкловский, а также В.А. Бронштэн [11]. Не помогло. Тогда статью против гипотезы Константинова написали совместно К.П. Станюкович и В.А. Бронштэн. Они представили ее редакции журнала “Космические исследования”, в котором была опубликована в 1966 году статья Константинова с соавторами. В статье Станюковича и Бронштэна доказывалось, что кусок антивещества не только будет испытывать столь мощную аннигиляцию с молекулами обычного вещества, что не долетит до Земли, но и что в земной атмосфере он будет выброшен обратно в Космос реактивным эффектом. А главное – спектральные наблюдения комет и метеоров не делают ни малейших намеков на аннигиляцию.

Станюкович и Бронштэн представили свою статью в редакцию “Космических исследований” в 1967 году. Редакция послала ее Константинову с просьбой дать ответ. Константинов не ответил. Так прошло два года, а 9 июня 1969 года Константинов скончался от рака. Только после этого статья Станюковича и Бронштэна была опубликована [с. 200]. Сотрудники Константинова никак на нее не

отреагировали. В мировой печати появилось еще несколько статей против этой гипотезы. И гипотеза умерла, никто ее не поддерживал.

Прошло шесть лет. В 1975 году другой академик – Г.И. Петров – совместно с доктором наук В.П. Стуловым выдвинул новую экстравагантную гипотезу. Нет, Тунгусский метеорит был ядром кометы. Только вот каким ядром? Петров и Стулов рассуждали так. Тунгусское тело не долетело до Земли, а его ударная волна достигла ее и вызвала сильные разрушения. Значит, произошел **отрыв** ударной волны от тела. Но для этого, как показывали их расчеты, теоретически вполне обоснованные, тело должно было иметь плотность менее  $0,01 \text{ г/см}^3$ . А даже свежеснежинка! Рыхлая снежинка!

Станюкович и Бронштэн и на этот раз выступили против. Таких рыхлых тел астрономия не знает, они не могут существовать, их разрушат приливные явления, солнечные лучи и частицы. А выдвинутая Петровым и Стуловым концепция удержания пара перед телом, когда пара образуется больше, чем уносится потоком, доказывали они, – неверна. Пар уносится не только в слое смешения пара и набегающего потока воздуха, но и в самом слое паров.

Дискуссии проходили на этот раз и открыто, на научных собраниях. “Вы ничего не можете возразить, – обращался Петров к астрофизикам. – Вот, смотрите, число Струхала таково, что тело должно иметь такую плотность”. Астрофизики молчали: они не знали, что такое число Струхала.

Но Кирилл Петрович прекрасно знал, что такое число Струхала. Это безразмерный критерий подобия нестационарных движений жидкости или газа. Это число равно отношению (в данном случае) времен распространения ударной волны по телу и его торможения в атмосфере. Для плотных тел движение будет квазистационарным и число Струхала будет много меньше единицы (порядка одной тысячной). Для нестационарности процесса необходимо, чтобы это число было порядка единицы и уж во всяком случае не менее одной десятой. В случае Тунгусского метеорита для этого нужно, по Петрову и Стулову, чтобы его плотность была  $0,01 \text{ г/см}^3$  или еще меньше. Тепловой взрыв по Станюковичу, утверждал Г.И. Петров, это фантазия. По его мнению, при этом нарушается второе начало термодинамики!

Хорошо, что Кирилл Петрович не присутствовал при этом заявлении Г.И. Петрова на Шестнадцатой метеоритной конференции. Иначе можно себе представить, как бы они сцепились. Узнав о высказывании Петрова, он “наградил” его нехорошим эпитетом. Все другие ученые, к которым мы обращались, как к Третьейским судьям, не поддержали мнения Петрова.

26 февраля 1975 года Г.И. Петров вновь выступил на общем собрании Отделения общей физики и астрономии АН СССР под названием “Природа Тунгусского метеорита”. На этот раз доклад был бо-

лее реалистичным, докладчик ссылаясь на предыдущие теоретические исследования проблемы, о втором начале термодинамики не было даже упоминания. Правда, против гипотезы теплового взрыва был приведен другой аргумент: мол, на нагревание тела идет лишь 1% всей поступающей энергии. Выступивший после Петрова В.А. Бронштэн показал, что и этого хватит. Выступали также Б.Ю. Левин и... А.П. Казанцев. Но последний держался в рамках приличия.

Судьба статьи, направленной К.П. Станюковичем и В.А. Бронштэном в журнал “Космические исследования” в июне 1976 года, очень напоминала судьбу их статьи против Константинова. Ее посылали Петрову для ответа, а он не отвечал. Статья была опубликована лишь в конце 1979 года [с. 287].

Следующий ученый, гипотезу которого пришлось опровергать Кириллу Петровичу (опять же в соавторстве с В.А.Бронштэном), был профессор Е. Иорданишвили. Он выступил на страницах “Литературной газеты” в середине 1984 года с предположением, что Тунгусское тело испытало рикошет от земной поверхности (как плоские камешки на воде) и... улетело обратно в Космос.

Станюкович и Бронштэн показали, что это невозможно. Скорости космических тел таковы, что при ударе о земную поверхность (даже при косом угле падения) образовался бы кратер. Кроме того, никто из очевидцев не наблюдал “обратного” вылета Тунгусского тела. Рикошет возможен только от атмосферы, но и такой случай не имел места. Их статья была опубликована в “Литературной газете” от 17 октября 1984 года [с. 317].

Такова была “опровергательская деятельность” Кирилла Петровича по вопросам, связанным с Тунгусским метеоритом.

Известный вклад внес в исследования Тунгусского метеорита сын Кирилла Петровича Андрей Кириллович. Еще в ту пору, когда он занимался газовой динамикой, он включился в творческую группу, которую возглавлял В.А. Бронштэн, по изучению воздействия ударных волн Тунгусского метеорита на вывал леса. Андрей Кириллович изучил характер отражения ударных волн от земной поверхности, а оно, как известно, бывает регулярным и нерегулярным. А.К. Станюкович исследовал характер отражения ударных волн и оконтурил области той и другой форм отражения. Результаты он изложил в совместных публикациях с В.А. Бронштэном и А.П. Бояркиной.

## Работы по газовой динамике

Газовая динамика – раздел механики, изучающий, как показывает его название, движения газов. В понятие газовой динамики в широком смысле этого слова входят и такие науки, как акустика и аэродинамика. Газовая динамика как таковая изучает движение газов, которые можно рассматривать как непрерывную среду. В этом случае допустимо использовать некоторые приемы и методы гидродинамики.

Работа в Инженерном комитете Красной Армии, а затем в Артиллерийской академии им. Дзержинского заставила Кирилла Петровича обратиться к проблемам газовой динамики, в частности, к физике взрыва и детонации. Напомним, что взрывом в механике называется процесс перехода внутренней энергии (химической, атомной, электрической) в быстрый разлет газов с образованием ударной волны. Детонация есть распространение химических превращений, сопровождающихся выделением тепла, со скоростью, превышающей звуковую.

Первая публикация Кирилла Петровича в этой области знания называлась “К вопросу о направленном взрыве” и была опубликована в “Известиях АН СССР”, серия физическая, в 1944 году [с. 13]. Она была написана совместно с выдающимся специалистом по взрывным явлениям профессором Георгием Иосифовичем Покровским (1901–1979). Г.И. Покровский – крупный ученый и весьма интересный человек: доктор технических наук, генерал-майор, преподаватель в Военно-воздушной академии им. Жуковского, а кроме того, прекрасный художник, чьи картины нередко выставлялись на выставках. Его привлекали чаще всего космические и научно-фантастические сюжеты. Два года спустя, он стал одним из четырех официальных оппонентов при защите Кириллом Петровичем докторской диссертации. Вскоре они опубликовали еще одну совместную статью.

В эти же годы Кирилл Петрович сблизился с нашим замечательным физиком, академиком Львом Давидовичем Ландау (1908–1969). Ландау быстро оценил математические способности молодого Станюковича и привлек его к решению ряда задач по теории детонации. В 1945 году они опубликовали в “Докладах АН СССР” три совместные статьи по детонации конденсированных взрывчатых веществ, определили скорость истечения продуктов их детонации [с. 15–17].

Вот как вспоминает об этих работах академик Яков Борисович Зельдович: “В военные годы и в ближайшие годы после войны Дау (прозвище Л.Д. Ландау. В.Б.) вместе с Кириллом Петровичем Станюковичем активно занимался вопросом детонации взрывчатых веществ и близкими вопросами теории ударных волн взрыва. При детонации получаются горячие продукты взрыва с плотностью больше  $2 \text{ г/см}^3$  и температурой несколько тысяч градусов. Формально можно сказать, что это горячий газ. Предыдущие исследователи по инерции, подражая описанию газа малой и средней плотности, пользовались уравнением Ван-дер-Ваальса. Формула соответствует картине жестких молекул с вполне определенным минимальным объемом. Ландау сразу учел плавность закона отталкивания молекул,



Академик Лев Давидович Ландау  
(1908–1968)

приводящую к степенной зависимости давления от плотности. В работе со Станюковичем учтены и следующие члены разложения. Важно было пробить брешь в старых представлениях. Станюкович показал, как изящно решаются задачи гидродинамики при показателе степени  $n = 3$ . Указанные выше работы до сих пор сохраняют свое значение в ряде областей науки и техники, где применяются взрывчатые вещества”.

В своей оценке научного значения этих работ Ландау и Станюковича Я.Б. Зельдович был безусловно прав. Ссылки на них встречаются во многих работах по газовой динамике, в том числе в солидных монографиях. Примером может служить книга Я.Б. Зельдовича и А.С. Компанейца “Теория детонации” (1955) [14].

Теоретические результаты, полученные Ландау и Станюковичем, были тогда же подтверждены Г.И. Покровским экспериментально, что еще более повысило их надежность и научную значимость. Совместно с Ландау Кирилл Петрович рассмотрел также задачу о сильной сходящейся ударной волне. В науку вошел также термин “автомодельный режим Ландау – Станюковича”. Напомним, что автомодельными называются такие режимы, при которых состояние при одном наборе параметров легко пересчитать на другой их набор.



**Академик  
Яков Борисович Зельдович  
(1914–1987)**

Работа на эту тему была им выполнена совместно с еще одним молодым ученым, недавно избранным членом-корреспондентом АН СССР, лауреатом Государственной премии СССР, Яковом Борисовичем Зельдовичем (1914–1987). Это был разносторонний физик, принимавший самое деятельное участие в создании советского ядерного оружия (за что и получил Государственную премию), а впоследствии, уже будучи академиком, изучавший сложнейшие проблемы релятивистской астрофизики, космогонии начальных этапов развития Большой Вселенной, физики сверхплотных состояний вещества [15–17].

В 1948 году Кирилл Петрович решил обобщить результаты, полученные как им самим, так и другими исследователями, и выпустил свою первую монографию под названием “Теория неустановившихся движений газа”. Она была невелика, всего 164 страницы, но это было только начало [с. 29].

Заслуживают внимания некоторые слова, сказанные в предисловии к этой книге: “Ряд важных проблем современной реактивной техники решается с применением методов газовой динамики. Многие процессы сгорания топлива и истечения продуктов сгорания не являются установившимися, для их изучения необходимо знание ос-

В эти годы Кирилл Петрович продолжал изучение ударных и детонационных волн и в конце 1946 года успешно защитил докторскую диссертацию на тему “Газовая динамика неустановившихся движений и теория детонации”. На защите у него было четыре официальных оппонента (хотя достаточно было трех). Это были академик Сергей Алексеевич Христианович (1908–2000), доктор физико-математических наук Феликс Исидорович Франкль (1905–1961), член-корреспондент АН СССР (будущий академик) Леонид Иванович Седов (1907–1999) и уже упоминавшийся профессор Г.И. Покровский. Каждый из этих ученых – это целая страница в истории отечественной газовой динамики (см., например, [40]).

В 1947 году Кирилл Петрович рассмотрел вопрос об отражении плоской детонационной волны.

новых закономерностей неустановившегося течения газов. Изучению этих основных закономерностей и посвящено настоящее исследование.

Работы советских ученых: академиков Л.Д. Ландау, С.А. Христиановича, Н.Е. Кочина, членов-корреспондентов Академии наук СССР Л.И. Седова, Я.Б. Зельдовича, И.А. Кибеля, работы А.А. Гриба, Ф.И. Франкля – обогатили эту трудную для исследования науку рядом существенных открытий и решением многих актуальных задач. Пионером в изучении детонации газовых смесей явился известный русский физик В.А. Михельсон. В настоящей книге обобщаются основные результаты этих важных исследований. Некоторые задачи были впервые решены автором”.

Кирилл Петрович тщательно следит за авторством лиц, впервые решивших или хотя бы поставивших ту или иную задачу, сопровождая изложение подстрочными примечаниями типа: “Общая трактовка этого вопроса принадлежит Н.Е. Кочину”, “Трактовка этого вопроса принадлежит Я.Б. Зельдовичу”, “Эта задача впервые в аналитическом виде была решена Л.Д. Ландау”, “Данное решение принадлежит К.П. Станюковичу” и т.д.

После новой серии публикаций в “Докладах АН СССР”, в которых разрабатывались задачи газовой динамики, Кирилл Петрович издает в 1953 году через Оборонгиз улучшенное издание своей книги под названием “Элементы прикладной теории неустановившихся движений газа” [с. 40]. Объем ее несколько возрос (185 страниц), но содержание изменилось мало.

В это же время (1952–1953) К.П. Станюкович, совместно с Ф.А. Баумом и Б.И. Шехтером, выпускает в двух частях “Теорию взрывчатых веществ” (издание Артиллерийской академии им. Дзержинского). Это – солидные тома, объемом в 393 и 363 страницы [с. 38, 39].

Со своими новыми соавторами (Кирилл Петрович будет сотрудничать с ними и в дальнейшем) он познакомился в стенах Артиллерийской академии, где они все работали. Филипп Абрамович Баум (1900–1966) годом позже Станюковича защитил докторскую диссертацию [26]. Окончив в 1930 году Военную артиллерийскую академию им. Дзержинского, он уже в 1942 году возглавил кафедру взрывчатых веществ и порохов. Именно он привлек Кирилла Петровича и Б.И. Шехтера к их плодотворной совместной работе. В 1953 году в звании полковника профессор Ф.А. Баум, лауреат Государственной премии СССР (полученной в 1946 году), был вынужден уволиться в запас, увы, из-за своей еврейской национальности. Руководство кафедрой он передал своему ученику Б.И. Шехтеру.

Борис Исаакович Шехтер (1919–1976) был почти на 20 моложе Баума. В 1949 году он защитил кандидатскую, а в 1962 году докторскую диссертацию, в 1963 году получил ученое звание профессора. Б.И. Шехтер руководил работой кафедры почти 20 лет – до увольне-

ния в запас в середине 1974 года. Ему принадлежит большая серия исследований по теории детонации, в частности, по возбуждению самодетонации, влиянию на этот процесс тех или иных параметров и возможности управления процессом [26].

Результатом их совместного труда явилась большая монография “Физика взрыва”, изданная в 1959 году Физматлитом [с. 88]. В ней 800 страниц. Примерно половина книги была написана Ф.А. Баумом, около трети – Кириллом Петровичем и приблизительно одна шестая – Б.И. Шехтером. В предисловии авторы отмечают, что выходявшие в 30-х годах учебники по теории взрыва К.К. Снитко и Н.А. Соколова устарели ввиду развития за прошедшие 20 лет учения о взрыве. “В настоящее время, – говорится в предисловии, – физика взрыва, широко используя методы газовой динамики, теоретической и экспериментальной физики, физической химии и т.п., оказалась способной аналитически описать ряд сложных явлений, которые ранее получали в лучшем случае лишь качественную трактовку. Это привело к тому, что она превратилась в достаточно стройную и строгую науку, охватывающую обширный круг весьма важных и сложных теоретических и прикладных вопросов”.

Кириллом Петровичем написаны в этой книге главы “Взрыв в воздухе” и “Взрыв в плотных средах”, а также (совместно с Ф.А. Баумом) “Бризантность взрывчатых веществ” и “Кумуляция”.

Интересно, забегая вперед, проследить судьбу этой столь важной в научном отношении книги. Прошло 15 лет и понадобилось второе ее издание. Ф.А. Баум к тому времени уже умер. К.П. Станюкович пригласил в соавторы своего ученика, в то время кандидата наук, Леонида Петровича Орленко, а Б.И. Шехтер привлек Владимира Петровича Челышева, также кандидата наук. Впрочем, оба они в дальнейшем успешно защитили докторские диссертации: Челышев в 1976 году, Орленко в 1989 году. Второе издание “Физики взрыва” вышло в 1975 году под фамилиями пяти авторов (включая покойного Баума) [с. 260]. Его главы дорабатывали остальные авторы, включая Станюковича. Как указывалось в предисловии ко второму изданию, книга была подвергнута существенной переработке, многие главы написаны заново с учетом нового теоретического и экспериментального материала, накопленного за последнее десятилетие. Наиболее значительной переработке подверглись тексты, посвященные чувствительности взрывчатых систем, термохимии и термодинамике взрыва, его бризантному действию, взрыву в плотных средах, возбуждению и распространению детонации.

Интересно, что в переработке и написании трех параграфов книги и одного из приложений принимал участие сын Кирилла Петровича Андрей Кириллович, занимавшийся в те годы газовой динамикой.

С выхода второго издания “Физики взрыва” прошло более четверти века, и под руководством Л.П. Орленко было выпущено ее третье издание, на этот раз в двух томах и с новым коллективом ав-



**Публичная лекция К.П. Станюковича по проблеме астронавтики  
в Политехническом музее. 31 октября 1954 г.**

торов [с. 330]. Для участия в нем Орленко привлек десять (!) сотрудников возглавляемой им кафедры “Высокоточные летательные аппараты” МВТУ им. Баумана. Вот их имена: С.Г. Андреев, А.В. Бабкин, Н.А. Имховик, И.Ф. Кобылкин, В.И. Колпаков, С.В. Ладов, В.А. Одинцов, В.Н. Охитин, В.В. Селиванов, В.С. Соловьев. В числе авторов указаны также Ф.А. Баум, К.П. Станюкович и Б.И. Шехтер. Вместе с Л.П. Орленко и В.П. Чельшевым получился коллектив авторов в составе пятнадцати (!) человек. Как указано в предисловии, книга была существенно переработана и расширена, часть глав написана заново с учетом достижений науки за прошедшую четверть века. Следует сказать, что новые авторы были известными специалистами в своей области и имели по несколько публикаций.

Вернемся в 50-е годы. Можно только поражаться работоспособности Кирилла Петровича. Издав в 1955 году толщенный том “Неустановившихся движений” и приняв деятельное участие в первом издании “Физики взрыва”, он выпускает в 1958 году третью капитальную монографию, “Введение в космическую газодинамику”, совместно с Ф.А. Баумом и С.А. Капланом. В ней 424 страницы [с. 72].

Новый соавтор Кирилла Петровича – Самуил Аронович Каплан – известный астрофизик, доктор физико-математических наук (1921–1978), один из основоположников плазменной астрофизики, физики межзвездной среды, а также исследователь строения белых

карликов (звезд с аномально большой плотностью) с учетом эффектов общей теории относительности и многих других проблем теоретической астрофизики. Он – автор семи научных монографий (некоторые – с соавторами) и научно-популярной книги “Физика звезд”, выдержавшей три издания.

Конец его был трагический. 11 июня 1978 года он попал под поезд, неудачно впрыгнув на ходу в электричку. Ему отрезало обе ноги. Он успел назвать себя и свой адрес, после чего вскоре скончался. Это была большая потеря для нашей астрофизики.

В книге “Введение в космическую газодинамику” Кириллу Петровичу принадлежит почти половина текста. Им написаны главы о неустановившихся движениях газа, движениях газа в поле тяжести, газодинамике нестационарных звезд и о релятивистской газодинамике.

Как указывают авторы в предисловии, задача книги – ознакомить астрономов и физиков с методами газовой динамики, которые могут им пригодиться при решении тех или иных теоретических задач.

Книга состоит из трех частей. В первой излагаются основы газовой динамики в применении к задачам астрофизики. Во второй части описываются основы газомангнитной динамики, и наконец в третьей, – релятивистская газодинамика.

В 1960 году монография К.П. Станюковича “Неустановившиеся движения” была переведена на английский язык и издана престижным американским издательством “Pergamon Press” под названием “Unsteady Motion of Continuous Media” [с. 100].

Но Кирилл Петрович думал и о втором издании этой книги на русском языке. И оно было осуществлено в 1971 году [с. 230]. Ряд параграфов книги был переписан заново, другие были доработаны.

И хотя, начиная с 60-х годов, научные интересы Кирилла Петровича перемещаются от газовой динамики к теории гравитации, космологии и теории элементарных частиц, газовую динамику он не забывает. Помимо переработки двух своих монографий, о чем мы уже сообщали выше, он в 1964 году пишет, совместно с Л.П. Орленко, небольшую (163 с.) книжку “Основы теории действия взрыва”, изданную Оборонгизом [с. 141]. В сборнике “Земля и Вселенная” (не путать с одноименным журналом), в издательстве “Знание” в 1966 году публикуется его статья “Космос и газовая динамика” [с. 159]. Кирилл Петрович продолжает и научные исследования в этой области знания, уделяя наибольшее внимание вопросам магнитной гидродинамики и релятивистской газодинамики.

Вклад Кирилла Петровича Станюковича в развитие отечественной и мировой газовой динамики неоценим. Это можно проследить по многочисленным ссылкам на его труды. Характерен и факт переиздания основных его монографий.

Но дело этим не ограничивается. Теоретические разработки К.П. Станюковича и его коллег легли в основу создания новых видов

оружия. Его работы середины 40-х годов совместно с Л.Д. Ландау по сходящимся ударным волнам служили базой для создания плутониевой атомной бомбы, в которой подрыв массы плутония происходит в результате ее обжима окружающей массой обычного заряда. Многие разработки из “Физики взрыва” послужили теоретическим основанием для создания снарядов громадной пробивной силы. В этих снарядах один (передний) заряд разрушает преграду, а другой (основной) производит разрушения всего окружающего (зданий, сооружений и т.д.). Подробнее об этих работах сказано в статье, написанной В.А. Одинцовым (одним из авторов 3-го издания “Физики взрыва”), а также в его работе [44].

## К.П. Станюкович и принцип имплозии\*

Не так много найдется отраслей науки, в которых была бы бесспорна роль научного лидера. Современную нестационарную газодинамику и ее важнейший раздел – физику взрыва – создавали выдающиеся ученые Я.Б. Зельдович, М.А. Лаврентьев, Л.И. Седов, М.А. Садовский, Л.Д. Ландау, Ю.Б. Харитон, К.И. Щелкин, А.Д. Сахаров, Е.И. Забабахин, Ю.П. Райзер, А.С. Компанец и многие другие. По таблице о рангах Кирилл Петрович Станюкович занимает скромное место среди них. Он не академик, не дважды и трижды Герой, даже не член-корреспондент. Его роль определена в другой плоскости.

Теоретики достигают вершин творчества в первой половине жизни. Кирилл Петрович не является исключением. Его первый фундаментальный труд “Неустановившиеся движения сплошной среды” [с. 53] вышел в 1955 году, когда Кириллу Петровичу еще не исполнилось 40 лет. Вторая основная книга его жизни “Физика взрыва” (в соавторстве с Ф.А. Баумом и Б.И. Шехтером) вышла через четыре года [с. 88]. Именно эти две книги определили, что научная дисциплина “Физика взрыва” существует. У нее имеется свой объект изучения и метод, свой временной диапазон, логика построения и свои научные школы.

В 1966 году в издательстве “Pergamon Press” выходит английский перевод “Неустановившихся движений” [с. 100]. Книга получает международное признание, а Кирилл Петрович становится ученым с мировым именем. В 1971 году выходит второе издание “Неустановившихся движений”, а в 1975 году – второе издание “Физики взрыва” (авторский коллектив Ф.А. Баум, Л.П. Орленко, К.П. Станюкович, В.П. Чебышев, Б.И. Шехтер, под ред. К.П. Станюковича) [с. 210]. В 2001 году коллектив авторов МГТУ издает под редакцией Л.П. Орленко, ученика К.П. Станюковича, в прошлом его аспиранта, 3-й двухтомный труд “Физики взрыва” [с. 329].

Научные достижения Кирилла Петровича огромны. Но и среди них выделяется и занимает особое место аналитическое решение задачи о сходящихся сферических ударных и детонационных волнах, полученное им совместно с Л.Д. Ландау в 1944 году [с. 15–17]. Это ре-

---

\*Глава написана канд. техн. наук, доцентом МГТУ им. Н.Э. Баумана, заслуженным изобретателем РФ В.А. Одинцовым.

шение явилось теоретической основой принципа “имплозии”, на котором основано действие ядерного оружия.

Перенесемся в далекую осень 1951 года, мою последнюю осень в МВТУ, время волнений, ожиданий, неясных надежд дипломника кафедры боеприпасов. Сразу после возвращения с преддипломной практики на заводе № 42 им. Масленникова (г. Куйбышев) меня вызвали к заведующему кафедрой И.Д. Федотову. У него в кабинете сидел молодой, но довольно полный человек, по виду преуспевающий начальник. Иван Федорович меня представил, дал краткую положительную характеристику с некоторыми преувеличениями. Стало понятно: очередной вербовщик с периферии. Организацию свою он не назвал, фамилию – тоже. Я насторожился.

Поглядывая в мою учетную карточку, задал несколько вопросов, которые показались не совсем обычными: почему выбрал специальность “Боеприпасы”, что в ней интересует больше всего, каковы вообще научные интересы. Таковые были, но ему-то это зачем? В московский НИИ меня не распределят – иногородний, а для завода или полигона такие душевные тонкости не нужны.

Среди других вопросов спросил, читали ли нам курс нестационарной газодинамики. За меня ответил Федотов: им не читали, но следующему курсу начали читать. Дальше имел место следующий диалог:

– А кто у вас читает газодинамику?

– Станюкович.

– А разве он у вас?

– Сейчас он у нас по совместительству, но с весны переходит на штатную ставку профессора.

– Так это прекрасно! Я не знал этого.

После этого разговор заметно оживился. Уже позже я узнал, что он беседовал еще с несколькими ребятами. Я все-таки спросил Федотова, кто это и откуда. Он нехотя ответил: “...Цырков, из конторы”.

Про “контору” мы кое-что знали. Туда уже было направлено несколько выпускников кафедры. Известно было, что оформление идет через какую-то организацию на Спартаковской улице. Недели через две туда вызвали троих: Женю Князева, Гошу Быструева и меня. Остальные, видимо, не подошли по анкетным данным.

Тут же возникла идея уговорить Станюковича прочитать нам сокращенный курс. Он охотно согласился. Записалось человек 7–8, но в конце осталось трое-четверо.

Лекции начались в начале декабря. Кирилл Петрович начал с того, что система уравнений механики сплошной среды всем известна, надо только подумать, в каких координатах – эйлеровых или лагранжевых – вам ее излагать и не лучше ли нам прямо начать с особых решений. Ответом было гробовое молчание. Он, нисколько не смущаясь, быстро набросал на доске довольно неразборчивым почерком формулы, сопровождая их короткими репликами: “...ну, это оче-

видно”, “...инвариант Римана: ясно даже и ежу”, “...отсюда видно”. Весь вывод занял минут 20, после чего он с довольным видом компанейского парня, только что отмочившего славный номер, весело устоялся на нас. Несколько ошеломленные, мы переглянулись. Суровая школа МВТУ приучила нас к лекциям, методически доведенным до совершенства, с аккуратно выписанными формулами, их тщательной нумерацией, чертежами, сделанными на доске цветными мелками, точным формулировкам. Вместе с тем сразу стало понятно, что мы имеем дело с чем-то необычным и редким. Впечатление стало усиливаться по мере того, как мы с грехом пополам, но терпеливо, стали вникать в новую для нас науку. С другой стороны, Кирилл Петрович, видимо, до этого не сталкивавшийся с аудиторией, воспитанной в жесткой школе, не терпящей ни в чем неясностей, тоже стал заметно терпеливее и, я бы сказал, проникся уважением и симпатией к дотошным слушателям. К Новому году обстановка на курсе была уже вполне рабочей. Для нас открылся неизвестный мир. Завораживала красота теории ударных и детонационных волн.

На одной из последних лекций рассматривались автомоделные движения. Кирилл Петрович привел в качестве примеров расходящуюся и сходящуюся сферическую ударную волну. При этом он вскользь сказал, что последняя задача была решена недавно им и Ландау. С расходящейся волной все было понятно – обычный точечный взрыв. А зачем нужна сходящаяся волна? Ясно, что по мере схождения к центру параметры на фронте будут быстро нарастать – имеет место кумуляция энергии. Но где эта кумуляция может быть использована в технике? Кирилл Петрович как-то уклончиво ответил, что, например, для исследования состояния вещества внутри звезд. В этом месте небольшая аудитория почувствовала что-то неладное. Посыпались вопросы. Кирилл Петрович, уже явно жалея, что затеял этот разговор, круто свернул его.

После лекции у кульманов в дипломном зале горячо заговорили об услышанном. Ядерное оружие? Но тогда у всех было представление, что оно построено на быстром сближении двух докритических масс. При чем здесь сферический взрыв? Помню, Толя Неронов осторожно предположил, что речь идет о некоем генераторе лучей смерти. Потянуло чем-то жутковатым.

Попытки возобновить разговор на следующей лекции не удались. Кирилл Петрович отвечал все более неясно. Сказал, чтобы мы почитали “Доклады Академии наук” (ДАН) за 1948 год [с. 28], там, мол, все изложено и быстро перешел к другой теме.

ДАН мы нашли в тот же день в библиотеке, но понятнее ничего не стало. Потом закрутилась преддипломная горячка и только в июне 1952 года, прибыв в “контору” после первых недель работы в 10-м секторе, я понял, о чем шла речь. Таинственная Приволжская контора Главгорстроя, она же Москва, п/я 975, она же Москва, Центр, 300, затем она же Арзамас-16 (позднее Саров, в 75 км к юго-

западу от Арзамаса), оказалась разработчиком ядерного оружия, а атомная бомба была основана не на схеме соединения двух докритических масс, а на принципе обжатия плутониевого шара взрывом окружающего его сферического заряда обычного взрывчатого вещества. На поверхности этого сферического заряда устанавливались 32 быстродействующих азидных электродетонатора, каждый из которых снабжался линзовым узлом для преобразования расходящейся от детонатора сферической детонационной волны в сферическую же сходящуюся. Вся сборка напоминала по раскройке футбольный мяч – усеченный икосаэдр (20-ти гранник). При схождении к центру амплитуда сферической детонационной волны быстро нарастала, что и обеспечивало сильное обжатие плутониевого сердечника и переход его в надкритическое состояние. Этот принцип получил название “имплозии”.

Для расчета процесса обжатия сердечника необходимо было знать закон нарастания параметров на фронте детонационной сходящейся волны. Именно эта задача и была впервые решена Л.Д. Ландау и К.П. Станюковичем еще в 1944 году. Оба они в этот период времени были привлечены к работам в “комиссии Кафтанова” (читай Курчатова). Об этом периоде жизни Кирилла Петровича известно очень мало.

Первое решение для схождения ударной волны было получено в автомоделной постановке, то есть для волны с бесконечно большим начальным радиусом. В основу этого решения был положен разработанный К.П. Станюковичем аналитический аппарат автомоделных решений, опубликованный им в “Докладах АН СССР” в 1945 г. [с. 18].

Решение для сходящейся сферической неавтомоделной детонационной волны впервые было опубликовано в монографии “Неустановившиеся движения сплошной среды” (М., 1955, с. 567). Приведен пример расчета имплозии в шаровом заряде с наружным радиусом 100 мм и внутренним радиусом 40 мм. Для продуктов детонации принята политропа Ландау – Станюковича с показателем  $k = 3$ , скорость детонации составляет  $D = 2000$  м/с. На первый взгляд числа заведомо нереальные.

На самом деле, очевидно, что результаты были представлены в зашифрованном виде. Зашифровка довольно примитивная: исходная скорость детонации и радиусы уменьшены в четыре раза. Масштаб времени при этом, естественно, сохраняется. Таким образом, расчет был проведен для имплозии с начальной скоростью детонации 8000 м/с в сферическом заряде ВВ с наружным диаметром 800 мм и внутренним диаметром 320 мм. Искаженный масштаб по оси ординат элементарно восстанавливается с помощью соотношения

$$U_{(c-J)} = \frac{D}{k+1}.$$

Снятое с графика значение массовой скорости продуктов детонации на сходящемся фронте в момент выхода на внутрен-

нюю поверхность заряда составляет примерно 3300 м/с, откуда скорость фронта равна 13200 м/с, а давление на фронте при плотности  $ВВ \rho_0 = 1600 \text{ кг/м}^3$  равно  $p = 70 \text{ ГПа}$ . При отражении от поверхности внутреннего сердечника давление повысится примерно в 2 раза, т.е. составит около 140 ГПа.

Разумеется, модель  $k = 3$  являлась приближенной и в дальнейшем была заменена более точным многочленным уравнением состояния. Нуждается в обосновании и применение постулата Чепмена – Жуге для пересжатой детонации. Однако в рамках принятых допущений решение являлось адекватным и впоследствии многократно использовалось как эталонное для проверки результатов численных решений.

В связи с этим вызывает удивление утверждение авторов книги “Создание первой советской ядерной бомбы” (гл. ред. В.Н. Михайлов, Энергоатомиздат, 1995), что ученым КБ-11 “фактически с «чистого листа» пришлось разрабатывать теорию сходящейся сферической детонационной волны” [с. 221].

Решение задачи об имплозии позже было получено Евгением Ивановичем Забабахиным (впоследствии академиком, Героем Социалистического Труда). В 50-х годах выяснилось, что ответ на вопрос об имплозии был получен также и в США Г. Гудерлеем, а полная разработка принципа имплозии проведена также в Америке в 1943 году С. Ниддермейером и С. Уламом.

Жизнь моя в Сарове крутилась главным образом вокруг имплозии и системы синхронного инициирования. В 1954 году я был назначен начальником испытательной лаборатории, которая проводила финишный контроль зарядов и наблюдала эту имплозию в натуре через телеобъективы высокоскоростных регистраторов СФР, установленных в бетонном каземате взрывной площадки № 7. Стажировку для получения книжки взрывника я проходил у Виктора Ивановича Жучихина, выпускника 1948 года нашей же кафедры, к тому времени дважды лауреата Сталинской премии, впоследствии автора книги “Первая атомная” [13]. Его каземат располагался на другом конце площадки. Вместе с ним там орудовали мои ровесники – молодые физики Леня Тимонин, Володя Чернышов, Саша Павловский. С этими ребятами нас спаяла взаимная выручка в трудные, а порой и опасные, моменты жизни взрывника. Вместе мы сотрясали священную землю Саровской пустыни.

Стажировку для получения права на высшую категорию взрывных работ (без ограничения массы заряда взрывчатого вещества) со штампом “Грузовик” на книжке взрывника я проходил у Евгения Аркадьевича Негина, впоследствии академика и главного конструктора Российского федерального атомного центра, стажировку по высоковольтной аппаратуре – у Вениамина Ароновича Цукермана, по капсулям-детонаторам и азиду свинца у Ивана Петровича Сухова. Этих людей я всю жизнь вспоминаю с глубоким уважением.

После неудачного испытания нового атомного заряда осенью 1954 года внимание к деятельности лаборатории резко усилилось. Пошли многочисленные проверки, комиссии. Значительно расширилась сфера общения с начальством. Почти каждый случай некондиции, выразившейся в незначительном искривлении линии растровой фотохронограммы, обсуждался на совещаниях в верхах с участием К.И. Щелкина, Я.Б. Зельдовича, Н.Л. Духова, Е.А. Негина, Е.И. Забабахина, В.И. Алферова, В.К. Боболева, В.А. Цукермана, А.Д. Захаренкова и другого высокого начальства. Раза два-три участвовал Ю.Б. Харитон.

К этому времени я с удивлением и радостью обнаружил, что верхушка инженерного руководства атомного проекта в значительной части была бауманской. Среди них были первый руководитель ПГУ Б.Л. Ванников [вып. 1927 г., трижды Герой Социалистического Труда (ГСТ)], первый директор КБ-11 П.М. Зернов (вып. 1933 г., дважды ГСТ), первый Министр среднего машиностроения В.А. Малышев (вып. 1919 г., дважды ГСТ), главный конструктор первого промышленного реактора – наработчика оружейного плутония Б.Л. Доллежалъ (вып. 1919 г., дважды ГСТ), главный металлург плутония А.А. Бочвар (вып. 1919 г., дважды ГСТ), разработчик технологии получения высокообогащенного урана-235 Н.М. Синев (вып. 1932 г.), начальники отделов КБ-11 В.Ф. Гречишников (вып. 1939 г., ГСТ), Г.А. Цырков (вып. 1945 г., ГСТ), Б.Н. Леденев, К.К. Крупников, И.В. Богословский, В.И. Жучихин, В.А. Турбинер (им был выпущен первый комплект чертежей на атомную бомбу) и другие.

На одном из совещаний 1955 года обсуждался вопрос о качестве быстродействующих детонаторов, производимых муромским заводом. Я до этого несколько раз был в командировке на заводе и хорошо знал положение дел. В.К. Боболев, с которым мы были вместе в последней командировке и жили в одном номере заводской гостиницы, меня представил как начальника лаборатории, у которого есть свои соображения по причинам брака, и “между прочим, аспиранта Станюковича”. Все за столом повернулось в мою сторону. Я из угла сбивчиво высказал эти соображения (они, кстати, впоследствии подтвердились). Истина состояла в том, что к этому времени я действительно поступил в заочную аспирантуру кафедры под руководство Кирилла Петровича, хотя номинальным руководителем у меня числился И.Д. Федотов. Об этом я благоразумно помалкивал.

Тут очень важно отметить, что все начальные расчеты процессов в заряде, проводимые КБ-11, были основаны на детонационной теории Ландау – Станюковича. В.А. Цукерман по этому поводу пишет в своей совместной с Зинаидой Матвеевной Азарх книге “Люди и взрывы” (1994): “Два года ведущие лаборатории института измеряли разными способами давление детонации взрывчатых веществ, от которого зависит эффективность конструкции. Знание этой величины позволяло правильно предсказать мощность первой

советской атомной бомбы и, по существу, определить возможность ее испытания в августе 1949 года. Теория не давала однозначного ответа на этот вопрос. Экспериментаторам надо было самим решить, кто прав: немецкие ученые или Л.Д. Ландау и К.П. Станюкович. Разница в оценках величины давления для основного взрывчатого вещества была очень велика – 200 и 250 тысяч атмосфер, и сверхзадачей экспериментаторов стало устранение этой неопределенности. На «зебровых» зарядах с тонкими слоями фольги мы получили значения массовых скоростей, близкие к предложенным Ландау и Станюковичем”.

К весне 1948 года в отделе Л.В. Альтшулера было получено еще одно прямое подтверждение предвидения Ландау и Станюковича. Уже двумя независимыми способами было показано, что скорость движения продуктов взрыва во взрывчатом веществе равнялась 2000 метрам в секунду, а давление – 250 тысячам атмосфер (25 ГПа).

Впоследствии было много возможностей убедиться, насколько высок авторитет Станюковича не только среди начальства в годах, но и в среде научной молодежи. Надо сказать, что прибывшие на “объект” в 1952 году выпускники многих ВУЗов первого послевоенного набора (МГУ, МИФИ, МФТИ, МВТУ, Ленинградского кораблестроительного института и др.) поначалу держались обособленно. Чужие узнавались по жаргону, привезенной спортивной форме, вставным номерам на вечеринках, поведению на лыжне и волейбольных площадках. Но уже через год – два острых угла стали сглаживаться, уступая место взаимному интересу. Как раз в этот период были организованы курсы по подготовке в аспирантуру – три потока (физика, механика и язык). Механикам читали Я.Б. Зельдович, К.И. Щелкин, Е.И. Забабахин и другие. Зельдович свою лекцию по детонации начал прямо с “тройки Ландау-Станюковича”. Многократно ссылались на это и другие лекторы. Сам собой всплыл вопрос об имплозии и авторстве в решении этой задачи. На лекции Зельдовича было сказано, что решение было независимо получено Ландау, Станюковичем и Забабахиным. По этому поводу были горячие споры с ребятами-университетчиками. Верно было то, что в статье ДАН 1948 года был изложен только аналитический аппарат автомодельных решений. Про имплозию в ней не было ни слова.

Окончательную ясность в этот вопрос внесла вышедшая в 1955 году монография Кирилла Петровича “Неустановившиеся движения сплошной среды”, в которой впервые было указано: “Эта важная и новая задача была впервые поставлена и решена Л.Д. Ландау и автором в 1944 году”. В том же году вышла и первая отечественная монография по теории детонации Я.Б. Зельдовича и А.С. Компанейца [14].

В 1955–1957 годах, приезжая в командировки в Москву, я довольно часто встречался с Кириллом Петровичем. Он в это время уже ушел с нашей кафедры на кафедру математики (причины и обстоя-

тельства ухода заслуживают особого разговора), но продолжал интенсивно заниматься взрывными делами. Как раз в этот период времени шла напряженная работа над монографией “Физика взрыва”. Кирилл Петрович проявлял большой интерес к неустойчивости детонационных фронтов, в частности к вопросу о том, сохраняет ли детонационный фронт первоначальное искажение или быстро “забывает” о нем. В моем распоряжении было огромное количество литых зарядов разной формы, подлежащих уничтожению из-за мелкой некондиции, и на них я (не пропадать же добру даром) проводил эти исследования.

К весне 1957 года скопился достаточно интересный материал, и Кирилл Петрович предложил опубликовать закрытую статью в сборнике НИИ-6. Исследования были проведены на цилиндрических зарядах с одной и двумя точками инициирования, к имплозии и вообще к делам “объекта” не имели никакого отношения, но тем не менее, будучи приученным к жесткому режиму “конторы”, я сказал, что нужно разрешение от моего начальства, на что Кирилл Петрович уверенно ответил, что с этим проблем не будет: он договорится с Зельдовичем или Харитоном. К сожалению, оказалось, что проблемы есть. Мало того, что моим непосредственным начальством мне было наотрез отказано, но я еще и получил довольно серьезный разнос от него. При этом слабые попытки сослаться на Станюковича вызвали резкие реплики в его адрес. Он был уже не нужен. Успехи “конторы” были огромные, конструкции шли одна за другой, награды сыпались дождем. Кириллу Петровичу с его имплозией 1944 года на этом празднике места не находилось.

После переезда в Москву я работал с Кириллом Петровичем непрерывно. Заловить его для разговора было нелегко: он непрерывно перемещался – редакции, советы, оппонирование и т.д. Смешно сказать, но вырубал автомобиль “Москвич-401”, который я пригнал из Сарова – предмет по тем временам нерядовой. По утрам я заезжал на улицу Горького, к магазину “Пионер”. Кирилл Петрович торопливо выбегал и обычно говорил: “Сейчас заедем за Филиппом (Баумом), а потом за Борисом (Шехтером)”. Пока ехали или ждали кого-то, я времени не терял – гнал вопрос за вопросом и эксплуатировал шефа на всю катушку. Кирилл Петрович морщился, но – деваться некуда – объяснял и растолковывал. Часто говорилось: “Вот, кстати, Володя, подвезите Филиппа в редакцию”. В тесной кабине перебивали Зельдович, Баум, Шехтер, Покровский, Орлов, Цукерман. По этому поводу Кирилл Петрович не раз говорил, что надо бы прикрепить табличку “Мемориальный автомобиль русской газодинамики”. Немало я в этом автомобиле понаслушался разговоров и оценок, по тем временам небезопасных.

Конец 50-х годов вспоминается как пестрый калейдоскоп событий и встреч. Кирилл Петрович как человек творческий, яркий и нестандартный любил компании и застолья, большей частью в ресторанах. Он всегда был центром внимания и душой общества. Без него за

столом было скучно. На банкеты (большей частью по поводу зашит), где присутствовал Кирилл Петрович, народ валил валом. Особенно яркие представления (другого слова не подберу) возникали, когда за столом оказывался Борис Викторович Орлов, профессор и заведующий кафедрой М-6. Стоял безостановочный хохот, из других залов приходил народ посмотреть, что здесь такое творится. Обширные знакомства были у Кирилла Петровича и среди художественной интеллигенции.

Разумеется, на этом фоне жизнь семьи Станюковичей была довольно неспокойной. Незаурядные люди, как правило, не подарок для своих близких. Неумный, вспылчивый, несдержанный в оценках (не всегда справедливых) Кирилл Петрович составлял резкий контраст с Ядвигой Владиславовной – изящной, воспитанной, сдержанной, всегда безупречно одетой. Эта хрупкая женщина с достоинством несла нелегкий крест спутницы жизни стихийного явления природы, каким был Кирилл Петрович. Она могла бы взять своим девизом название романа Митчелла Уилсона об ученых, которым мы в то время зачитывались – “Live with lightning” (“Живи с молнией”).

Надо еще добавить, что Станюковича, как всякого известного ученого, основательно донимали конструкторы фотонных звездолетов, авторы Единых и Всеобщих Теорий Полей (все обязательно с больших букв), энтузиасты “постановки спутников Марса на законную орбиту” и т.п. Кирилл Петрович этой полоумной публики побаивался и зачастую перепоручал ее нам. Мы писали миролюбивые ответы: “...представляет известный интерес, но нуждается в экспериментальной проверке” или что-нибудь в этом роде. Сразу отвязаться удавалось не всегда.

В начале 60-х годов мы проводили большую программу экспериментов на полигоне НИИ-2 в Твери. У Кирилла Петровича в это время объявился подопечный физик, предложивший уникальный эксперимент, который должен был разом выяснить природу гравитационных и магнитных сил и их связь. Суть опыта состояла в том, что под углом 90° взрывом больших зарядов по 5 кг метались два массивных стальных диска, причем одна из осей полета располагалась строго по меридиану. Рядом с этой сборкой устанавливался в стальном цилиндре некий датчик, соединенный с осциллографом ОК-17, который, по видимому, должен был фиксировать местные возмущения гравитационного поля. Датчик представлял тайну автора. В момент взрыва, глядя в боковое отверстие тубуса, он каждый раз издавал ликующие возгласы: “Эйнштейн в ...!”, “Ребята, это нобелевка!”, “Отцы, считайте, что я академик, минимум членкор!” Как ни странно, у него был допуск. В конце концов мы под благовидным предлогом сплавил его в Москву, а Станюковичу я осторожно высказал мнение, что это – сумасшедший или шарлатан. Он довольно легко со мной согласился.

Надо, впрочем, сказать, что и сами мы занимались достаточно фантастическими делами. В это же лето Л.П. Орленко уговорил меня заняться не больше, не меньше как взрывной штамповкой алма-

зов. Провели целую серию опытов, но ни одной пригоршни алмазов так и не получили.

В 1959 году вышла, наконец, монография “Физика взрыва” [с. 88]. Это было великое событие! Пик эпохи одномерных аналитических решений, ее высшая точка, но это славная эпоха уже заканчивалась. Одними из последних аналитических задач этого класса были задачи об импульсе движущегося заряда взрывчатого вещества при ударе его о жесткую преграду (1961, 1963). Мне выпало счастье быть соавтором Кирилла Петровича. Начиналась новая эпоха – эпоха пространственных задач и численных методов. Кирилл Петрович не без внутреннего сопротивления воспринимал неотвратимое наступление компьютера, в то же время прекрасно понимая, что за ним будущее. Уход учеников в эту сферу переживался им нелегко. Это не мешало ему не без юмора говорить: “Компьютер имеет то преимущество перед мозгом, что им пользуются”.

Постепенно Кирилл Петрович смирился с поразительной мощностью новых методов. Во втором издании “Физики взрыва” 1975 года, вышедшем под его редакцией [с. 260], уже были широко представлены численные решения задач о расширении осесимметричных оболочек под действием продуктов детонации.

В конце 70-х годов Кирилл Петрович окончательно отошел от физики взрыва и ушел в мир высокой науки – релятивистской гидродинамики, космогонии, гравитации. Его уход совпал с самым разгаром нового восхождения науки, в которой он столько сделал и мог бы совершить еще очень многое. Возможно, причиной этого были жизненные обстоятельства, а может быть, зов научной юности (Кирилл Петрович по образованию астроном).

Мне видится другая причина. Кирилл Петрович по природе своей был пионер, первооткрыватель, путешественник в неведомое. Физика взрыва прошла яркий романтический период “бури и натиска” 40-х – 50-х годов, а затем, как и всякая наука, отяжелела, стала обрастать огромным экспериментальным материалом, численными методами, тысячами публикаций. Потребовались ученые другого плана: систематики, методисты, дотошные экспериментаторы.

Отход Кирилла Петровича от физики взрыва нами ощущался очень остро. Это проявилось буквально во всех конкретных разработках разделов этой науки. Ощутились трудности и в развитии близкого мне предмета – теории осколочных боеприпасов. Надо сказать, что именно Станюкович по существу был основателем советской осколочной школы. Им были выполнены первые теоретические работы по этому направлению. Их результаты изложены в двух обширных статьях “Некоторые основы теории осколочного действия боеприпасов” и “О повышении осколочного действия боеприпасов” (последняя совместно с Ф.А. Баумом), опубликованных в 1951 году в Трудах Артиллерийской академии им. Дзержинского, т. 13. Хотя ряд идей в этих статьях был представлен лишь в общих чертах, тем не ме-

нее именно они надолго предопределили все дальнейшее развитие научной дисциплины “Физика осколочного взрыва”. Позже Кирилл Петрович отошел от осколочности, но по отдельным насущным вопросам все-таки удавалось поддерживать с ним контакт.

Один из таких острых вопросов касался возможности моделирования процесса разрушения осколочных оболочек и определения осколочных свойств сталей на небольших испытательных образцах. Было неясно, существует ли масштабный эффект; если существует, то насколько велико его влияние и какова максимальная величина допустимого отношения линейных размеров природы и модели. В статьях 1951 года Станюковичем как, впрочем, и другими теоретиками того времени (в первую очередь Г.И. Покровским и О.Е. Власовым), масштабный эффект не учитывался.

Постановка этого вопроса была связана с тем, что в конце 70-х годов проходили большие исследования по разработке новых высокоосколочных сталей. С самого начала было ясно, что сопоставление результатов испытаний сталей, разрабатываемых многими организациями, возможно только при использовании единого испытательного образца (стандартного осколочного цилиндра), при строгом соблюдении методик испытаний и накоплении обширного статистического материала. Все проведенные до этого большие исследования оказались безуспешными именно из-за отсутствия единого методического подхода.

Проведенные расчеты на основе анализа размерностей показали, что масштабный эффект должен быть незначительным. Это же подтвердили разведочные серии экспериментов. Стандартный цилиндр временной инструкцией был введен в действие, и уже пошли массовые испытания, но какое-то сомнение все-таки оставалось. Весной 1980 года я обратился к Кириллу Петровичу с просьбой проверить мои выводы.

Это было в конце мая. Настроение было отличное. Только что состоялось награждение МВТУ орденом Октябрьской революции в связи со 150-летием. Такого набора орденов не имел ни один вуз. Ценной невероятных усилий на Новотульском заводе были проведены большие плавки опытных высокоосколочных сталей. Непрерывно шли испытания макетов. Подключился целый ряд академических институтов. Госстандарт поручил МВТУ разработать проект ГОСТ на стандартный осколочный макет. Казалось, все трудности позади.

Кирилл Петрович тоже был весел, оживлен (“Жизнь в основном прекрасна!”). С масштабным эффектом он разобрался быстро и нашел все выводы правильными. Что же касается стандартизации осколочного цилиндра, то эту идею он не поддержал. По его мнению, это была бюрократическая затея. Зная нелюбовь Кирилла Петровича ко всякого рода регламентациям, я особенно не огорчился. Вообще же он был приятно удивлен размахом исследований и сказал, что в следующее издание “Физики взрыва” надо обязательно включить главу по физике осколочных зарядов. Научная дискуссия заверши-

лась поздним вечером следующего дня в ресторане “Прага”, по тем временам еще доступном для тружеников высшей школы.

К сожалению, праздничное настроение продержалось недолго. Дальнейший путь отечественного осколочного цилиндра не был усыпан розами. Утверждение в Госстандарте проекта ГОСТ, разработанного МВТУ, неожиданно наткнулось на сопротивление Научно-исследовательского машиностроительного института и ряда сотрудников и руководства Центрального научно-исследовательского института химии и механики. Научных аргументов не приводилось. Не понравилась сама идея наведения жесткого методического порядка в исследованиях, да еще кем-то со стороны. Самое печальное было в том, что к противникам ГОСТ присоединился и профессор В.А. Кузнецов, известный ученый в области теории осколочных зарядов.

Немало пришлось вытерпеть и снести, пока ГОСТ не был утвержден. Утешение в том, что необходимость введения стандартного цилиндра в дальнейшем полностью подтвердилась. ГОСТ действует уже 20 лет. Русский стандартный осколочный цилиндр (Russian Standard Fragmenting Cylinder – RSFC, патент № 2025646 РФ) по своему научному и методическому уровню и объему предоставляемой информации значительно превзошел американский стандартный осколочный заряд NOL. Сбылось и желание Кирилла Петровича. Большая глава по осколочным зарядам, написанная в своей экспериментальной части целиком по результатам испытаний цилиндров RSFC, включена в 3-е издание “Физики взрыва”, вышедшее в 2002 году под редакцией Л.П. Орленко [с. 330]. Именно с помощью этого цилиндра найдена уникальная по своим характеристикам высокоосколочная сталь 80Г2С.

В 1982 году при подготовке празднования 600-летия русской артиллерии подводились итоги наиболее крупных достижений ученых факультета в области разработки вооружений. Для восстановления авторства имплозии момент был как нельзя более подходящий. В марте Кирилл Петрович оппонировал диссертацию моей аспирантки Аллы Колобановой. Во время импровизированного банкета, который проходил в подвальном помещении при взрывной камере, я заговорил с ним об этом. Помню, говорил горячо: ведь это задача столетия, возможно, наиболее крупное достижение во всем его творчестве, в конце концов, речь идет о приоритете советской науки, упомянул Ниддермейера, Улама... Видел, что порчу ему настроение, но что-то надо было делать. Он раздраженно ответил, что прекрасно все сам понимает; да, такое дано сделать раз в жизни. Сам вижу: действительно, пора прояснить этот вопрос, надо, мол, только собраться с духом, вопрос непростой и многих затронет. Надо подумать.

В 80-х годах стали открываться многие тайны прошедших лет. Постепенно рассекречивалась и история создания советского атомного оружия. Одна за другой стали выходить статьи и книги. И тут стало выясняться, что про Станюковича с его имплозией окончательно забыли.

В 1988 году Кирилл Петрович последний раз появился на кафедре. Он заметно сдал, сидел, не снимая пальто, усталый, поникший. Я осторожно заговорил о том, что пришло время восстановить приоритет имплозии, и очень бы помогло, если бы он написал краткие воспоминания о своих с Ландау прозрениях 1944 года. Он с горечью ответил: “Не надо, Володя. Женька (Е.И. Забабахин) умер... чего уж сейчас. Мы ведь с ним ровесники”. Помолчав, добавил: “В конце концов дело сделано, а кем – не так уж важно”.

Нет сомнений в том, что будущее все расставит по своим местам. На фоне все усиливающегося интереса к истории создания “машины Судного дня” непрерывно предпринимаются многочисленные попытки восстановления роли ученых разных стран. Одна из известных попыток такого ранжирования была предпринята В.А. Белоконом (“Рейтинг 100 выдающихся физиков-атомщиков XX века”, “Независимая газета”, Наука, сентябрь 1997). Известно, что ценность любых рейтингов весьма условна. Рейтинг Белоконы, на мой взгляд, не просто спорный, а в чем-то несерьезный. Но как говорили древние, “Nullus est liber tam malus, non aliqua parte prosit” (“Нет такой плохой книги, которая была бы совершенно бесполезной”), то можно исходить из того, что какая-то доля истины в рейтинге есть.

Все ученые-атомщики распределены по пяти уровням. К.П. Станюкович находится в группе 4-го уровня вместе с Э. Теллером, А. Комптоном, Ф. Содди, Б. Понтекорво, нашими Я.Б. Зельдовичем, Г.Н. Флеровым, К.И. Щелкиным, Л.В. Альтшулером, А.С. Компанейцем. Не так плохо, если учесть, что И.В. Курчатов, Ю.Б. Харитон и А.Д. Сахаров попали в третий уровень, а А. Эйнштейн, Н.Н. Семенов, Р. Пайерлс – в пятый. Особенно приятно за Эйнштейна: хоть и в последний класс, но все-таки удостоился, бедолага, попасть.

Рейтинги – рейтингами, но не пора ли и официальной науке, в первую очередь ученым Саровского и Челябинского ядерных центров, восстановить справедливость, которая как-то померкла в дымке годов и ведомственных соображений. Пока по поводу авторства теории имплозии сохраняется молчание. За последние годы вышли четыре капитальных монографии по истории атомной проблемы: “Создание первой советской ядерной бомбы” (1995), “Советский атомный проект” (1996), “Атомная отрасль России” (1998), “Атомный проект СССР” (2000). Ни в одной из них нет упоминания о Станюковиче и о тех звездных часах в Москве 1944 года, когда из-под пера полуголодного аспиранта родились формулы, навсегда разделившие эпохи.

В заключение отметим, что 28-го января 2004 г. в МГТУ им. Н.Э. Баумана состоялось Мемориальное заседание, посвященное 60-летию создания К.П. Станюковичем и Л.Д. Ландау теории имплозии. К этому событию была выпущена брошюра “К.П. Станюкович и принцип имплозии”.

## Проблема “тепловой смерти” Вселенной

Одной из важнейших физических проблем, которыми занимался Кирилл Петрович Станюкович, была проблема как называемой “тепловой смерти” Вселенной. Еще в 1850 году немецкий физик-теоретик Рудольф Клаузиус (1822–1888) сформулировал второе начало термодинамики, согласно которому теплота не может сама по себе перейти от более холодного тела к более горячему. Клаузиус ввел очень важное понятие **энтропии**. Так Клаузиус предложил называть часть тепловой энергии, которая теряет способность производить работу. Греческое слово entropia (энтропия) означает “обращенная внутрь”, “замкнутая в себе”, “неиспользованная”. В любой замкнутой системе энтропия либо остается постоянной, либо возрастает. Все виды энергии должны в такой системе постепенно “стечь” в “тепловой океан”, теплота должна равномерно распределиться между всеми телами, и теплообмен прекратится – наступит “тепловая смерть” системы. Но этот закон, справедливый для любой замкнутой системы, Клаузиус распространил на всю бесконечную Вселенную, провозгласив тезис о предстоящей в будущем “тепловой смерти” Вселенной.

Но еще в 1872 году австрийский физик Людвиг Больцман (1844–1906) показал статистический смысл второго начала термодинамики и нанес удар гипотезе о тепловой смерти Вселенной.

Профессор Кирилл Станюкович подошел к этой проблеме, опираясь на достижения современной науки, и в частности статистической физики. С точки зрения этой науки “тепловая смерть” это состояние полного равновесия. Оно отличается от всех других возможных состояний наибольшей вероятностью.

Но можно ли говорить о “наиболее вероятном состоянии” Вселенной? Этот вопрос и был подробно исследован Станюковичем. Чтобы изучить, хотя бы приблизительно, законы поведения бесконечной Вселенной, ученый решил обратиться к той части высшей математики, которая изучает бесконечные множества, – к теории множеств. Что же это такое?

“Их было великое множество” – говорим мы, когда хотим сказать о большом количестве тех или иных объектов. Некоторое количество каких-либо чисел, событий, тел, частиц или состояний образует, как говорят математики, множество. Но множество может быть

конечным или бесконечным. Например, множество молекул в комнате, хотя и очень велико, но конечно (в обычной жилой комнате содержится 23-х значное число молекул воздуха). В принципе, все эти молекулы можно пересчитать по порядку от первой до последней.

А вот множество чисел натурального ряда (1, 2, 3, 4, 5, ...) уже бесконечно, так как его можно продолжать сколь угодно далеко. Такое бесконечное множество можно считать, хотя мы никогда не считаем его до конца. Поэтому оно называется счетным. Но существуют и несчетные множества, например, множество точек на бесконечной прямой. Попробуйте сосчитать их! Какую точку считать после начальной? Вы даже не сможете начать счет. Вот почему такое множество называется несчетным.

Чтобы выяснить вопрос, куда идет Вселенная, надо представить себе ее строение, “построить” ее мысленно. Так и поступил профессор Станюкович [с. 34].

Для начала разобьем бесконечную Вселенную на счетное множество конечных областей. Очевидно, что в каждой такой области будет конечное число элементарных частиц материи.

Сделаем первый осторожный шаг вперед: будем считать, что элементарные частицы неисчерпаемы вглубь, то есть состоят из счетного множества других, более мелких частиц. Но это означает, что в конечной области пространства будет уже не конечное, а счетное множество частиц. Следовательно, во всем бесконечном пространстве множество частиц будет тоже счетным.

Рассмотрим теперь взаимодействия множества частиц между собой, приводящие к обмену энергией или к изменению массы частиц. В каждом конечном объеме пространства за конечный интервал времени произойдет счетное множество взаимодействий.

Сделаем теперь следующий шаг. Разобьем бесконечный интервал времени на счетное множество конечных интервалов, как мы это уже сделали с пространством. И опять оказывается, что множество реально происходящих взаимодействий между частицами во всей бесконечной Вселенной за бесконечный интервал времени будет счетным.

Но сколько может быть вообще возможных состояний в бесконечной Вселенной? Если Вселенная была бы наполнена частицами одного сорта, например, только молекулами, то множество всех состояний этих частиц, не повторяющих друг друга, было бы счетно. В этом случае за бесконечное время существования Вселенная могла бы прийти к равновесию – наступила бы “тепловая смерть”.

Но ведь число классов различных частиц во Вселенной бесконечно: “частицами” можно считать фотоны, электроны, атомы, молекулы, звезды, галактики и любые “автономные” образования. Бесконечное разнообразие таких частиц во Вселенной очевидно. А из этого следует самый важный вывод: множество всех возможных взаимодействий всех разнообразных “частиц” – несчетное.

Однако, мы знаем, что несчетное множество в бесконечное число раз больше счетного множества реально происходящих во Вселенной взаимодействий и не может быть им исчерпано даже за бесконечный интервал времени. Одна бесконечность победила другую. Значит, реальная Вселенная никогда не придет к тому состоянию равновесия, которое будет означать ее “тепловую смерть”.

Во Вселенной происходит непрерывное и ничем не ограниченное развитие материи не по замкнутому циклу, а как бы по огромной развертывающейся спирали. И то состояние Вселенной, которое мы сейчас наблюдаем, – это лишь маленький “завиток” этой громадной спирали, уходящей своими ветвями с одной стороны в бесконечность прошлого, с другой – в бесконечность будущего.

Таков, в общих чертах, был ход рассуждений Кирилла Петровича, приведший его к выводу о невозможности “тепловой смерти” Вселенной. Свои результаты он опубликовал в 1949 году в “Докладах АН СССР” [с. 34]. Спустя год в “Журнале экспериментальной и теоретической физики” появилась статья И.Р. Плоткина [46], в которой ход рассуждений Станюковича был подвергнут критике. Но, используя другую систему доказательств, Плоткин пришел в конце концов к тому же выводу: “тепловая смерть” Вселенной невозможна.

В июне 1957 года оба оппонента выступили на Шестом Всесоюзном совещании по космогонии [с. 89, 57]. Каждый отстаивал свою систему доказательств. Но конечный вывод обоих, а также выступивших в дискуссии Ф.А. Цицина и Д.А. Франк-Каменецкого, был единым: “тепловая смерть” Вселенной нереальна.

## “Гравитационное поле и элементарные частицы”

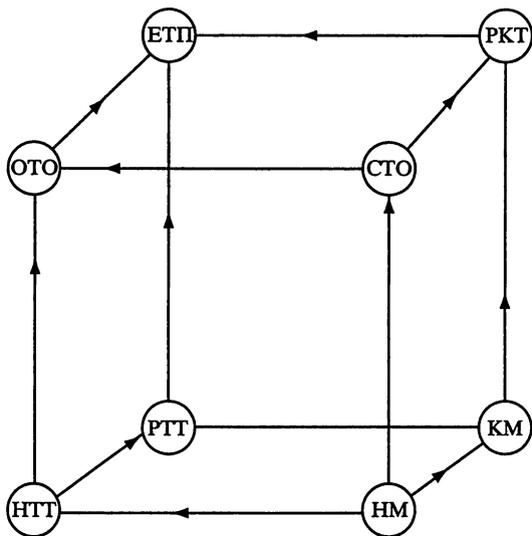
Так называлась монография, выпущенная К.П. Станюковичем в 1965 году [с. 146]. Но цикл исследований, завершившийся изданием этой монографии, Кирилл Петрович начал в 1958 году [с. 73].

Его увлекла проблема строения и эволюции Большой Вселенной. После работ по доказательству невозможности “тепловой смерти” Вселенной он решил заняться Большой Вселенной вплотную. Но составными частями этой проблемы были теория гравитации, физика элементарных частиц и космология – раздел астрономии, изучающий свойства Вселенной в целом. Наиболее обобщенное рассмотрение этих проблем давала общая теория относительности (ОТО), развитая в основном в 1916 году великим немецким физиком Альбертом Эйнштейном.

Однако, в начале XX века возникла другая физическая наука – квантовая механика (КМ), начало которой было положено Максом Планком. Квантовая механика изучала свойства элементарных частиц и их взаимодействия. Основной (фундаментальной) постоянной в ней была постоянная Планка  $\hbar$ . В 1928 году английский физик Пол Дирак [61] объединил основные положения специальной теории относительности (СТО) и квантовой механики, положив начало релятивистской квантовой механике (РКМ). Эволюцию этих направлений в новой физике достаточно наглядно представил российский космолог Абрам Леонидович Зельманов, работы которого весьма ценил Кирилл Петрович [21].

Исходным пунктом (см. рисунок) была Ньютонова механика (НМ). С ней тесно связана Ньютонова теория тяготения (НТТ). Спустя 218 лет после работ Ньютона Эйнштейн разработал СТО. Если в НТТ фундаментальной постоянной была гравитационная постоянная  $G$ , то в СТО таковой является скорость света  $c$ . В РКМ мы имеем уже две фундаментальные постоянные:  $\hbar$  и  $c$ . Развитием СТО явилась ОТО, где тоже фигурируют две фундаментальные постоянные:  $c$  и  $G$ .

Следующий шаг состоял в построении квантовой теории тяготения (КТТ), включавшей опять же две фундаментальные постоянные ( $\hbar$  и  $G$ ). Все описанные переходы имеют весьма простой физический смысл. Именно, переход от НМ к НТТ соответствует учету силы всемирного тяготения. Переход от НМ к СТО осуществляется в резуль-



“Куб Зельманова”. Соотношение различных физических наук

тате перехода к скоростям, сравнимым со скоростью света. Переход от НМ к КМ – это переход к масштабам атомов и молекул. Учет субсветовых скоростей превращает КМ в РКМ. Учет силы тяготения позволяет от СТО перейти к ОТО. Наконец, введение квантовых эффектов превращает НТТ в КТТ.

Зельманов весьма наглядно изобразил все эти виды физических теорий как точки на вершинах куба. Оставалось достигнуть последней точки, объединив ОТО и КТТ. Теорию, которая должна была при этом быть построена, Эйнштейн назвал Единой теорией поля (ЕТП). Последние 40 лет своей жизни он потратил на попытки создания такой теории, которая включала бы уже **три** фундаментальные постоянные:  $c$ ,  $\hbar$  и  $G$ . Но построить эту теорию ему не удалось.

Пробовали свои силы в построении Единой теории поля и другие физики: Герман Вейль [67], Пол Дирак [61], Теодор Калуца. Но ни одна из предложенных теорий не была свободна от недостатков и принята другими учеными.

Решил попробовать свои силы разрешить эту проблему и Кирилл Петрович. В предисловии к своей монографии [с. 146] он писал: “Обычно в нашей литературе избегают критического разбора положений общей теории относительности и тем более каких-либо ее обобщений или иных неэйнштейновских трактовок гравитации. В данной работе автор поступил как раз наоборот и рассмотрел различные аспекты природы гравитационного поля и гравитационного излучения”. Если в начале второй части книги, – пишет далее Кирилл Петрович, – “дается строгий вариационный формализм и выво-

дятся достаточно точные соотношения, то затем вводятся гипотетические и менее строгие рассуждения о связи между строением частиц и гравитацией. Это необходимо на данной стадии развития наших взглядов на материю. Без гипотез, при развитии одного только формализма, мы не сможем продвинуться дальше в нашем познании материи во Вселенной”.

Таков был подход Кирилла Петровича к решению этой трудной проблемы. Что касается формализма, то тут он был на высоте. Основой формализма ОТО является тензорный анализ, а им Кирилл Петрович владел в совершенстве.

Поясним, что такое тензоры. Все физические величины могут выражаться различным набором чисел. Так называемые **скаляры** выражаются одним числом. Примерами таких величин являются масса, плотность, теплоемкость. Но есть величины, задаваемые тремя числами. Таковы скорость, ускорение. Эти величины называются **векторами**. Но существуют еще более сложные величины, выражаемые большим набором чисел. Таково, например, напряжение в твердом теле. Их-то и называют **тензорами**. В теории гравитации, в метрике Вселенной тензоры встречаются на каждом шагу и надо уметь с ними оперировать.

Далее приходится рассматривать не только пространство (положение частицы в пространстве определяется тремя координатами), но и время. Уже давно стали рассматривать время как четвертую координату частицы и ввели 4-векторы пространства-времени.

Одним из важнейших выводов ОТО было заключение о распространении тяготения не мгновенно, а со скоростью, равной  $c$  (скорости света). Далее было введено понятие о гравитационных волнах, подобных волнам электромагнитного излучения. Отсюда был один шаг до понятия о квантах гравитации – гравитонах. Первым это понятие ввел еще в 1936 году молодой талантливый физик и астрофизик Матвей Петрович Бронштейн [4], незаконно репрессированный и расстрелянный в 1938 году в возрасте 32 лет! Так карательная машина советской власти расправлялась с цветом нашей науки. Кирилл Петрович очень ценил заслуги Бронштейна.

Вот что рассказывает об этой стороне деятельности К.П. Станюковича его ученик и многолетний ближайший сотрудник, доктор физико-математических наук, профессор Виталий Николаевич Мельников: “К.П. Станюкович заинтересовался проблемами гравитации и космологии, уже будучи всемирно известным ученым в области механики сплошных сред, теории взрыва, магнитной гидродинамики. Основной его интерес с самого начала и до последних дней жизни лежал не в области классической теории гравитации Эйнштейна, а в ее возможных обобщениях. Ведущей идеей его было – нащупать связи теории гравитации с физикой элементарных частиц, или, как сейчас принято говорить, поиски объединенной теории микро- и макромира. Станюкович был одним из первых российских

ученых, которые пришли в теорию гравитации, космологию и астрофизику из других областей физики в начале 60-х годов. Позднее это стало почти массовым явлением, ибо, начиная с этого времени, надежды многих физиков – теоретиков и экспериментаторов – стали связываться с очередным мощным прорывом в физике, сначала на пути объединения явлений микро- и макромира, а затем – фундаментальных физических взаимодействий: сильного, слабого, электромагнитного и гравитационного. До этого в течение многих десятилетий основной задачей было создание теории и изучение отдельных физических взаимодействий”.

Основные усилия в исследованиях К.П. Станюковича были направлены на развитие идей Дирака о возможной вариации со временем гравитационной постоянной Ньютона (и соответственно, Эйнштейна), обобщение этих идей и их распространение на возможные варианты других фундаментальных констант, а также создание теорий гравитации, более общих, чем теория Эйнштейна, и допускающих вариации констант.

К.П. Станюкович впервые выдвинул гипотезу об одновременных вариациях нескольких фундаментальных констант, которая занимает свое место среди нескольких наиболее известных гипотез, таких, как гипотезы П. Дирака, Г. Гамова, Э. Теллера и Л. Ландау, Бранса-Дикке и др. Позднее идеи об одновременных вариациях фундаментальных физических констант (ФФК) стали популярны в связи с теориями объединения взаимодействий.

Следует отметить тончайшую интуицию Кирилла Петровича и его умение находить и пытаться решать проблемы, которые будут актуальными спустя десятилетия. Он сам неоднократно говорил своим ученикам и коллегам, что “мы работаем, как минимум, на 20 лет вперед”. И так случилось с проблемой возможных вариаций во времени и пространстве ФФК. Создавались и создаются теории гравитации с вариациями гравитационной постоянной (скалярно-тензорные, где вводится фундаментальное скалярное поле дополнительно к гравитационному), теории гравитации с большими чем четыре дополнительными измерениями, ведутся экспериментальные работы и обработка наблюдательных данных по измерению эффектов этих теорий и их предсказаний по вариациям ФФК. Уже появились первые результаты о возможном изменении со временем постоянной тонкой структуры и отношения масс элементарных частиц по наблюдению излучения от весьма далеких астрофизических объектов. Разработаны теории с переменной скоростью света, не противоречащие до сих пор данным наблюдений.

Само заявление о возможных вариациях ФФК звучит парадоксально. Константы потому и были названы константами (постоянными), что они входят в известные физические законы и теории и должны быть постоянны независимо от места и времени проверки или применения основных физических законов и теорий. Но дело в

том, что законы физики были открыты в последние 2–3 века на основе опытов и наблюдений на Земле и в Солнечной системе. По сравнению с временем жизни и размером Вселенной это – ничтожные интервалы времени и расстояний. Поэтому в принципе возможны медленные (космологические) изменения со временем и в пространстве фундаментальных констант. Их неизменность, так же как и возможность медленного изменения, должны все время проверяться экспериментально.

Кроме введения понятия о гравитонах и весьма глубокого его рассмотрения и использования, в книге Станюковича изучается именно проблема изменяемости фундаментальных констант (ФК), впервые поставленная в 1937 году Полем Дираком [62, 63]. Главную роль здесь играет обобщенная постоянная гравитации  $\kappa = 8\pi G/c^4$ . Подвержена ли она изменениям во времени, а если да, то по какому закону? Дирак предполагал, что  $\kappa$  изменяется обратно пропорционально времени и радиусу Метагалактики (которая, как известно, расширяется). Его модель исследовал Роберт Дикке. Оказалось, что при этом должна меняться светимость звезд, в том числе и нашего Солнца: в прошлом она должна была быть значительно больше, а следовательно, температура на Земле была выше и достигала 100 °С. Но данные геологии не подтверждали этого. Значит, заключил Станюкович, модель Дирака-Дикке неверна. И он пришел к противоположному выводу:  $\kappa$  изменяется прямо пропорционально времени, она растет с расширением Метагалактики, хотя и очень медленно. При такой модели светимость звезд (а значит и Солнца) почти не меняется.

Станюкович показал в своей книге, что притяжение материальных тел друг к другу можно объяснить тем, что они испускают гравитоны. Он ввел некоторые изменения в уравнения ОТО Эйнштейна, показав, что при этом соблюдаются законы сохранения и некоторые другие важные принципы.

В США, за год до появления книги Станюковича, вышла коллективная монография “Гравитация и относительность” под редакцией Цзю Хонье и Уильяма Гофмана [12]. В ней приняли участие такие выдающиеся физики, как Джон Уилер, Роберт Дикке, Джозеф Вебер, Дж. Андерсон. На работы некоторых из них Кирилл Петрович ссылался в своих статьях и в книге. В 1965 году вышел ее русский перевод под редакцией профессора А.З. Петрова, тоже крупного специалиста по теории гравитации.

Как же оценили монографию К.П. Станюковича другие советские физики? Первым по времени был отзыв на ее рукопись известного физика, доктора физико-математических наук, профессора Я.А. Смородинского. Мы приведем его здесь дословно не только ради оценки им монографии Станюковича, но и для сравнения этого отзыва с рецензией академика Я.Б. Зельдовича и того же Я.А. Смородинского на уже вышедшую книгу, опубликованной двумя годами позже. Отзыв датирован 12 февраля 1964 года.

“Рукопись К.П. Станюковича содержит обзор работ по теории гравитации, в значительной степени принадлежащих автору и опубликованных в физических журналах.

Рукопись состоит из двух частей. В первой из них рассматриваются вариационные методы вывода уравнений и их решения. Эти методы разработаны автором и, естественно, могут быть им опубликованы в форме монографии.

Вторая часть содержит материал, имеющий дискуссионный характер. В ней излагаются взгляды автора на роль гравитации в микро- и макромире и о возможном следствии временного изменения постоянной тяготения. В этой части необходимо внести некоторые поправки, указанные автору лично. Эти поправки должны сделать более ясными идеи автора и выделить различные оценки от не всегда необходимых вычислений, которые по самой своей сути не могут дать более точного ответа. Эта часть работы должна быть исправлена так, чтобы менее строгие и второстепенные результаты были отделены от более точных.

В рукописи К.П. Станюковича отражены оригинальные и интересные работы автора, и после соответствующих указанных незначительных исправлений она может быть опубликована”.

Итак, отзыв вполне положительный. Что же произошло два года спустя?

В январском номере за 1966 год журнала “Успехи физических наук” появилась рецензия на нее, написанная академиком Я.Б. Зельдовичем и профессором Я.А. Смородинским [19]. В начале рецензии эти авторы пишут: “Вопрос о связи между теорией элементарных частиц и теорией тяготения ставился на протяжении последних 50 лет много раз; им занимались крупнейшие физики, среди которых достаточно назвать имена Эйнштейна, Дирака, Ландау. Эти исследования не привели к успеху, и поэтому новые идеи и гипотезы в этой области можно только приветствовать”. Но, начав “за здравие”, рецензенты кончают “за упокой”. К сожалению, приходится констатировать, что те новые идеи, которые развиваются в рецензируемой книге, резко противоречат твердо установленным квантовым свойствам вещества. Поэтому нет сомнения, что эти идеи не соответствуют действительности”. И дальше они переходят к разбору книги по частям.

Рецензенты делят книгу Станюковича на три части (хотя в самой книге только две). В первой части, по их рубрикации, дано изложение аппарата и результатов ОТО. По ней сделаны лишь частные замечания, в основном рекомендательного характера: мол, следовало бы здесь рассмотреть такой-то эффект, осветить такую-то работу.

Вторая часть посвящена космологической проблеме. “Модель Вселенной А.А. Фридмана интерпретируется здесь как расширение некоторого газа на внешнее “пустое” пространство. Хотя такое предположение не обязательно приводит к более наглядной (или к более правильной) картине, тем не менее такая точка зрения воз-

можно и ее рассмотрение может оказаться полезным”. Итак, пока все идет хорошо. “Однако, в конце этой части (§ 19) неожиданно оказывается, что модель Фридмана не удовлетворяет требованиям, которые налагает автор (распространение границы модели – ее первой характеристики – со скоростью света). Отсюда делается вывод, что все существующие решения уравнений тяготения физически неудовлетворительны и что необходимо усовершенствовать саму теорию тяготения. Ключ к улучшению автор видит в гипотезе Дирака о переменности постоянной тяготения. Теория переменности константы тяготения,  $\kappa$  как известно, сталкивается с рядом трудностей и не согласуется с наблюдениями”.

Здесь рецензенты забывают, что у Станюковича фигурирует иная форма зависимости  $\kappa$  от времени, чем у Дирака.

В третьей части книги (у него это вторая часть) автор обращается к элементарным частицам. “Рассматривая атом, автор сравнивает вероятность излучения гравитонов и фотонов при переходе из одного возбужденного состояния в другое и справедливо приходит к выводу, что испускание фотонов вероятнее в  $10^{50}$  раз. Затем следует необъяснимый логический скачок: автор вычисляет испускание гравитонов атомом в основном состоянии! Налицо грубое противоречие с квантовой механикой: в основном состоянии энергия атома минимальна”. Так вот где таилась погибель концепции Станюковича! Впрочем, не будем спешить с выводами.

Разумеется, Кирилл Петрович ответил на эту рецензию. Его ответ, озаглавленный “О возможном излучении элементарных частиц”, был опубликован в августовском номере (за 1966 год) того же журнала [с. 175]. По объему он почти вдвое превышает рецензию.

В самом начале своего письма Кирилл Петрович упрекает рецензентов за их приверженность к “незыблемо установленным” законам физики. «Сколько “незыблемых” истин было ниспровергнуто за последние 50–60 лет и сколько представлений, “резко противоречивших” ранее общепринятым законам, сейчас признано всеми!» В этом Кирилл Петрович был несомненно прав.

Но далее идет ответ на главное обвинение. “Мне приписывается утверждение, что элементарные частицы излучают в основном состоянии, этот пункт подвергается наибольшей критике в рецензии”. Но все дело в том, что такого утверждения Станюкович не делал. Рецензенты, указывает Кирилл Петрович, не очень внимательно прочли соответствующие разделы книги. А там сказано, что “излучение может появиться лишь благодаря взаимодействию частиц с неоднородным, переменным гравитационным полем, в котором они не могут покоиться и всегда будут, хотя и слабо, но возбуждены”. И далее Станюкович приводит математический анализ этого механизма, показывая, что “любая частица, находящаяся в гравитационном поле, не будет иметь основного стационарного состояния: можно говорить лишь о состоянии с минимальной энергией, величина которой умень-

шается во времени”. В заключение своего ответа Кирилл Петрович писал: “Данная теория не только не противоречит ОТО, а, напротив, согласует позиции ОТО с квантовыми представлениями”. И далее: “Мне кажется, что некоторые положения, развиваемые впервые в монографии, могут принести определенную пользу при исследовании основных свойств материи”. И в этом он оказался прав.

Зельдович и Смородинский ответили на письмо Станюковича [20]. Их ответ был опубликован там же. Он занимает одну страницу. Его суть выражается последней фразой: “В целом соображения, приведенные в письме К.П. Станюковича, не изменили наши взгляды и оценку его книги – как в целом, так и особенно третьей части, – выраженные в рецензии”. Итак, каждая сторона осталась при своем мнении.

Как же реагировали на эту полемику другие ученые? Вот перед нами большой, содержательный, обзор “Космологии” в сборнике “Астрономия в СССР за 50 лет (1917–1967)” А.Л. Зельманова [21]. Эта дискуссия там освещается с объективистских позиций: дескать, Станюкович утверждает одно, а Зельдович и Смородинский другое. И оценка обеих позиций не дана.

Одним из друзей Кирилла Петровича был известный физик, профессор Александр Соломонович Компанец (1914–1974). Он был завзятый остро слов, любил писать эпиграммы на своих друзей-ученых. Не упустил он случая и в истории с книгой “Гравитационное поле”. Приводим здесь написанную им по этому случаю эпиграмму.

Грядущий Гейзенберг\* в пятнадцать лет в Тамбове  
В недобрый час прочел творенье Станюка.  
И сила гения развеялась на слове,  
Стал Иваненкою\*\* и тронулся слегка.  
Видением таким бессонной ночью мучась,  
Два ярых Якова\*\*\*, язвительны и злы,  
Решили отвратить провинциалов участь,  
Когда из мудрецов рождаются ослы.  
И в муках вылилась рецензия на книгу,  
Где гравитацию насиловал Станюк,  
По безобидности напоминая фигу,  
Сокрытую от глаз на дне кармана брюк.  
И с облегчением дыша высокой грудью,  
Заздравный осушил Станюк за них фиал.  
И толпы гениев растаяли в безлюдье,  
Тамбовский Гейзенберг самим собой не стал.

---

\* Гейзенберг Вернер Карл (1901–1976), выдающийся немецкий физик, один из создателей квантовой механики, автор многих открытий в области теоретической физики.

\*\* Иваненко Дмитрий Дмитриевич (1904–1994), российский физик, автор многих важных исследований в области теоретической физики. Однако не все его идеи получили признание.

\*\*\* Имеются в виду Яков Борисович Зельдович (1914–1987) и Яков Абрамович Смородинский (1917–1992).

Идея этой эпиграммы состояла в том, что рецензия Я.Б. Зельдовича и Я.А. Смородинского на книгу “Гравитационное поле и элементарные частицы” была слишком либеральна. Но Кирилл Петрович смотрел на это по-другому. Он, сам не раз писавший эпиграммы на своих коллег, на этот раз не только не “осушил... фиал” за авторов рецензии, но в раздражении воскликнул в адрес Компанейца: “Раньше за такие пасквили на дуэль вызывали!” Тогда автор этих строк (В.А. Бронштэн) решил написать новую эпиграмму, описывающую дуэль между Станюковичем и Компанейцем, но не на шпагах, а ... на лазерах. К сожалению, она не была закончена. Приведем лишь то, что было написано.

Лучи скрестились. В изумленьи  
“Смотрите! – Райзер\* закричал. –  
Ведь это новое явление,  
Его никто не наблюдал!”  
И знания собрав свои,  
Он тут же выдал три статьи.  
Кирилл с презреньем бросил лазер.  
“Не для того его я взял,  
Чтобы на мне какой-то Райзер  
Научный нажил капитал!”  
Уж на спасенье не надеясь,  
Стоит, бледнея, Компанеец,  
И лазер выпустив из рук,  
Стоит, как зверь, над ним Станюк.

Но на этом дуэль не заканчивается. Она продолжается на новом виде оружия – гравитонных пистолетах.

Вы мне хотели сделать травму,  
Когда писали эпиграмму,  
Но Вы припомните об этом  
Под гравитонным пистолетом!

Дальше ничего написано не было. По замыслу, дуэль должна была закончиться победой Станюковича. Эта эпиграмма не была показана ни Станюковичу, ни Компанейцу, ни даже Райзеру, который был, якобы, свидетелем на дуэли.

В капитальной монографии Я.Б. Зельдовича и И.Д. Новикова “Теория тяготения и эволюция звезд” (1971) [16] мы встретим пару ссылок на книгу К.П. Станюковича, но они носят чисто информационный характер (мол, такой-то вопрос обсуждается также в книге Станюковича), а в одном случае рядом со ссылкой на эту книгу стоит ссылка на рецензию Зельдовича и Смородинского; дескать, читая книгу Станюковича, будьте осторожны.

Совсем иное положение занимает эта монография в следующей группе работ. Мы имеем в виду серию статей, опубликованных в

---

\* Райзер Юрий Петрович (р. 1927), известный российский физик, автор монографии “Лазерная искра и распространение зарядов”.

1966–1986 гг. в сборниках “Проблемы теории гравитации и элементарных частиц”, издававшихся Атомиздатом. Но о них – несколько позже. А сейчас надо сказать о книге К.П. Станюковича, написанной совместно с С.М. Колесниковым и В.М. Московкиным и изданной в 1968 году под названием “Проблемы теории пространства, времени и материи” [с. 185]. По замыслу, это научно-популярная книга, но в ней мы увидим обширный математический аппарат: дифференциалы, вариации, детерминанты. В ней нет, правда, списка литературы (в необходимых случаях источники указываются в скобках). Зато последовательно и понятно изложена история новейшей физики, причем вводятся такие понятия, как принцип Маха, геометрия Римана, гравитационные волны. Здесь же изложено понятие о **планксонах** – ультраплотных устойчивых образованиях, размеры которых совпадают с их радиусом кривизны и гравитационным радиусом. Понятие о таких частицах Кирилл Петрович ввел в 1966 году и опубликовал в первом выпуске сборника “Проблемы теории гравитации и элементарных частиц” [с. 166]. Одновременно такое же понятие ввел М.А. Марков и назвал их **максимонами**. Существование подобных частиц признали и Я.Б. Зельдович с И.Д. Новиковым [15–17].

Интересно, как оценивал Кирилл Петрович роль своих двух молодых соавторов по этой книге – младшего научного сотрудника С.М. Колесникова и аспиранта В.М. Московкина. В предисловии он писал о них: «Книга, написанная в содружестве с двумя молодыми учеными, внесшими в изложение определенный задор и полемичность, и содержащая изложение не только “канонизированных” положений науки, но и затрагивающих ее поисковый передний край, вряд ли может быть спокойной и респектабельной».

За двадцать лет (1966–1986) было издано 17 выпусков сборников “Проблемы теории гравитации и элементарных частиц” и в них было опубликовано около 400 статей учеников и сотрудников К.П. Станюковича, продолжавших и развивавших его идеи. Почти каждая из этих статей начиналась со ссылки на его монографию. Среди авторов этих статей К.А. Бронников, А.А. Гриб, В.В. Гоняев, Н.А. Зайцев, В.Г. Лапчинский, В.Н. Мельников, В.М. Мостепаненко, В.М. Московкин, А.Г. Радынов, С.Г. Мамаев, Г.Н. Шикин. Принимали участие в них и ученые старшего поколения: Д.Д. Иваненко, Я.П. Терлецкий, М.Е. Герценштейн, Ю.С. Владимиров. Из рядов молодежи вышли 25 докторов и 50 кандидатов наук. Так что Я.Б. Зельдович и Я.А. Смородинский ошиблись в оценке значения этой книги.

Цикл работ школы Станюковича как бы завершает новая монография К.П. Станюковича и В.Н. Мельникова “Гидродинамика, поля и константы в теории гравитации”, вышедшая в 1983 году объемом 256 страниц [с. 308].

В этой книге и в статье, опубликованной В.Н. Мельниковым [39] тремя годами позже в сборнике, посвященном 70-летию К.П. Станю-

ковича, подводятся итоги исследований школы Станюковича за двадцать с лишним лет.

Характерной чертой развития теоретической физики за последние десятилетия является стремление объединить теорию гравитации и представления космологии. Самым интересным вопросом здесь несомненно является построение сценария ранних этапов эволюции Вселенной с позиций признаваемого всеми Большого Взрыва. Перед учеными стояли такие вопросы: каким образом возникла Вселенная в том виде, как мы ее наблюдаем; как образовалась материя; почему мы наблюдаем только вещество, а антивещество отсутствует; почему в настоящую эпоху фотонов в  $10^{10}$  раз больше, чем барионов (тяжелых частиц: протонов, нейтронов); чем объяснить удивительную изотропию и крупномасштабную однородность наблюдаемой Вселенной на больших масштабах; как образовались локальные неоднородности типа звезд, галактик, скоплений галактик и т.п. Появилось множество сценариев эволюции Вселенной, в которых предлагается решение этих вопросов.

Возможно, первым таким сценарием, отмечает В.Н. Мельников, была модель гравитационного вакуума, предложенная К.П. Станюковичем в 1972 году. В основе этой модели лежит представление о сверхтяжелых объектах, названных планкеонами. Почему сверхтяжелых? Согласно их выражениям через основные константы:  $c$ ,  $\hbar$ ,  $G$ , их характерный размер равен  $10^{-33}$  см, масса  $10^{-5}$  г, а значит, плотность равна  $10^{93}$  г/см<sup>3</sup>. В модели гравитационного вакуума предполагается, что пространство заполнено средой, состоящей из виртуальных (появляющихся и исчезающих) планкеонов. Их геометрический образ – замкнутые статистические микровселенные Эйнштейна, полная масса и заряд которых для внешнего наблюдателя равны нулю. В невозмущенном состоянии гравитационный вакуум планкеонов ненаблюдаем.

И в книге Станюковича и Мельникова, и в статье Мельникова авторы не пренебрегают ссылками, а то и описанием сценариев эволюции Вселенной, разработанных зарубежными коллегами или российскими учеными других школ. Но предпочтение отдается, разумеется, собственному сценарию (своя рубашка ближе к телу).

В этом сценарии в результате флуктуаций возникают первые реальные планкеоны, их энергия выводится наружу и по первоначально плоскому пространству проходит волна возбуждения. Выделенная планкеонами энергия идет на образование элементарных частиц. Так в течение всей эволюции рождается материя, причем расширение Вселенной идет по линейному закону.

В 1978–1979 гг. начали появляться математически более разработанные сценарии, основанные на учете квантовогравитационных эффектов. Один из них был предложен В.Н. Мельниковым [38]. В его основе также лежит вакуумная модель, но используются эффекты нарушения симметрии с учетом гравитационного поля. Суть

этих эффектов состоит в том, что вакуум для взаимодействующих полей перестраивается и уже не обладает симметрией первоначальной теории. Это свойство позволяет объяснить происхождение масс и некоторые другие свойства стандартной квантовой теории.

Второй этап сценария включает нарушение симметрии в гравитационном поле в открытой космологической модели. Учет квантового вакуумного эффекта в однородной изотропной космологической модели меняет решение Фридмана на малых временах и дает решение одной из принципиальных проблем космологии – проблемы сингулярного (особого) состояния. Аналогичный вывод о предпочтительности начала эволюции из чисто вакуумной модели был сделан в 1982 году В.М. Мостепаненко [43].

Третий этап сценария Мельникова включает в себя процесс рождения частиц в нестационарном гравитационном поле расширяющейся Вселенной и объяснение наблюдаемого в настоящее время вещества действием этого эффекта. Характер выделения определенной доли энергии из планкеев было рассмотрено К.П. Станюковичем с сотрудниками в ряде работ 1979–1980 гг. [с. 286, 290, 292, 293].

И хотя ряд интересных работ был выполнен в те же годы за рубежом, К.П. Станюкович и его сотрудники шли в авангарде развития космологии, попыток объяснения нашего мира в целом и его структурных образований. На этом пути оставалось еще много нерешенных проблем, но все более очевидным становился тот факт, что загадки Вселенной будут успешно решены.

Семнадцатый выпуск “Проблем теории гравитации...” был последним. Дальше Атомиздат печатать эти сборники отказался без санкции ЦК КПСС, а добыть такую санкцию, даже при Горбачеве, было практически невозможно. В течение восьми лет (1987–1994) физики школы Станюковича публиковали свои работы в различных научных журналах и сборниках, в том числе зарубежных, пока наконец в 1995 году не удалось наладить издание журнала “Гравитация и космология” (Gravitation and Cosmology) на английском языке. Его организатором выступало Российское гравитационное общество, образованное в 1988 году. Главным редактором журнала со времени его основания является профессор В.Н. Мельников, заместителями Ю.С. Владимиров и А.А. Старобинский, научным редактором К.А. Бронников. В состав редколлегии входят не только представители школы Станюковича (например, Г.Н. Шикин), но и школы Ландау (И.М. Халатников) и школы Зельдовича (И.Д. Новиков). Есть в ее составе и ученые из Польши, США, Норвегии, Германии, Бразилии, Дании, Италии. Таким образом, этот журнал стал международным. Номер 3(7) за 1996 год был посвящен памяти Кирилла Петровича Станюковича. Так что семена, им посеянные, дали богатые всходы.

## Работа в системе Госстандарта СССР

Весьма большой период времени Кирилл Петрович проработал в научных институтах Госстандарта СССР. В системе Госстандарта СССР были образованы специальные научные институты, потенциал которых был приблизительно равен  $\frac{1}{3}$  потенциала Академии наук СССР. 1 апреля 1967 года Кирилл Петрович был назначен заместителем директора и начальником лаборатории Всесоюзного научно-исследовательского института оптико-физических измерений (ВНИИОФИ). 18 ноября 1969 года он был освобожден от обязанностей заместителя директора и назначен научным руководителем сектора гравитации, оставаясь на должности начальника лаборатории. 1 августа 1970 года он был переведен в Научно-исследовательский институт физико-технических и радиофизических измерений (ВНИИФТРИ) на должность начальника отдела гравитации. Там он проработал до 1 марта 1974 года, когда приказом по Госстандарту был переведен в Научно-исследовательский институт метрологической службы (ВНИИМС). Во ВНИИМС он проработал до 1 апреля 1976 года, когда снова был переведен во ВНИИФТРИ начальником отдела методов механики сплошных сред и теории поля. 30 июня 1982 года произошел новый перевод – на этот раз во Всесоюзный научно-исследовательский центр по изучению свойств поверхности и вакуума (ВНИИЦПВ), опять же на должность начальника отдела (здесь отделы нумеровались). Этот центр был последним местом работы Кирилла Петровича. Все эти переводы из одного института в другой в системе Госстандарта СССР диктовались исключительно внутренними причинами и не имели прямого отношения к деятельности К.П. Станюковича.

За все эти годы Кириллу Петровичу удалось создать одну из самых больших в России групп физиков-теоретиков и, бесспорно, самый большой коллектив по гравитации в стране. В ней работали такие известные в стране и за рубежом гравитационисты, как В.А. Белинский, М.Б. Менский, Г.А. Вилковский, В.Н. Мельников, К.А. Бронников, В.Д. Иваншук и другие.

В это же время Кирилл Петрович продолжал работы по газовой динамике. Интерес к имплозии сохранялся. Так, в 1973 г. Станюкович поддержал идею О.Б. Хаврошкина о микроимплозии при схлопывании кавитационной полости в тяжелой воде и возможности импульсного запуска термоядерной реакции.

## Научные конференции (астрономия)

Одним из методов общения ученых друг с другом являются научные конференции (съезды, симпозиумы, коллоквиумы), на которых их участники могут не только выступать с докладами на интересующие их темы, но и обсуждать их, проводить дискуссии, выявлять наиболее важные темы для обсуждения, перспективы будущих исследований.

Первые подобные форумы, в которых довелось участвовать юному Кириллу Станюковичу, были коллоквиумы метеорного отдела МОВАГО. Первый такой коллоквиум состоялся 9 февраля 1933 года. Его материалы были опубликованы в “Бюллетене КН ВАГО” № 23, 1933 г. [41]. Кирилл (которому тогда не исполнилось еще и 17 лет) сделал на этом коллоквиуме три сообщения: “Статистическое определение высот и скоростей метеоров”, “Относительный способ нахождения высот и скоростей метеоров” и “Об орбите потока Лирид”.

Через год состоялся второй коллоквиум метеорного отдела [42], на котором Кирилл сделал два сообщения: “К вопросу о происхождении метеорных потоков и болидов” и “Новые формулы для определения высот метеоров”.

До войны был проведен еще один коллоквиум, но его материалы не были опубликованы.

Четвертый коллоквиум метеорного отдела состоялся уже 9 ноября 1946 года [28]. К.П. Станюкович выступил там с докладом “О физической теории метеоров”, в котором обратил внимание на необходимость приложения достижений теории и практики взрывных явлений к пониманию процесса удара метеоритов о земную поверхность. Подробная публикация выводов автора появилась уже в 1950 году в сборнике “Метеоритика” [29].

В Пятом коллоквиуме (14 января 1947 г.) [29] Станюкович не участвовал. В Шестом коллоквиуме (8 ноября 1947 г. [30] он принимал участие, но с докладами не выступал, а лишь участвовал в их обсуждении.

Между тем, начиная с марта 1949 года, Комитет по метеоритам АН СССР начал проводить ежегодные метеоритные конференции (после 1954 года они стали созываться раз в два года). И на первой же метеоритной конференции 16 марта 1949 года К.П. Станюкович

сделал большой доклад на тему: “Элементы физической теории метеоров и кратерообразующих метеоритов” [с. 35]. О второй части этого доклада было рассказано выше, в разделе “Теория кратерообразования...”. Что касается первой части, то здесь Кирилл Петрович использовал все достижения современной ему гиперзвуковой аэродинамики. Разница заключалась в том, что в отличие от летательных аппаратов, полет метеорных тел в атмосфере сопровождается значительной потерей их массы (абляцией), что необходимо учитывать при расчете их движения в атмосфере. Кирилл Петрович решил эту задачу. Но в этой работе он, независимо от Б.Ю. Левина и Э.Ю. Эпика, пришел к очень важным результатам. Так, он доказал следующее: в излучении метеора должно присутствовать невидимое коротковолновое излучение; метеорное тело в полете будет кувыркаться, а это ускорит его абляцию; крупные тела в нижних слоях атмосферы образуют ударную волну, за которой температура может достигать десятков тысяч градусов. Были изучены многочисленные эффекты, связанные с характером этой ударной волны.

На Пятой метеоритной конференции Кирилл Петрович прочитал доклад “К вопросу о происхождении метеоритов” [с. 46], на Шестой – “Система воздушных ударных волн при полете и взрыве метеоритов” [с. 63]. На Восьмой метеоритной конференции (Москва, 3–5 июня 1958 г.) он выступил с докладом “Об эффектах падения больших метеоритов” [с. 99].

Но особенно интересной была, пожалуй, Девятая метеоритная конференция, посвященная исследованиям Тунгусского метеорита. Она состоялась 2–4 июня 1960 года в Киеве. Кирилл Петрович сделал на ней два доклада: “Новые результаты в области аэродинамики метеорных тел” [с. 101] и (совместно с В.П. Шалимовым) “К вопросу о тепловом взрыве метеорных тел” [с. 103]. О тепловом взрыве мы уже рассказывали в разделе, посвященном Тунгусскому метеориту. В первом же докладе Кирилл Петрович сделал следующее неожиданное заявление: “Все, что было сделано до запуска искусственных спутников Земли (я, Левин, Целлеха, Уиппл) – все неверно”. И он пытался показать, что коэффициент сопротивления у метеорных тел значительно больше, чем предполагалось, что торможение пропорционально кубу, а не квадрату скорости, как предполагали до сих пор.

Увы, в этом Кирилл Петрович был неправ. Запуски искусственных спутников никак не повлияли на физику метеорных явлений, потому что они летают со скоростью 8 км/с, когда явления абляции практически не играют роли, а метеорные тела имеют минимальную скорость 11 км/с, и абляция для них – основной процесс. Неправ был Кирилл Петрович и в отношении сопротивления. Но что же, – ошибка не делает только тот, кто вообще ничего не делает.

После Девятой конференции по метеоритам Кирилл Петрович уже не участвовал в их работе. Однако, начиная с 1951 года, Акаде-

мия наук СССР и Астрономический совет АН СССР проводили другую серию научных конференций, имевших, пожалуй, куда большее значение, чем метеоритные. Это были конференции по вопросам космогонии. За период 1951–1957 гг. было проведено шесть таких конференций, в каждой из которых участвовало несколько десятков ученых разных специальностей: астрономы, физики, геофизики, философы. И в пяти из них Кирилл Петрович принимал самое активное участие, выступая с большими, содержательными докладами или выступлениями по докладам.

Первое совещание по вопросам космогонии состоялось в Москве (как и все дальнейшие) 16–19 апреля 1951 года. Оно было посвящено проблеме происхождения планет Солнечной системы. С главным докладом выступил академик О.Ю. Шмидт, изложивший свою гипотезу происхождения планет из газовой-пылевой туманности, окружавшей Солнце и, по мнению О.Ю. Шмидта, когда-то захваченной им. С большими комментариями по докладу Шмидта выступили академик В.Г. Фесенков, профессор В.А. Крат, профессор А.И. Лебединский. Они или критиковали гипотезу Шмидта, или (как Лебединский) поддерживали и развивали ее. После этого было заслушано много других докладов. Всего выступили 40 ученых. И одним из них был Кирилл Петрович Станюкович.

Свое выступление [с. 36] Кирилл Петрович посвятил трем частным, но важным вопросам. Это, во-первых, состояние твердых тел при высоких давлениях; во-вторых, механизм дезинтеграции при столкновениях; и в-третьих, распределение момента количества движения планет Солнечной системы. В последнем вопросе Кирилл Петрович предлагал оригинальную схему, которая должна была объяснить аномальное распределение момента количества движения в Солнечной системе, когда на долю планет приходится всего 0,12% массы и в то же время 98% момента количества движения, а на долю Солнца – 99,88% массы и всего 2% момента количества движения. Или, проще говоря, планеты расположены на слишком далеких орбитах, а Солнце вращается вокруг оси слишком медленно. По мнению Станюковича, такое распределение могло образоваться при выбрасывании некоторых масс из Солнца под действием проходившей близко звезды.

Второе совещание по вопросам космогонии проходило 19–22 мая 1952 года и было посвящено проблеме происхождения звезд. С главным докладом там выступал академик В.А. Амбарцумян. В этом докладе он обосновывал происхождение звезд в так называемых звездных ассоциациях – группах звезд, имевших, по мнению Амбарцумяна, общее происхождение из неких сверхплотных тел. В обсуждении этого доклада приняли участие 36 ученых. Еще семерым не хватило времени для выступления, но их тексты были опубликованы в трудах совещания. Не все выступавшие поддержали идею В. Амбарцумяна. Особенно критиковал ее московский профессор Б.А. Во-

ронцов-Вельяминов. Идею о том, что звезды образуются из межзвездного газа, высказывали А.И. Лебединский, Л.Э. Гуревич, В.Г. Фесенков и другие. Попытка В.А. Амбарцумяна и его сотрудника Г.С. Саакяна теоретически обосновать возможность существования сверхплотных тел не имела успеха. Но звездные ассоциации как группировки молодых звезд – это был наблюдаемый факт.

В своем выступлении [с. 42] К.П. Станюкович рассмотрел некоторые общие закономерности, связанные с движением больших газовых или пылевых масс в собственных полях тяжести, отметив, что эти положения могут помочь в построении теории образования звезд. Для решения этой проблемы он привлек уравнения гидродинамики. Свое выступление он закончил призывом к космогонистам более систематически и эффективно применять методы газовой динамики с учетом собственных гравитационных и электромагнитных полей движущейся материи для решения проблем современной космогонии.

Третье совещание по вопросам космогонии, состоявшееся 14–15 мая 1953 года, было посвящено вопросу о происхождении космических лучей. Тема, казалось бы, далекая от интересов Кирилла Петровича. Но Станюкович выступил и здесь [с. 43]. В это время он уже серьезно занимался элементарными частицами. Построил теорию непрерывного движения газа в рамках релятивистской гидродинамики, ввел элементы релятивистской теории ударных волн и задачу о разлете сильно сжатого релятивистского газа. При столкновениях частиц они могут получать такие ускорения, что становятся релятивистскими, т.е. их скорости сравнимы со скоростью света.

Четвертое совещание по вопросам космогонии, состоявшееся 26–29 октября 1954 года, было посвящено изучению нестационарных звезд. Выступление Кирилла Петровича так и было озаглавлено “Некоторые вопросы газодинамики нестационарных звезд” [с. 51]. Он изложил некоторые методы решения задач о движении газа в звездах, использующие уравнения газовой динамики, рассмотрел различные случаи движения газа в звездах (в том числе их пульсации с большой амплитудой), вопрос о сжатии звезды к центру, прохождение по “телу” звезды волн разрежения. Мы видим, что для решения самых различных проблем астрофизики следует использовать аппарат газовой динамики. И к этому решительно призывал астрофизиков К.П. Станюкович.

В Пятом совещании Кирилл Петрович участия не принимал. Но в Шестом совещании, которое происходило 5–7 июня 1957 года и было посвящено внегалактической астрономии и космологии, он принял активное участие, выступив с очень важным докладом о термодинамике Вселенной [с. 89]. В этом докладе он весьма просто и убедительно показал невозможность так называемой “тепловой смерти” Вселенной, т.е. наступления такого состояния, когда скорости всех ее частиц и тел уравниваются между собой и обмен энергиями

прекратится. Для этого доказательства Кирилл Петрович привлек (и очень изящно) основы теории множеств.

В отличие от других выступлений Кирилла Петровича на космогонических совещаниях, которые принимались как должное, этот доклад вызвал бурную дискуссию, в которой приняли участие Ф.А. Цицин, И.Р. Плоткин [47] и Д.А. Франк-Каменецкий. Надо сказать, что по методике доказательства невозможности “тепловой смерти” Вселенной у Кирилла Петровича с И.Р. Плоткиным были расхождения, начиная еще с 1950 года. Каждый из них доказывал, что другой в чем-то ошибается. Критиковал концепцию Станюковича и Ф.А. Цицин. Но, несмотря на расхождения в методике, все спорящие приходили к одному и тому же выводу: “тепловая смерть” Вселенной невозможна. А это было главное.

Концепция Станюковича по вопросу о невозможности “тепловой смерти” Вселенной получила отражение и в ряде научно-популярных статей, одну из которых опубликовал автор этой книги (В.А. Бронштэн). Она хорошо изложена также в книге популяризатора В.Н. Комарова “Человек и тайны Вселенной” [31].

## К.П. Станюкович – популяризатор науки

Кирилл Петрович Станюкович был не только выдающимся ученым в разных областях знания. Он стремился доводить и свои, и чужие результаты до широких слоев населения, в первую очередь тех, кто интересуется наукой, ее новейшими достижениями.

Уже в № 1 журнала “Наука и жизнь” за 1954 год появилась его статья “Природа тяготения” [с. 47]. А в январе 1955 года к нему обратилось издательство Госкультпросветиздат с предложением издать сборник “Вселенная”, главы которого написали бы крупные ученые.

Станюкович привлек (все в том же январе) к составлению этого сборника автора этой книги – В.А. Бронштэна. Он был не только другом Станюковича, но и опытным популяризатором, в течение ряда лет читавшим лекции в Московском планетарии. Вдвоем стали подбирать авторов глав. Киевский профессор С.К. Всехсвятский согласился написать главы “Солнце” и “Кометы”. Ленинградский профессор А.В. Марков взялся за главы “Луна”, “Малые планеты” и “За пределами Галактики”. Радиоастроном Г.Г. Гетманцев взял на себя главу “Радиоастрономия”. Известный популяризатор Ф.Ю. Зигель подготовил раздел “Развитие представлений о Вселенной”. Астроном М.М. Дагаев написал главы “Мир звезд”, “Галактика” и “Происхождение и развитие небесных тел”. Кандидат наук И.С. Астапович взялся за главу “Метеоры”. В.А. Бронштэн написал главы “Методы исследования небесных тел” и “Большие планеты”. Сам Кирилл Петрович написал главу “Бесконечная Вселенная” [с. 54]. Благодаря дружной работе всех авторов, сборник уже в декабре того же 1955 года вышел в свет с прекрасными иллюстрациями художника В.Н. Добровольского.

Некоторые затруднения представила только глава “Космические сообщения”. Для ее написания Кирилл Петрович пригласил хорошо знакомого ему популяризатора науки М.В. Васильева. Васильев взялся за дело, но свое повествование начал с истории покушения на Александра II 1 марта 1881 года, в подготовке которого участвовал Н.И. Кибальчич. Далее говорилось о его проекте реактивного аппарата для полета к небесным телам и его судьбе. Кибальчич был представлен как смелый революционер и талантливый ученый и чуть ли не как родоначальник отечественной космонавтики.

Бронштэн возражал против такой трактовки темы. Ведь проект Кибальчича был обнаружен уже после работ Циолковского, ничего нового он не содержал (только идею) и пользы объективно не принес. О нем можно было сказать одной фразой, примерно так: Интересно, что за 20 лет до Циолковского проект реактивного двигателя для полетов в Космос предложил революционер-народоволец Н.И. Кибальчич, казненный за участие в покушении на царя Александра II. Васильев не согласился с предложением Бронштэна, а Станюкович его поддержал. В окончательном тексте Кибальчичу уделяется целая страница.

Зато в других местах текст М.В. Васильева заслуживает единогласного одобрения. Так, он описывает проект инженера, кандидата технических наук Ю.С. Хлебцевича о создании управляемой по радио танкетки, высаживаемой на Луну (художник Добровольский прекрасно изобразил ее). Это не что иное как предтеча Лунохода, действительно построенного и высаженного на Луну в 1970 году. Но официальные конструкторы отстранили Ю.С. Хлебцевича от проектирования Лунохода, т.к. он был не из их “системы”, и даже запретили ему пропагандировать свое изобретение [8, 9]. Проекту Хлебцевича в главе Васильева уделено достаточно внимания.

Интересна последняя фраза этой главы: “И первые астронавты привезут, вернувшись из этого беспрецедентного полета, коллекции лунных пород и гербарии марсианских растений”. В то время многие астрономы были убеждены, что темные области на Марсе покрыты растительностью. В Алма-Ате под руководством члена-корреспондента АН СССР Г.А. Тихова был даже организован отдел астроботаники. О нем и о растительной гипотезе много говорилось в главе “Большие планеты” сборника “Вселенная” (автор – В.А. Бронштэн). Но эта красивая гипотеза не подтвердилась – после полета к Марсу американских “Викингов” (1976) было окончательно установлено, что растений на Марсе нет. И хотя астронавты доставили на Землю образчики лунных пород, гербариев марсианских растений собрать, не удалось.

Вернемся к популяризаторской деятельности Кирилла Петровича. В апреле того же 1955 года он публикует, в соавторстве с М.В. Васильевым, в журнале “В защиту мира” статью “Первый космический рейс” [с. 62] о запуске дальней ракеты. В 1956 году он издает в “Молодой гвардии” небольшую брошюру “О космических полетах” (32 страницы) [с. 65]. В 1957 году она была переведена на китайский язык. В это время он всерьез занимался проблемой ракет для межпланетных перелетов, написал статью о них, помещенную в сборнике “Проблемы использования атомной энергии”. В 1957 году публикует в том же журнале “В защиту мира” статью “Полет на Луну возможен” [с. 70]. Во французском журнале “Horizons” (“Горизонты”) печатается его статья “К завоеванию космоса” [с. 71], а в 1958 году в брошюре издательства “Знание” “Новости науки и тех-

ники” выходит его статья “Пути к звездам” [с. 82], написанная в соавторстве с популяризатором Б.В. Ляпуновым.

Но он занимается и другими вопросами. В журнале “Science and Culture” (“Наука и культура”) на английском языке выходит его статья “Природа гравитации” [с. 86]. Совместно с Г.С. Голицыным (будущим академиком) он публикует в журнале “Природа” статью “Ударные волны” [с. 85].

Станюкович продолжает интересоваться проблемой космических полетов. На запуск третьего искусственного спутника Земли (май 1959 года) он отзывается статьей “Третий гигантский шаг” [с. 93] в брошюре “Нехоженными тропами Вселенной”, вышедшей в издательстве “Правда”. Спустя два года выпускает книгу “В мире семи стихий”, написанную совместно с М.В. Васильевым [с. 105]. В ней 252 страницы. Она была переведена на французский, английский, испанский и корейский языки. Русский оригинал выпустило издательство ЦК ВЛКСМ “Молодая гвардия”.

Что же это за семь стихий, в мир которых вводят читателя авторы этой интересной книги? Первые три это твердое, жидкое и газообразное состояния вещества. Четвертая – плазма. Пятая – электромагнитное поле. Шестая – тяготение. Седьмая – вакуум.

Здесь настала пора подробнее рассказать о соавторе Кирилла Петровича. Михаил Васильевич Васильев (Хвастунов) (1921–1978), участник Великой Отечественной войны, окончил МВТУ им. Баумана, хорошо знал физику, но с самого начала стал работать на ниве пропаганды научных знаний. Он сотрудничал в журналах “Техника – молодежи”, “Юный техник”, вел отдел науки и техники в “Комсомольской правде”, написал несколько книг. С Кириллом Петровичем его связала многолетняя творческая дружба и сотрудничество. Мы еще не раз встретимся с их совместно написанными книгами и статьями.

Так на английском языке выходит их общая книга “Материя и человек” [с. 113]. На испанском – “Космос и его семь стадий” [с. 112]. В журнале “В защиту мира” публикуется их совместная статья “Вселенная ждет земных Колумбов” [с. 114]. В том же 1961 году Кирилл Петрович печатает (уже один) статью “Сквозь лунные трудности” [с. 115] – интервью с ним сотрудника редакции журнала. В 1963 году он публикует в сборнике “Космос” в соавторстве с В.А. Бронштэном статью “Межзвездные перелеты” [с. 131], в которой рассматриваются проблемы полетов с субсветовыми скоростями.

В 1964 году в издательстве “Знание” выходит брошюра Кирилла Петровича “Гравитация”, написанная совместно с физиком С.М. Колесниковым [с. 144].

Сергей Михайлович Колесников (р. 1940) работал в это время, как и Кирилл Петрович, в Госстандарте СССР, в отделе теоретической физики. Он оказался хорошим популяризатором и вскоре, в

1968 году, К.П. Станюкович совместно с С.М. Колесниковым и аспирантом В.М. Московкиным выпустили книгу “Проблемы теории пространства, времени и материи” [с. 185]. Издал ее Атомиздат. В ней 174 страницы.

“В этой книге, – говорится в предисловии, – по возможности кратко, отражена эволюция идеи объективной закономерности внешнего мира и дается описание ее средствами физической теории. Более подробное внимание уделено проблемам теории тяготения. Мы не будем уклоняться от использования математического аппарата для получения точных формулировок, но при этом везде покажем необходимость и физический смысл той или иной математической теории”.

И действительно, авторы часто используют математические формулы, порой довольно громоздкие, но стараются объяснить их смысл и необходимость. Эту книгу можно с полным правом назвать введением в теорию тяготения и в другие доктрины, которые в ней рассматриваются.

Совсем иначе построены две другие книги, написанные Кириллом Петровичем в соавторстве с М.В. Васильевым. Это “В глубины неисчерпаемого” (1975) [с. 264], украинский перевод 1978 [с. 280] и “Сила, что движет мирами” (1969) [с. 215]. Они написаны просто и доступно, в них нет ни одной формулы. Конечно, это связано с личностью и искусством популяризации соавтора Кирилла Петровича – М.В. Васильева. Он умел любой сложный вопрос изложить понятно и популярно. “Сила, что движет мирами”, разумеется, тяготение, а глубины неисчерпаемого это микромир и Большая Вселенная и опять же тяготение. Все идеи этих книг принадлежат Кириллу Петровичу, а умение их подать – Васильеву. Преждевременная смерть Васильева прервала их столь успешное творческое сотрудничество.

Книги Кирилла Петровича переводились на многие языки мира. В их числе славянские (украинский, болгарский, чешский), европейские (английский, французский, немецкий, испанский, итальянский), азиатские (китайский, корейский).

Кроме книг, Кирилл Петрович публикует (и тоже на разных языках) много научно-популярных статей. Темы этих публикаций: отклики на запуск первых советских искусственных спутников Земли, перспективы полетов к Луне (об этом он писал за 12 лет до осуществления самих полетов), возможности межпланетных, а в дальнейшем межзвездных перелетов, природа тяготения. Часть этих статей написана им самим, другие с соавторами. Среди них: астроном В.А. Бронштэн; популяризаторы В.Н. Комаров (физик по образованию), М.В. Васильев и Б.В. Ляпунов. Выдержки из этих статей были не раз приведены выше.

Еще одной формой популяризации научных знаний и в частности своих работ были для Кирилла Петровича публичные лекции. Он

часто выступал в лектории Политехнического музея. Не всегда его лекции проходили гладко. В разделе о Тунгусском метеорите мы уже рассказывали, как организация этих лекций наталкивалась порой на сопротивление высокопоставленных чиновников, а сами лекции встречали непонимание части слушателей, увлеченных фантазиями Казанцева, Ляпунова, Зигеля. Но Кирилл Петрович успешно преодолевал сопротивление первых и стремился убедить вторых.

Таков был Станюкович как популяризатор научных знаний. И в этом – также его большая заслуга перед наукой.

## Коллектив и научный стиль профессора Станюковича\*

Одним из главных достижений проф. К.П. Станюковича является создание в конце 60-х, начале 70-х годов прошлого столетия одного из самых больших научных объединений физиков-теоретиков в нашей стране, в котором работало около 70 высококвалифицированных ученых в разных областях физики: прежде всего, самая большая группа в стране в области теории гравитации и теории гравитационного эксперимента, а также коллектив физиков-теоретиков в области статистической физики, теории твердого тела, теории плазмы, элементарных частиц и физики высоких энергий, газовой динамики и др. Но самое удивительное, что этот коллектив ученых – специалистов в фундаментальных науках – работал не в Академии Наук СССР или в одном из ведущих университетов страны, а в Госстандарте СССР (правда надо заметить, что научный потенциал институтов Госстандарта в то время был равен почти половине научного потенциала АН СССР и в настоящее время в результате установившегося отношения к науке и коммерциализации этой отрасли свелся к небольшой группе). Причина создания подобного коллектива в Госстандарте заключалась тогда в том, что многие новаторские и нестандартные идеи Кирилла Петровича, а также его бескомпромиссный в научном плане подход и порой слишком вспыльчивый характер встречали огромное сопротивление руководителей многих школ (кланов), господствовавших в тогдашней советской науке. Известно, что эти руководители школ, конечно в ранге академиков, а заодно часто и директоров институтов АН СССР, обладали огромной властью, решая многие научно-организационные, а зачастую и очень жизненно важные вопросы. Все зависело от принадлежности ученого к их школе: публикации в контролируемых ими изданиях, защита диссертаций, участие в престижных научных конференциях, попадание в зарубежные делегации на научные съезды, конференции и симпозиумы, получение научных премий и, конечно, избрание в действительные члены или в члены-корреспонденты Академии наук (многие шутили, что надо было перед выборами забыть о науке и, как минимум, в течение полугода заниматься политикой – “обхаживать” академиков, от которых это избрание зависело). Бесспорно, в

---

\* Глава написана докт. физ.-мат. наук, проф. В.Н. Мельниковым.

решение этих проблем вмешивались и партийные организации и органы госбезопасности, но это уже другая тема.

Эти научные кланы в области фундаментальных наук, конечно, существовали в основном в Академии наук. Она всегда претендовала на гегемонию в этих областях, формально это и была ее сфера. Но реально фундаментальные исследования в СССР велись и до сих пор с успехом ведутся в вузах и отраслевых министерствах, хотя в последних уже в меньшей степени. Только благодаря поддержке тогдашних руководителей Миннауки (которую “успешно” похоронили наши современные руководители), ВПК и Госстандарта, хорошо знавших о достижениях Кирилла Петровича в области астрономии, газовой динамики, физики взрыва и др., а также новые подходы в теории гравитации и веривших в его талант ученого, ему удалось развернуть работы прежде всего в области теории гравитации и гравитационного эксперимента в Госстандарте СССР, начиная с 1967 г. До этого у него была небольшая гравитационная группа в Институте интроскопии, включавшая его собственных учеников: Н.А. Зайцева, С.М. Колесникова, А.Г. Радынова, Н.И. Колосницына, В.М. Московкина, Г.А. Соколика и Н.П. Коноплеву. В дальнейшем, в течение многих лет, в коллектив К.П. Станюковича вливались молодые ученые из других школ и коллективов, в частности ученики академика Николая Николаевича Боголюбова (М.Б. Менский, В.Н. Мельников, И.А. Федосеев, В.П. Шелест, Р.Н. Фаустов и др.), академика И.М. Халатникова (В.А. Белинский), а также со временем и ученики этих сотрудников.

Отличительной чертой научного стиля проф. Станюковича была абсолютная демократичность, полное отсутствие какого-либо навязывания тем и работ. Свою научную позицию он демонстрировал на собственном примере – трудолюбием, своими работами, докладами и обсуждениями на семинарах, в институте, дома, на конференциях и т.д. наиболее актуальных научных направлений, которыми для него с 60-х годов были связь гравитации с физикой микромира, обобщения теории гравитации Эйнштейна, возможные вариации фундаментальных физических констант, теория гравитационного вакуума, квантование интервала (пространства-времени), методы решения сложных нелинейных уравнений и др. В то же время он не прекращал работать и в других областях науки, которые уже принесли ему мировую известность: газовой динамике, магнитной гидродинамике, физике взрыва, астрономии и математической физике.

В связи с этим уместно вспомнить мнение одного из самых выдающихся советских физиков-теоретиков и математиков – директора Объединенного института ядерных исследований в г. Дубна и директора Математического института им. Стеклова АН СССР академика Н.Н. Боголюбова, который всегда высоко ценил талант Кирилла Петровича. Как-то на кафедре квантовой статистики и теории поля физического факультета МГУ, которую он создал и возглавлял до

самой своей смерти и где в течение ряда лет проф. Станюкович читал спецкурсы по магнитной гидродинамике и теории гравитации, он в неофициальной обстановке сказал: “Если у кого-нибудь из вас есть проблемы с решением сумасшедших нелинейных уравнений, и никто не может помочь, то надо идти к Кириллу Петровичу, он все решит”.

Научный стиль Кирилла Петровича способствовал тому, что к нему стремились попасть молодые ученые с оригинальными, новаторскими идеями и соответствующим мышлением, которые со временем выросли в его коллективе в настоящих лидеров новых научных направлений в области классической и квантовой гравитации и теории гравитационного эксперимента. Следует упомянуть фундаментальные работы в области квантования гравитационного поля проф. Г.А. Вилковыского, теории групп и непрерывных измерений проф. М.Б. Менского, квантовой космологии проф. Ю.Н. Барабаненкова и В.Н. Мельникова, поведению общего решения уравнений Эйнштейна вблизи космологической сингулярности проф. В.А. Белинского, точных решений уравнений Эйнштейна со скалярным и электромагнитным полями проф. К.А. Бронникова, проф. В.Н. Мельникова и проф. Г.Н. Шикина, теории калибровочных полей Г.А. Соколика и проф. Н.П. Коноплево́й. Наконец, разработанный проф. В.Д. Иващукон и проф. В.Н. Мельниковым совместно с учениками и коллегами за последние 15 лет новый подход к получению точных решений многомерной теории гравитации и космологии, заложивший базу для решения принципиальных проблем современной космологии, физики черных дыр и наблюдательной, а также экспериментальной проверки не только обобщенных теорий гравитации, свойств дополнительных (по отношению к стандартным четырем) измерений, но и некоторых свойств теорий объединения всех четырех известных фундаментальных физических взаимодействий: электромагнитного, слабого, сильного и гравитационного.

Немаловажным достижением проф. К.П. Станюковича была и организация экспериментальных работ в области гравитации. Был создан отдел гравитационных измерений, занимавшийся проблемами измерения абсолютного значения гравитационной постоянной, ее возможных вариаций, теории гравитационно-волновых детекторов и др. Кирилл Петрович хорошо понимал, что хотя релятивистская гравитация (теория относительности Эйнштейна) все время была сугубо теоретической наукой, экспериментальных подтверждений было немного (в основном три классических теста: красное смещение – сдвиг спектральных линий излучения при его прохождении между областями с разным гравитационным потенциалом, например, между Солнцем и Землей; отклонение луча света при его прохождении вблизи массивного тела, например, от звезды мимо Солнца или Юпитера и смещение перигелия Меркурия, то есть его движение не по фиксированному эллипсу, как в теории Ньютона, а по траектории типа розетки, когда оси этого эллипса поворачиваются на малый угол), но бла-

годаря прогрессу измерительной техники появляется возможность получения новых данных, в частности для проверки общей теории относительности Эйнштейна и, конечно, новых идей. И он оказался прав. В настоящее время экспериментальные работы в области гравитации широко ведутся во всем мире хотя в России это делать сейчас чрезвычайно трудно из-за недостатка финансирования.

Среди главных достижений этого отдела были и остаются результаты измерений абсолютного значения гравитационной постоянной, проведенные в течение многих лет проф. О.Б. Карагиозом с сотрудниками. Опубликованный им в 1988 году результат стал одним из четырех лучших в мире и единственным в нашей стране с неопределенностью на уровне  $1/10000$ . И до сих пор этот уровень точности не превзойден, хотя уже почти десяток лабораторий в мире подошли к нему. Но о проблемах, связанных с гравитационной постоянной и фундаментальных константах в целом и о том, как эта проблема решается сейчас, через 15 лет после кончины Кирилла Петровича Станюковича, следует сказать особо.

## **Гравитационная постоянная и проект космического эксперимента СЕЕ**

### **1. Фундаментальные физические константы**

В любой фундаментальной физической теории мы встречаемся с константами, которые характеризуют стабильность различных типов процессов и видов материи. Эти константы важны, так как они проявляются независимо в разных ситуациях и имеют одно и то же значение, по крайней мере в пределах тех точностей измерения, которые достигнуты на сегодняшний день. Именно благодаря этой роли они называются фундаментальными физическими константами (ФФК). Определить строго это понятие и их набор не представляется возможным, т.к. данные константы, в основном размерные, присутствуют во вполне определенных физических теориях. В ходе научного процесса некоторые из этих теорий заменяются более общими со своими собственными константами. При этом обычно возникают соотношения между старыми и новыми константами. Поэтому мы можем говорить не об абсолютном наборе ФФК, а только о наборе, соответствующем современному уровню физической науки.

В последние десятилетия основным направлением развития физики является тенденция к объединению четырех известных типов взаимодействий: гравитационных, электромагнитных, слабых и сильных.

Действительно, до создания теории электромагнитных и слабых взаимодействий С. Вайнбергом и А. Саламом и разработки некоторых Теорий Великого Объединения – ТВО (электромагнитного,

сильного и слабого взаимодействий) в качестве набора ФФК рассматривались

$$c, \hbar, \alpha, G_F, g_s, m_p, (or m_e), G, H, \rho, \Lambda, k, I,$$

где  $e$  – заряд электрона,  $\hbar$  – постоянная Планка,  $m_p$  и  $m_e$  – массы протона и электрона;  $\alpha$ ,  $G_F$ ,  $g_s$  и  $G$  – константы электромагнитного, слабого, сильного и гравитационного взаимодействий, а  $H$ ,  $\rho$  и  $\Lambda$  – космологические параметры (постоянная Хаббла, средняя плотность материи во Вселенной и космологическая постоянная),  $k$  и  $J$  – постоянная Больцмана и механический эквивалент тепла. Последние играют роль переводных множителей между температурой, с одной стороны, и энергией и механическими величинами, с другой. После утверждения в 1983 г. нового определения метра, связанного с определенной длиной волны света  $\lambda$  (а не с платино-иридиевым стержнем, как это было ранее) эту роль частично играет также и скорость света  $c$  ( $\lambda = ct$ ). Теперь ее можно тоже рассматривать и как переводной множитель между единицами времени (частоты) и длины, так как она определяется с абсолютной (нулевой) погрешностью измерений.

В настоящее время, когда теория электрослабых взаимодействий имеет надежное экспериментальное подтверждение в многочисленных опытах с элементарными частицами и когда существуют хорошо разработанные и в основном подтвержденные модели ее объединения с сильными взаимодействиями, наиболее предпочтительным является следующий набор ФФК:

$$\hbar, (c), e, m_e, \theta_w, G_F, \theta_c, \Lambda_{\text{КХД}}, G, H, \rho, \Lambda, k$$

Здесь  $\theta_w$  – так называемый угол смешивания Вайнберга,  $\theta_c$  – угол Кабиббо, а  $\Lambda_{\text{КХД}}$  – параметр обрезания в теории сильных взаимодействий – квантовой хромодинамике. Конечно, если будет создана объединенная теория (ОТ) всех четырех взаимодействий, а на эту роль за последние десятилетия претендовали различные схемы: супергравитация, суперсимметрия, суперструны, а сейчас так называемая М-теория, то, возможно, возникнет другой набор, связанный с этой теорией. Как мы видим, во втором наборе ФФК константы, связанные с макроскопическими явлениями (гравитационная, космологические), остаются такими же, как и в первом наборе, хотя в некоторых ОТ, например многомерных, использующих идеи существования более 4-х стандартных измерений, они могут быть связаны друг с другом и другими константами микрофизики ( $e$ ,  $\hbar$ ,  $m$  и др.).

*Точность определения ФФК* весьма различна. Наиболее точно измеренной константой была и остается скорость света. Когда существовали отдельные эталоны единицы времени и длины (до 1983 г.) она была измерена с погрешностью  $10^{-10}$ . Сейчас она считается (по определению) заданной с нулевой погрешностью. Микроскопиче-

ские (атомные) константы  $e$ ,  $\hbar$ ,  $m$  известны с погрешностью  $10^{-6}$ – $10^{-8}$ ,  $G$  – с погрешностью  $10^{-4}$  (и даже более, см. далее),  $\theta_w$  – порядка  $10^{-3}$ . Еще более сложная ситуация сложилась с космологическими константами:  $H$  известно с погрешностью порядка 10%, средняя плотность материи во Вселенной оценивается с точностью до порядка величины, а для космологической постоянной, которая ранее считалась весьма малой или даже нулем, самые последние оценки дают значение по эффективной плотности энергии, превышающей плотность наблюдаемой материи во Вселенной.

Что касается *природы* ФФК, то можно отметить несколько подходов к ее объяснению. Одна из первых гипотез принадлежит Дж.А. Уилеру: в каждом новом цикле развития Вселенной ФФК возникают заново вместе с новыми физическими законами, определяющими ее эволюцию в данном цикле. Тем самым, ФФК и физические законы связаны с рождением и эволюцией Вселенной.

Менее глобальный подход к природе размерных ФФК предполагает, что они необходимы, чтобы сделать физические соотношения безразмерными или что они являются мерой асимптотических состояний. Действительно, в релятивистских теориях скорость света обычно проявляется в виде отношения  $v/c$ , где  $v$  – скорость объекта. В то же время скорости всех тел не превышают скорости света  $c$ , так что она играет роль предельной скорости. Такой же смысл имеют и ряд других ФФК:  $\hbar$  – минимальный квант действия в квантовой теории,  $e$  – минимально возможный наблюдаемый (заряд электрона) и т.п.

Наконец, ФФК или их комбинации могут рассматриваться как естественные масштабы, характеризующие основные единицы физических величин: времени, длины, массы. Такими масштабами могут быть, например, планковские масштабы длины  $\sim 10^{-33}$  см, массы  $\sim 10^{-5}$  г и времени  $\sim 10^{-43}$  сек, которые определяются как комбинации в некоторых степенях только из  $c$ ,  $\hbar$  и  $G$ .

Другая интересная и широко обсуждаемая проблема, связанная с ФФК, – почему их значения лежат в весьма узком интервале, необходимом для возникновения и *существования жизни* на Земле (для стабильности атомов, времени жизни звезд главной последовательности, к которой принадлежит и Солнце, современной температуре Земли, существования океанов и т.п.). Имеется несколько возможных и пока до конца не убедительных объяснений. Во-первых, это чисто случайно, что мы живем именно в таком мире и с такими ФФК, хотя вероятность этого факта ничтожна среди всех возможных наборов констант. Во-вторых, жизнь может существовать, по-видимому, в других формах и для других наборов ФФК, о которых мы не знаем. В-третьих, любые другие наборы ФФК могут реализовываться в других вселенных, кроме нашей.

Наконец, но, может быть, не в последнюю очередь, существует некоторый космический процесс тонкой настройки ФФК, приводящий их к современным значениям в течение долгой эволюции, возможно через прохождение многих циклов развития Вселенной и т.п.

Что касается *классификации* ФФК, то их можно условно разделить на четыре группы по степени общности.

1. Универсальные ФФК, такие как постоянная Планка  $\hbar$ , которая разделяет все процессы и явления на квантовые и не квантовые (микро- и макромиры) и, до определенной степени  $c$ , которая разделяет все движения на релятивистские (близкие к скорости света) и нерелятивистские (намного меньше  $c$ ).
2. Константы различных физических взаимодействий, как  $\alpha$ ,  $\theta_w$ ,  $\Lambda_{\text{КХД}}$ , и  $G$ .
3. Константы элементарных составляющих материи, как  $m_e$ ,  $m_p$  и т.п.
4. Переводные множители, такие как  $k$ ,  $l$  и частично  $c$ .

Конечно, разделение на эти классы не является абсолютным. По мере развития науки многие ФФК переходили из одного класса в другой. Например,  $e$  сначала был зарядом единичного объекта – электрона (класс 3), затем он стал характеризовать класс 2 (электромагнитное взаимодействие,  $\alpha = e^2 / \hbar c$  в комбинации с  $\hbar$  и  $c$ ); скорость света  $c$  успела побывать почти во всех классах: из 3 (скорость определенного объекта – света) перешла в класс 1, а затем частично и в 4. Некоторые константы перестали быть фундаментальными (например плотности, магнитные моменты и т. п.), т.к. они стали вычисляться через другие ФФК.

Что касается *числа* ФФК, то явно проступают две противоположные тенденции: число старых ФФК обычно уменьшается, когда возникают новые, более общие теории, но, в то же время, возникают новые области науки, новые процессы, виды материи, при которых появляются и новые константы. Тем не менее, возможно, мы придем к некоторому минимальному набору, характеризующему одной или несколькими ФФК, например, связанному с так называемыми планковскими параметрами  $L$ ,  $m_L$ ,  $\tau_L$ , составленными из  $c$ ,  $\hbar$  и  $G$ . Роль этих параметров важна, т.к.  $m_L$  характеризует энергию объединения четырех известных типов фундаментальных взаимодействий: сильного, слабого, электромагнитного и гравитационного, а  $L$  характеризует масштаб, при котором классические понятия пространства и времени теряют свой смысл.

*Точное знание ФФК и прецизионные измерения необходимы для проверки фундаментальных физических теорий, расширения наших знаний о природе и, в конечном итоге, для практических приложений этих теорий.* В связи с этим, возникают следующие теоретические проблемы:

- 1) развитие моделей, расчет эффектов для сравнения предсказаний фундаментальных теорий с экспериментальными данными

ми в критических ситуациях (т.е. для проверки общей теории относительности или других обобщенных теорий гравитации, квантовой электродинамики, квантовой хромодинамики, теории объединения и т.п.);

- 2) установление более точных значений и пределов на возможные временные и пространственные вариации ФФК.

## 2. Проблема гравитационной постоянной $G$

Проблема точного измерения гравитационной постоянной и определения ее стабильности является одной из центральных проблем, связанных с ФФК, а также частью быстро развивающихся направлений: объединения фундаментальных физических взаимодействий (где центральную роль играет сейчас гравитационное взаимодействие) и гравитационно-релятивистской метрологии, связанного с прецизионными пространственно-временными измерениями. Последнее возникло благодаря быстрому росту точности измерений, распространению прецизионных измерений на большие расстояния (Космос) и тенденции современной физики к объединению взаимодействий. Можно указать *три основные проблемы*, связанные с гравитационной постоянной  $G$ :

1. Абсолютные измерения значения  $G$ .
2. Возможные вариации  $G$  со временем (медленные, порядка скорости расширения Вселенной и менее).
3. Возможные вариации  $G$  с расстоянием (или появление новых, ньютоновских дополнительных взаимодействий).

*Измерения абсолютного значения гравитационной постоянной  $G$*

До 1989 г. существовало множество лабораторных измерений значения  $G$  на основе весов Кавендиша с погрешностью  $10^{-3}$  и только 4 (Франция, СССР, США, Россия) на уровне  $10^{-4}$ . Но и эти четыре противоречили друг другу (значения не пересекаются) в пределах погрешности измерений. Официальное значение  $G$ , даваемое международной комиссией по константам CODATA с 1986 г.

$$G = (6,67259 \pm 0,00085) \cdot 10^{-11} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^{-2}$$

основано на измерении, проведенном Лютером и Фаулером в США в 1982 г. За последние несколько лет ситуация еще более ухудшилась. Более десятка измерений  $G$ , проведенных в разных странах, расходятся со значением CODATA настолько, что можно говорить только о том, что  $G$  определена на самом деле с погрешностью  $10^{-3}$ , а не  $10^{-4}$ , что и рекомендует CODATA, начиная с 1999 г. Измерения  $G$  последних 3 лет 4 групп в США, Швейцарии, Китае и Новой Зеландии также не согласуются друг с другом. Это означает, по существу, что либо *пределы точностей измерения  $G$  в земных условиях достигнуты* (невозможно устранить или учесть влияние окружающих объектов, нестабильность материала нитей и др.), либо в процессе измере-

ния проявляется какая-то *новая физика*. Первое означает, что, может быть, следует перенести измерения  $G$  в более спокойный Космос, а второе – следует более тщательно изучать теории, обобщающие теорию гравитации Эйнштейна или объединенные теории взаимодействий.

Существуют также спутниковые определения произведения  $G \cdot M_z$ , где  $M_z$  – масса Земли на уровне  $10^{-9}$ , а также менее точные определения  $G$  в шахтах (использующие модели Земли). Но эти измерения не позволяют улучшить точность определения  $G$  из-за неопределенности с построением достаточно точной модели Земли.

*Точное знание  $G$  необходимо* по многим причинам. Во-первых, потому что это фундаментальная константа, во-вторых, для точного значения масс Земли, планет, их средней плотности и, в конечном итоге, для уточнения их моделей (если мы будем знать значение гравитационной постоянной  $G$  с погрешностью  $10^{-9}$ , то и массы планет будут известны с этой же погрешностью); для перехода от механических к электромагнитным величинам и обратно; для вычисления одних констант через другие, с помощью соотношений, даваемых объединенными теориями; для поиска новых физических взаимодействий и геофизических эффектов и т.п.

Знание ФФК имеет не только *фундаментальное, но и метрологическое значение*. Современная система эталонов физических величин основана, главным образом, на стабильных (квантовых) физических явлениях. Поэтому стабильность ФФК играет кардинальную роль. Но физические законы были установлены и проверены в последние 2–3 столетия в экспериментах на Земле и в ближнем Космосе, т.е. за сравнительно короткие временные и пространственные интервалы по сравнению с возрастом и размерами Вселенной. В связи с этим возможность медленных временных и пространственных вариаций констант (порядка скорости эволюции Вселенной или менее) не может быть исключена а priori и должна проверяться постоянно со все возрастающей точностью.

Можно сказать, что предположение об абсолютном постоянстве констант такая же экстраполяция, как и обратное утверждение об их медленных вариациях.

#### *Возможные временные вариации $G$*

Эта проблема возникла в связи с попытками объяснения связи между явлениями микро- и макромира. П.А.М. Дирак был первым, кто ввел так называемую “Гипотезу Больших Чисел” (ГБЧ), согласно которой очень большие числа не могут естественным путем возникать в физических теориях, а должны быть связаны друг с другом и с возрастом Вселенной  $10^{17}$  секунд, выраженным в характерном ядерном времени  $10^{-23}$  секунды ( $T = 10^{40}$ ). Он предположил, что отношение силы гравитационного взаимодействия к сильному,  $Gm_p^2 / \hbar c \sim 10^{-40}$ , обратно пропорционально возрасту Вселенной:

$G \sim T^{-1}$ . Тогда, поскольку возраст Вселенной все время меняется, то и комбинация констант тоже должна меняться. Атомные константы казались Дираку незбылемыми, и он вслед за Милном (1935) выбрал вариант  $G$  как  $T^{-1}$ . Так как возраст Вселенной оценивается сейчас в  $14 \cdot 10^9$  лет, то скорость изменения  $\dot{G}/G = 5 \cdot 10^{-11}$  в год.

После оригинальной гипотезы Дирака появилось множество гипотез и теорий, допускающих вариации некоторых ФФК ( $G$ ,  $\alpha$ ,  $G_F$  и др.), в частности предложенных Д. Гамовым и Э. Теллером. Ряд оригинальных схем обобщенных теорий гравитации был предложен проф. К.П. Станюковичем, а также его учениками во ВНИИМС, причем в варианте Кирилла Петровича меняются несколько ФФК, что весьма популярно сейчас. Конечно, предложения о возможных вариациях констант могут вести к важным астрофизическим, космологическим, геофизическим и др. следствиям и соответствующим новым эффектам, которые рассчитывались и продолжают рассчитываться и сопоставляться с данными наблюдений и экспериментов.

Астрофизические данные, полученные в результате наблюдений за наиболее удаленными объектами в Космосе – квазарами (Д.А. Варшалович, А.Ю. Потехин, 1996), позволили сделать вывод о том, что постоянная тонкой структуры  $\alpha$  не может меняться более, чем  $10^{-14}$  в год. Геофизические данные по скорости распада тяжелых элементов ограничивают средние изменения  $\alpha$  на уровне  $10^{-15}$  в год, а данные по древнему естественному ядерному реактору (А. Шляхтер) – на уровне  $10^{-17}$  в год. Эти результаты исключают все имеющиеся сейчас гипотезы и теории о возможности равномерного изменения  $\alpha$  со временем, хотя не исключено появление новых теорий, предсказывающих еще более медленные, чем  $10^{-17}$  в год средние изменения  $\alpha$ , или, возможно, ее неравномерное изменение в процессе эволюции Вселенной. Такие результаты об изменении постоянной тонкой структуры (Веб и др.) и отношения масс элементарных частиц (Варшалович и др.) в некоторые эпохи уже обнаружены, и проблема теоретиков – объяснить этот факт.

Данные по возможному изменению константы слабого взаимодействия позволяют сделать вывод о том, что она не меняется на уровне  $10^{-11}$  в год, а сильных –  $10^{-18}$  в год (А. Шляхтер).

В настоящее время мы не имеем удовлетворительной модели объединения четырех известных типов фундаментальных взаимодействий и соответственно надежных связей между ФФК. Поэтому можно выбирать системы измерений, основанные на любом из этих взаимодействий. Практически это делается на основе наиболее разработанной теории электромагнитного взаимодействия – квантовой электродинамики (КЭД).

Конечно, можно это делать и на основе гравитационного взаимодействия (как это было до 1955 г.). Тогда, различные единицы основных физических величин возникают на основе динамики выбранного взаимодействия, например атомная (электромагнитная) секун-

да, определяемая по частоте атомных переходов, или гравитационная секунда, определяемая по среднему движению Земли вокруг Солнца (эфемеридное время).

Однако нельзя сделать вывод, что определенные таким образом две секунды в один момент будут синхронизованы и в дальнейшем во времени и пространстве. В принципе, они могут меняться относительно друг друга, например, со скоростью эволюции Вселенной или с меньшей скоростью.

Вот почему в общем возможны вариации гравитационной постоянной во времени (в атомной системе единиц  $c$ ,  $\hbar$ ,  $m$  – постоянные) или масс всех частиц – в гравитационной системе единиц  $c$ ,  $\hbar$ ,  $G$  – постоянные. Практически мы можем проверять с большой точностью только первый вариант, так как современная система эталонов основана на атомной (электромагнитной) системе измерений. Возможные вариации ФФК должны проверяться экспериментально, но для этого должны быть теории, допускающие подобные вариации.

Мы уже упоминали о ГБЧ Дирака. После нее появились многочисленные скалярно-тензорные теории гравитации, где наряду с гравитационным вводится одно или несколько скалярных полей, с помощью которых и объясняются возможные вариации эффективной гравитационной постоянной со временем. Один из таких вариантов был разработан во ВНИИМС (В.Н. Мельников и др.) с так называемым конформным скалярным полем. Он позволил предсказать вариации эффективной гравитационной постоянной на уровне  $10^{-12}$ – $10^{-13}$  в год и построить один из сценариев происхождения и развития Вселенной.

Что касается экспериментальных данных по ограничению скорости изменения гравитационной постоянной со временем, то существуют следующие основные результаты:

1. Недостаточно точные данные по росту кораллов, более надежные данные по скорости замедления периода пульсаров и т.п. на уровне  $10^{-11}$ – $10^{-12}$  в год.
2. Единственные позитивные, но никем не подтвержденные и критикуемые данные Ван Фландерна (1981, США) из анализа среднего движения Луны и данные о древних затмениях на уровне  $10^{-11}$  в год.
3. Ограничения сверху на вариации  $G$  специалистов США на основе данных по движению орбитальных и посадочных модулей спутников Марса “Маринер” на уровне  $10^{-11}$ – $10^{-12}$  в год (1983, 1992) и российские данные по анализу движения планет и спутников на порядок точнее (Пытьева, 1997). Весьма интересно, что последующие попытки посылки космических аппаратов к Марсу после “Маринеров” до сих пор не увенчались успехом (российские аппараты “Фобос”, американские аппараты “Марс”, японский космический зонд и др., хотя новые

данные через 20 лет могли бы повысить точность определения возможных вариаций на 1–2 порядка).

4. Достаточно надежные данные по лазерной локации Луны на уровне  $10^{-12}$  в год (К. Нордтведт, 2002).

Отсюда можно видеть, что *вариации гравитационной постоянной пока допускаются на уровне  $10^{-12}$  и менее в год*, и что существует необходимость в дальнейших теоретических и экспериментальных разработках этой проблемы. Будущие миссии космических аппаратов к Марсу и Венере, данные спутников Земли, а также лазерная локация Луны, несомненно решат эту проблему, так как чем больше интервалы времени между измерениями и, конечно, чем точнее они, тем более точные результаты будут получены.

Что касается теоретических схем, приводящих к вариациям эффективной гравитационной постоянной, то наряду с вышеупомянутыми гипотезами Дирака, К.П. Станюковича, скалярно-тензорными теориями гравитации в последние десятилетия разрабатываются объединенные модели физических взаимодействий, среди которых доминируют *многомерные гравитационные модели*, имеющие общую черту этих теорий объединения – использование более чем 4-х стандартных измерений (три пространственных и одно временное). Всестороннее теоретическое исследование многомерной гравитации и космологии и их экспериментальных и наблюдательных проявлений, в частности свойств дополнительных измерений, были проведены учениками Кирилла Петровича во ВНИИМС (В.Н. Мельников, В.Д. Иващук, К.А. Бронников, В.А. Гаврилов и др.).

В этих теориях естественным образом возникают дополнительные скалярные поля, связанные с дополнительными измерениями и с другими взаимодействиями, помимо гравитационного. Эти поля позволяют также успешно решать основные проблемы современной космологии: рождение Вселенной из “ничего” (вакуума), проблему начального сингулярного состояния, рождения вещества во Вселенной, объяснения ее эволюции и ускоренного расширения в настоящее время, космологической постоянной, темной энергии и темной материи и др. Кроме того, многомерные модели устанавливают связь между вариациями гравитационной постоянной и фундаментальными космологическими параметрами (константами)  $\rho$ ,  $H$ ,  $\Lambda$  и параметром замедления  $q$ . Последний характеризует замедление или ускорение расширения Вселенной. С другой стороны, поскольку возможные вариации ФФК связаны со свойствами дополнительных измерений, открывается возможность их зондирования, а заодно и тестирование теорий объединения взаимодействий. Следует отметить, что если *многомерные теории* объединения верны, то они неизбежно *приводят к предсказанию вариаций ФФК* не противоречащим наблюдениям, и такие расчеты были сделаны во ВНИИМС. Если эти вариации отсутствуют, то это уже особый случай и, как говорят ма-

тематики, обладают “мерой нуля”. Для этого нужна весьма тонкая, специальная настройка – согласование всех констант, что требует особого объяснения.

### *Новые неньютоновские взаимодействия или пространственные вариации $G$*

Почти все обобщенные теории гравитации и объединенные теории взаимодействий предсказывают не только возможные временные, но и пространственные вариации гравитационной постоянной, которые могут проявляться как дополнительное к закону Ньютона взаимодействие (тогда говорят о нарушении принципа эквивалентности – одинакового падения различных по составу тел в гравитационном поле), либо не зависящего от состава и проявляющегося как нарушение закона обратных квадратов для всех тел или как появление новых частиц, передающих новые взаимодействия.

Данные как экспериментальных, лабораторных, так и наблюдательных астрономических наблюдений за движением спутников и планет, исключают с большой точностью существование новых массивных частиц – переносчиков новых взаимодействий почти во всех диапазонах нового взаимодействия, кроме диапазона миллиметров и менее и от метров до сотен метров. Обычно это возможное отклонение от закона Ньютона задается дополнительным вкладом типа потенциала Юкавы – экспоненциальным взаимодействием, быстро спадающим с расстоянием и характеризующимся силой взаимодействия и определенным масштабом, связанным с массой переносчика взаимодействия. Существует пока только один позитивный результат о возможном существовании нарушения закона обратных квадратов, полученный итальянской группой в диапазоне 20–500 м с силой взаимодействия 0,13–0,25. Он получен при использовании гравиметров и станции накопления энергии, где в ночное время вода закачивается в водохранилище и затем, в дневное время, используется для дополнительной выработки энергии за счет энергии поднятого уровня воды. Правда, и здесь необходима независимая проверка данного результата, возможно с использованием других схем, а именно космических. Что касается теоретических схем, то с общерелятивистской точки зрения, если мы допускаем возможность временных вариаций констант, то естественно рассмотреть и возможность пространственных вариаций, что и было сделано во ВНИИМС в группе, основанной проф. Станюковичем (В.Н. Мельников и А.Г. Радынов).

В общей теории относительности Эйнштейна безмассовые гравитоны являются переносчиками гравитационного взаимодействия, они описываются дифференциальными уравнениями 2-го порядка и взаимодействуют с веществом с постоянной силой  $G$ . Если хотя бы одна из этих характеристик будет нарушена, то в общем мы придем к какому-то отклонению от закона Ньютона с рас-

стоянием (то есть к обобщению теории Эйнштейна). Можно выделить несколько классов обобщенных теорий, известных в научной литературе:

1. Теории с массивными гравитонами, такие как биметрические или теории с ненулевой космологической постоянной.
2. Теории с эффективной гравитационной постоянной, возникающие в упомянутых ранее скалярно-тензорных теориях.
3. Теории, в которых наряду со стандартным гравитационным полем присутствует кручение пространства-времени.
4. Теории, в уравнения которых входят высшие производные [как следствие квантовых эффектов или Общей теории относительности Эйнштейна (ОТО)], то есть более чем второго порядка.
5. Объединенные теории (ОТ), в которых имеются и другие переносчики взаимодействий кроме гравитонов (так называемые партнеры): супергравитация, суперструны, объединяющая их, но не созданная еще М-теория и др.
6. Нелинейные теории, индуцированные любым известным типом взаимодействия (в них также возникают эффективные ненулевые массы).
7. Различные феноменологические теории, в которых детальный механизм нарушения закона Ньютона не известен (пятая сила и т.п.).

Во всех этих теориях возникают эффективные или реальные массы, приводящие к дополнительному взаимодействию типа Юкавы по отношению к закону Ньютона.

Существует ряд модельно зависимых оценок этих сил. Наиболее известные принадлежат Шерку (1979) на основе теории супергравитации, в которых гравитон сопровождается партнером, имеющим спин 1 (гравифотон), приводящие к дополнительному отталкиванию. Другая модель была предложена Муди и Вильчеком (1984) – введение в теорию псевдоскалярной частицы, которая обуславливает дополнительное притяжение между макротелами в диапазоне от  $2 \cdot 10^{-4}$  см до 20 см с силой от 1 до  $10^{-10}$ .

Суперсимметричная модель была разработана Файе (1986, 1990 гг.), в которой партнер массивного гравитона со спином 1 приводит к дополнительному отталкиванию в диапазоне 10 км и силе порядка  $10^{-13}$ . Модель со скалярным полем была предложена С. Вайнбергом для объяснения генерации космологической постоянной. Она также предсказывает дополнительное взаимодействие в диапазоне менее 0,1 мм. Большинство других многомерных теорий, в частности разработанных во ВНИИМС, также предсказывает отклонение от закона Ньютона.

Как мы видим, в связи с отсутствием хорошо разработанной объединенной теории всех взаимодействий предсказания вариаций как во времени, так и в пространстве, весьма различны. Это является

мощным стимулом для дальнейшего теоретического и экспериментального исследования.

### **3. Проект космического эксперимента СЕЕ по измерению параметров гравитационного взаимодействия**

Решению всех этих проблем, связанных с гравитационной постоянной, и посвящен так называемый проект СЕЕ (“Satellite Energy Exchange – SEE”, “обмен энергией спутников”). Проект является международным и разрабатывается российскими учеными из ВНИИМС и Гравитационного общества – учениками профессора К.П. Станюковича (профессорами В.Н. Мельниковым, К.А. Бронниковым, доктором физ.-мат. наук В.Д. Иващук, канд. физ.-мат. наук М.Ю. Константиновым, канд. физ.-мат. наук Н.И. Колосницыным и А.Д. Алексеевым) совместно с американскими специалистами из Университетов Теннесси (проф. А. Сандерс) и Вирджиния (проф. Дж. Гиллис), Окриджской национальной лаборатории и Центром космических полетов им. Маршалла. Российские специалисты проделали большую работу по теоретическому обоснованию проекта, численному моделированию траекторий, моделированию процедуры измерений с учетом всех возможных помех, в частности неоднородностей гравитационного поля, возникновению зарядов и т. п.

Идея эксперимента – запуск *свободного от сноса спутника Земли* на высоту около 1 500 км над поверхностью. Спутник представляет собой капсулу длиной 10–20 м, диаметром 1 м в виде коаксиальных цилиндров, внутри которой свободно движутся два тела: большое – пастух – с массой около 500 кг и малое – частица – с массой около 100 г. Измеряется относительное расстояние между этими телами с большой точностью. Траектория малого тела относительно большого представляет собой часть подковы и, по существу, является одномерной. Более того, она подходит к большому телу и затем начинает двигаться назад, как бы отталкиваясь от пастуха. На самом деле, никакого отталкивания нет. Оба тела движутся как спутники по близким орбитам. Малое тело движется с меньшим радиусом, получает дополнительную энергию от гравитационного притяжения большого тела, поднимается на больший радиус и начинает отставать от пастуха. Этот эффект для движения естественных спутников Сатурна был предсказан еще в прошлом веке Джорджем Дарвиным (сыном Чарльза Дарвина) и доказан экспериментально совсем недавно.

*Цель эксперимента – измерение абсолютного значения гравитационной постоянной  $G$  с погрешностью  $10^{-6}$  (на 3 порядка лучше, чем делается сейчас), проверка закона обратных квадратов (Ньютона) и принципа эквивалентности (равенства инертной и гравитационной масс) в диапазоне метров и порядка радиуса Земли на 2–3 порядка лучше, чем сейчас, проверка временных вариаций  $G$*

*на уровне  $10^{-13}$ – $10^{-14}$  в год (на 1–2 порядка лучше, чем известно в настоящее время).*

Проведенные учеными ВНИИМС расчеты и моделирование эксперимента показало, что добиться этих целей вполне возможно на современном уровне точности. Это позволит не только решить принципиальные вопросы гравитационного взаимодействия, но и поможет в решении проблем объединения фундаментальных физических взаимодействий. Теперь дело за “небольшим” – найти соответствующее финансирование технической разработки проекта и запуска в НАСА–США или в Европейском космическом агентстве или в России.

## Кирилл Петрович, его дом и атмосфера в коллективе

Характерной чертой стиля жизни Кирилла Петровича было гостеприимство. Его квартира на улице Горького (ныне Тверская, над бывшим магазином “Пионер”) была таким же служебным кабинетом, где он принимал студентов, аспирантов, своих учеников и коллег не только из своего института, но и из других научных центров: Москвы, Питера, Минска, Еревана, Тбилиси, Фрунзе (ныне Бишкек) и др. И там происходило обсуждение всех проблем, велись споры, писались статьи, рассматривались повседневные вопросы.

Мне хорошо запомнилась первая такая встреча у него дома, когда он пригласил всю нашу группу студентов, слушавших его спецкурс на физическом факультете МГУ, сдавать зачет и экзамен. Ничего подобного ни до, ни после этого у нас во время учебы не было. Более того, эта сдача свелась к тому, что он подробно рассказал о своей последней научной работе в области гравитации, спросил у каждого, кто его научный руководитель, над чем он с ним работает в научном плане, а потом вдруг сказал: “Давайте ваши зачетки!” и поставил, кому нужно, зачет и оценки за экзамен, сказав, что мы его спецкурс прослушали. Этот прием всех нас так потряс, что уходя из его дома мы продолжали долго его обсуждать, пока все не разъехались по своим домам. Все-таки мы, как всегда, волновались, долго готовились к сдаче, а все так быстро и хорошо закончилось. Мы действительно регулярно посещали его лекции, они всегда были интересны и не стандартны. Помимо всегда нового материала, как он обычно говорил “с кончика пера”, они содержали меткие характеристики известных ученых, а иногда даже острые комментарии к текущим общественным и политическим событиям.

Подобные визиты наносили и все его сотрудники, особенно те, с которыми он в данный момент работал “по науке”, писал статьи, причем приезжали не только на квартиру в Москве, но и на дачу в Перхушково, где он жил и работал в летние месяцы. Никаких уходов в отпуск у него не было, хотя, конечно, отпуск чаще всего оформлялся как положено (об этом заботился отдел кадров института).

Хотелось бы сказать о домашней обстановке в доме К.П. Станюковича, которую создавали его мама Софья Здиславовна и, конечно, супруга Ядвига Владиславовна. Прежде всего, они заботились об идеальных условиях для его научной работы, подчиняя все до мело-

чей, а зачастую и свои личные интересы (Ядвига Владиславовна – известный специалист по польской литературе, автор книг и статей о творчестве польских писателей) его научной деятельности. О такой обстановке в доме может только мечтать любой человек, занимающийся наукой.

Но главное – это поразительное гостеприимство и внимание к гостям. Всегда предлагался чай с большим набором сладостей, а при длительной совместной работе – обед или ужин в зависимости от времени суток, причем каждый чувствовал себя как дома. И это все благодаря особому таланту Ядвиги Владиславовны.

Конечно, за столом, как и везде в то время, обсуждались и политические вопросы. Кирилл Петрович никогда не был членом коммунистической партии, его резкие суждения в адрес властей были всем известны, они звучали не только в доме, но и часто на работе, где он не боялся критически отзываться о советских руководителях. И это оказывало соответствующее влияние на всех сотрудников.

В целом коллектив сформировался довольно уникальный, с не стандартным для той поры микроклиматом. Одной из отличительных особенностей было то, что из 70 человек было только 4 члена партии, никто не рвался вступать в ее ряды. Более того, попытки парткома института увеличить партийную прослойку, например за счет начальников секторов, отделов или молодых ученых, под разными предложениями (типа “еще не созрели”) игнорировались. За все время (20 с лишним лет) были приняты в члены КПСС только 2 человека. Не было в коллективе и серьезных конфликтов, может быть и потому, что он был довольно однороден по возрасту. Только Кирилл Петрович был старше всех: в конце 60-х ему было чуть больше 50 лет, а остальные приходили после окончания университета или аспирантуры или только-только защитив кандидатскую диссертацию. Другая причина – численность коллектива ежегодно увеличивалась, появлялись новые должности, росло финансирование. Все это способствовало эффективности работы, становлению молодых ученых, заслуживающих внимания своими работами.

Имелись, естественно, и трудности, связанные с тем, что отношения Кирилла Петровича с некоторыми лидерами других школ не были идеальными, а главное – это была другая школа. К таким проблемам следует отнести сложности с печатанием статей в советских журналах типа ЖЭТФ (Журнал экспериментальной и теоретической физики), Письма в ЖЭТФ, Успехи физических наук и др., редакции которых были ориентированы в то время на определенные научные кланы, попадание в состав научных делегаций на зарубежные конференции и т.п. Но это, в конечном итоге, сыграло и положительную роль, так как многие ученые из коллектива Кирилла Петровича стали печататься в основном в ведущих зарубежных научных журналах, благодаря чему их труды быстро получили международную известность, ученых стали персонально приглашать на международ-

ные конференции, а также для проведения совместных мероприятий, получения и выполнения работ по международным грантам. Бывали периоды после 1992 года, когда только благодаря этим зарубежным грантам (Фонда Сороса, НАСА и Университета Теннесси, США) и удавалось как-то выжить при нулевом отечественном финансировании.

Большую роль (и не только для сотрудников коллектива, но и для всех, кто работал в стране в области гравитации и космологии) сыграл и тот факт, что Кирилл Петрович начал издавать в Атомиздате ежегодный сборник научных работ “Проблемы теории гравитации и элементарных частиц”. В нем печатались многие новаторские, не ортодоксальные работы, доступ которым в вышеназванные журналы обычно был закрыт.

В пост-советское время (особенно начиная с 1988 года, когда на абсолютно демократических принципах было образовано Российское гравитационное общество) отношения между различными гравитационными группами по ряду причин изменились к лучшему. Во-первых, многих руководителей соперничавших школ уже не стало. Во-вторых, ситуация в российской науке из-за резкого обвала финансирования стала критической. Более молодые лидеры научных групп в области гравитации, космологии и астрофизики стали понимать, что в таких условиях надо помогать или, по крайней мере, не мешать друг другу, не действовать, как некоторые прежде по принципу: “Чтобы нам было хорошо, другим должно быть плохо” или “не нужно делать гадости без особой нужды”. И в этом большую роль сыграло и играет сейчас Российское гравитационное общество, действительно общественное объединение ученых России и стран СНГ в области гравитации и смежных наук (космологии, астрофизики и др.), созданное в 1988 году во время проведения Всесоюзной гравитационной конференции в г. Ереване. Сначала оно было создано как всесоюзное, а после распада СССР стало российским с участием ученых бывшего союза. Проводимые ежегодно отечественные и международные конференции, регулярное издание первого в России научного журнала “Гравитация и космология” в данной области наук, помощь в получении грантов Миннауки и др. позволили многим группам и отдельным ученым выжить в ужасающих условиях финансирования науки и образования, в которые они были поставлены руководителями России с началом перестройки и вплоть до настоящего времени. Несмотря на отъезд части российских ученых в этих областях за рубеж, переход полностью или частично на работу в коммерческие структуры, оставшиеся в науке ученые продолжают активную научную деятельность. Можно сказать, что они в основном сохранили высокий потенциал России в области гравитации и космологии и продолжают оставаться на одной из ведущих позиций в мире, особенно по теоретическим работам. К сожалению, в области экспериментальных работ, как и

в других областях науки, положение заметно ухудшилось из-за недостатка или полного отсутствия средств на оборудование.

А ситуация в российской фундаментальной науке в целом и особенно с ее финансированием продолжает ухудшаться. Кирилл Петрович застал только начало этого процесса, и это вызывало у него боль и негодование действиями властей, которые не понимали и не понимают до сих пор, что для будущего России реальная, а не на словах и в декларациях, поддержка фундаментальной науки является приоритетным направлением, залогом ее процветания и могущества. Иного пути нет и не может быть в новом тысячелетии. Даже малые государства, мечтающие добиться успеха сейчас и в будущем, вкладывают большие средства в образование и науку. Потерять научный потенциал легко при неправильной политике, а восстановить его будет практически невозможно. Пример Германии, занимавшей до второй мировой войны ведущее место в мировой науке, показывает, что она до сих пор не может создать ничего подобного, хотя и вкладывает довольно большие средства в науку. История свидетельствует, что нужны десятилетия, а порой даже столетия или особые исторические условия (типа делового соревнования лидеров двух мировых систем, как это было в США и СССР), для бурного развития фундаментальной науки. Сейчас Россия испытывает недостаток в молодых научных кадрах, но еще более серьезные проблемы со средним поколением ученых, которые ушли в другие сферы деятельности. Это произошло вследствие колоссального падения престижа ученых в России из-за нищенских зарплат в начале перестройки и ничтожного притока молодых ученых в тот период. В настоящее время намечается некоторый приток молодых ученых, но качество их образования не дают особой надежды на будущее. Нельзя платить ученым мизерные зарплаты и надеяться на возрождение науки. Престиж труда ученых и эффективность их работы зависят от достойного уровня оплаты: прежде всего базовой оплаты плюс доплат через гранты, проекты и государственные программы. Многоканальность дополнительного финансирования [Российский Фонд Фундаментальных Исследований (РФФИ), проекты Министерства образования и науки, международные и частные фонды], отсутствие монополии в ее распределении (когда это решают одни и те же группы или отдельные лидеры из Академии наук, как и ранее в СССР) является необходимым условием успеха. Иначе в России через 5–10 лет старшее поколение ученых исчезнет, и кто их заменит, пока не ясно.

В 2004 г. в связи с реорганизацией правительства началось очередное “наступление” на российскую фундаментальную науку. С начала нынешнего года до августа новым Министерством образования и науки заморожено финансирование некоторые проектов (в том числе международных), уменьшено финансирование в РФФИ, упразднен Госстандарт России, где фундаментальной наукой все еще занимается ряд научно-исследовательских институтов. Везде (вклю-

чая РАН, РФФИ и др.) на первый план выдвинут лозунг “инновационной деятельности” (вспомним лозунги малообразованных чиновников о необходимости “внедрения” результатов научной деятельности самими учеными в советские времена), хотя это не дело фундаментальной науки, а функции соответствующих коммерческих структур, которые во всем мире сами ищут, где и как использовать результаты работы ученых, налаживать соответствующее производство и получать от этого прибыль. Разговор о малой эффективности российской науки не имеет никакого отношения к самим российским ученым, в особенности работающим в фундаментальных направлениях, а напрямую связано с теми условиями, которые в стране реализованы, с той политической и экономической системой, которую насаждают власти. Многие выдающиеся советские ученые, включая проф. К.П. Станюковича, не дожили до современного ужасающего состояния российской науки. Они творили в условиях, обеспечивающих нормальную, не нищенскую жизнь, а главное, тогда их труд был уважаемым и почетным. Именно это нужно настоящему ученому для плодотворной работы, не роскошь, а достойная жизнь без бесконечных поисков любых дополнительных заработков. Российская фундаментальная наука, как и российская культура, – интеллектуальный потенциал страны, признанный во всем мире, это такое же национальное богатство, как и ее огромные природные ресурсы. Именно возрождение и дальнейшее развитие науки, особенно фундаментальной, поможет России быть на передовых рубежах, а ее народу обеспечить достойную жизнь и процветание.

Так всегда думал и в этом ключе работал Заслуженный деятель науки и техники России, профессор Кирилл Петрович Станюкович.

Наука всегда была смыслом и делом всей его жизни!

## Профессор Станюкович – персонаж фантастического рассказа

Нередко авторы фантастических рассказов или романов вводят в повествование реальных людей, порой ученых. Так, в одном из рассказов А.П. Казанцева фигурирует Евгений Леонидович Кринов, превращенный в Евгения Алексеевича Крымова. Есть и другие примеры подобных “превращений”.

Но вот известный американский писатель-фантаст Артур Кларк вывел в своем рассказе “Смерть и сенатор” [27] некоего профессора Станюковича под этой самой фамилией. И запустил его в Космос. Впрочем, судите сами. Дело происходит в космическом корабле, в состоянии невесомости. Приводим пару отрывков из этого рассказа.

“Профессор Станюкович, одетый лишь в шорты и фуфайку, парил в воздухе в полуметре над своим креслом. При виде посторонних он ухватился за спинку, подтянулся, сел и пристегнулся матерчатым поясом. Позади него выстроилась целая батарея различных аппаратов. А за переборкой простирался Космос.

Первым, с правого экрана, заговорил доктор Хакнесс.

– Мы ждали вашего звонка, сенатор. Профессор Станюкович говорит, что все готово.

– Следующий корабль будет через два дня, – сказал русский ученый. – С ним я возвращусь на Землю, но надеюсь сперва встретить вас на станции.

Его голос звучал неожиданно звонко в оксигелиевой атмосфере. Но только это и напоминало о расстоянии, помехи отсутствовали. Хотя Станюкович был в тысячах миль от Земли и мчался в Космосе со скоростью четырех миль в секунду, его было видно так хорошо, словно он сидел в одном кабинете со Стилменом.

Сенатор слышал даже тихое жужжание электромоторов в отсеке ученого.

– Профессор, – заговорил Стилмен, – мне хотелось бы сперва задать несколько вопросов.

– Пожалуйста!

Вот теперь расстояние дало себя знать: ответ Станюковича дошел не сразу; видно, станция сейчас летит над противоположной стороной Земли.

– В Астрограде я видел в клинике много других пациентов. Можно узнать – по какому принципу отбирают больных для лечения?

Пауза затянулась, на этот раз явно не из-за медлительности радиоволн. Наконец Станюкович ответил:

– Отбирают тех, у кого больше надежд на излечение”.

Пропустим несколько строк. Поясим, что Стилмен – американский сенатор, который надеется вылечиться, пройдя космический курс лечения. Хакнесс – американский ученый. Интересно замечание Артура Кларка о том, что Стилмен – кандидат в президенты – лечится в русской космической больнице, потому что его собственной стране такая больница оказалась не по карману.

“Дело нешуточное, но он (Стилмен) от души веселился. Ясно, как день: обоим ученым (Станюковичу и Хакнессу) одинаково важно добиться успеха. Станюковичу тоже нелегко, можно представить себе, сколько этот вопрос обсуждали в Астрограде и в Москве, и с какой охотой советские космонавты ухватились за такую возможность. Что ж, они вправе пожинать плоды своих усилий”.

Так профессор Станюкович волей Артура Кларка был превращен в “космического врача”.

## Основные даты жизни и деятельности К.П. Станюковича

- 1916, 2 марта (18 февраля с.ст.)** – у служащего ж.-д. Петра Александровича Станюковича и его жены Софьи Здзиславовны родился сын Кирилл (г. Москва).
- 1926–1931** – обучение в 13-й школе-семилетке Замоскворецкого района г. Москвы.
- 1930, май** – вступление в члены-сотрудники Московского общества любителей астрономии (МОЛА).
- 1931, лето** – участие в Карадагской метеорной экспедиции МОЛА.
- 1932, февр.** – первая научная публикация (“Лириды в 1930 г.”, совм. с И.Е. Васильевым).
- 1932, авг.** – первая в СССР фотография метеора с обтюратором.
- 1933–1939** – заочное обучение в МГУ, на механико-математическом факультете.
- 1933, февр.** – первый научный доклад на коллоквиуме метеорного отдела Коллектива наблюдателей МОВАГО.
- 1933** – прием в действительные члены Московского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества (МОВАГО).
- 1933–1936** – работа экскурсоводом МОВАГО и Московского планетария.
- 1934, май** – избран заведующим метеорным отделом Коллектива наблюдателей МОВАГО.
- 1934, авг.** – получение первого в СССР спектра метеора (с сотр.).
- 1936 – 1939** – работа научным сотрудником Комитета по метеоритам АН СССР.
- 1939, ноябр. – 1941, май** – служба в рядах Красной Армии.
- 1941, сент. – 1943, дек.** – работа по заданию Гос. комитета обороны СССР.
- 1944, янв. – 1945, февр.** – работа в Инженерном комитете Красной Армии.
- 1944** – защита кандидатской диссертации.
- 1945, февр. – 1950, сент.** – работа в Артиллерийской академии им. Дзержинского (инженер, ст. преподаватель).
- 1946, 11 дек.** – женитьба на Ядвиге Владиславовне Козловской.
- 1947, июль** – присвоена ученая степень доктора технических наук.
- 1947, сент. – 1949, май** – работа в Институте химической физики АН СССР (зав. лабораторией, ст. научный сотрудник).
- 1947, сент. – 1951, окт.** – работа в ЦНИИМаш им. Баранова (консультант).
- 1948, 23 февр.** – родился сын Андрей.
- 1948** – выход первой монографии “Теория неустановившихся движений газа”.
- 1950, дек. – 1952, ноябр.** – работа в ВНИИХим.Маш (консультант).
- 1952** – присвоено ученое звание профессора.
- 1952, март – 1961, ноябр.** – работа в МВТУ им. Баумана (зав. кафедрой, профессор).
- 1953** – награжден орденом Трудового Красного Знамени.
- 1955** – выход капитальной монографии “Неустановившиеся движения сплошной среды”.

- 1958 – выход монографии “Введение в космическую газодинамику” (совм. с Ф.А. Баумом и С.А. Капланом).
- 1959 – выход монографии “Физика взрыва” (1-е изд., совм. с Ф.А. Баумом и Б.И. Шехтером).
- 1961, ноябр. – 1965, сент. – работа в ВНИИ электромеханики (нач. лаборатории).
- 1965, сент. – 1967, апр. – работа в ВНИИ интроскопии (нач. отдела).
- 1965 – выход монографии “Гравитационное поле и элементарные частицы”.
- 1967, апр. – переведен в систему Госстандарта СССР, в Институт оптико-физических измерений (зам. директора, нач. лаборатории).
- 1969 – переведен на должность нач. лаборатории.
- 1969 – 1972 – избран председателем МОВАГО.
- 1970 авг. – перевод в ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ) (нач. отдела гравитации).
- 1971 – выход 2-го издания “Неустановившихся движений...”
- 1974, март – перевод во ВНИИ метрологической службы (нач. отдела “Физические основы метрологии в гравитации”).
- 1974, апр. – присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.
- 1975 – выпущено 2-е издание “Физики взрыва” (с четырьмя соавторами).
- 1976, апр. – перевод во ВНИИФТРИ (нач. отдела методов механики сплошной среды и теории поля).
- 1981, окт. – присуждена Государственная премия СССР за работы в области химии (офиц. формулировка).
- 1982, июль – переведен во ВНИИ центр по изучению свойств поверхности и вакуума (нач. отдела).
- 1983 – выход монографии “Гидродинамика, поля и константы в теории гравитации” (совместно с В.Н. Мельниковым).
- 1989, апр. – назначение в Межотраслевой научно-инженерный центр “Природные ресурсы” (главным специалистом).
- 1989, 4 июня – смерть от инсульта в г. Москве.
- 1991 – выход последней посмертной статьи.
- 2002 – выход 3-го издания “Физика взрыва” (с 14-ю соавторами).

# Библиография

## Список основных трудов К.П. Станюковича

1. Лириды в 1930 году. Бюлл. КН МОЛА, 1932, № 15, с. 5–11 (совм. с И.Е. Васильевым).
2. Метод одностороннего определения высот и геоцентрических скоростей метеоров. Бюлл. КН ВАГО, 1932, № 16, с. 27–33.
3. Метеорный поток Лирид. Мироведение, 1933, т. 32, № 2, с. 44–56 (совм. с К.А. Ворошиловым).
4. Шепетовский болид. Бюлл. КН ВАГО, 1933, № 23, с. 87–89 (совм. с К.А. Ворошиловым).
5. Применение некоторых эмпирических зависимостей к изучению метеоров. Астрон. жур., 1933, т. 10, № 4, с. 457–464.
6. Определение истинных скоростей и высот метеоров методом сравнения. Бюлл. КН ВАГО, 1934, № 24, с. 91–94.
7. Метеорные потоки, связанные с кометами (Биэлиды,  $\gamma$ -Аквариды, Ориониды, Понс-Виннекиды и Геминиды). Мироведение, 1935, т. 24, № 2, с. 104–112 (совм. с К.А. Ворошиловым).
8. Относительное давление верхних слоев атмосферы по наблюдениям метеоров. Бюлл. КН ВАГО, 1935, № 32, с. 155–157.
9. Результаты фотографического изучения одного яркого метеора. Астрон. жур., 1935, т. 12, № 5, с. 440–449 (совм. с В.В. Федынским).
10. Подъем на самолете для наблюдения полного солнечного затмения. 19 июня 1936 г. Мироведение, 1936, т. 25, № 5, с. 22–25.
11. Метеорная астрономия в СССР за 25 лет. Мироведение, 1937, т. 26, № 6, с. 413–419 (совм. с К.А. Ворошиловым).
12. Определение радиантов, скоростей и высот метеоров по односторонним фотографиям. Бюлл. ВАГО, 1939, № 4, с. 3–10.
13. К вопросу о направленном взрыве. Изв. АН СССР, сер. физ., 1944, т. 8, № 4, с. 214–223 (совм. с Г.И. Покровским).
14. О характере разлета продуктов детонации и об активной части кумулятивного заряда // Изв. Артиллер. акад. им. Дзержинского, 1945, вып. 46, с. 222–224 (совм. с Ф.А. Баумом).
15. Об изучении детонации конденсированных взрывчатых веществ. Доклады АН СССР, 1945, т. 46, № 9, с. 399–402 (совм. с Л.Д. Ландау).
16. Определение скорости истечения продуктов детонации некоторых газовых смесей. Доклады АН СССР, т. 47, № 3, с. 205–207 (совм. с Л.Д. Ландау).
17. Определение скорости истечения продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ. Доклады АН СССР, 1945, т. 47, № 4, с. 273–276 (совм. с Л.Д. Ландау).
18. Автомодельные решения уравнений гидродинамики, обладающих центральной симметрией. Доклады АН СССР, 1945, т. 48, № 5, с. 331–333.
19. Применение частных решений уравнений газовой динамики к изучению детонационных и ударных волн. Доклады АН СССР, 1946, т. 52, № 7, с. 588–592.

20. Об отражении фронта детонационной волны. Доклады АН СССР, 1946, т. 52, № 9, с. 777–778.
21. Определение показателя степени в законе состояния продуктов детонации. Доклады АН СССР, 1946, т. 53, № 1, с. 33–34 (совм. с Г.И. Покровским).
22. Одномерный разлет продуктов детонации бризантных взрывчатых веществ. Доклады АН СССР, 1946, т. 53, № 6, с. 523–526.
23. О разрушительном действии метеоритных ударов. Доклады АН СССР, 1947, т. 57, № 2, с. 129–132 (совм. с В.В. Федынским).
24. Истечение продуктов детонации в случае “косой” детонационной волны. Доклады АН СССР, 1947, т. 56, № 4, с. 315–318.
25. Двустороннее истечение газа из цилиндрического сосуда в трубу. Доклады АН СССР, 1947, т. 58, № 2, с. 201–204.
26. Об отражении плоской детонационной волны. Доклады АН СССР, 1947, т. 55, № 7, с. 591–594 (совм. с Я.Б. Зельдовичем).
27. Движение частиц продуктов детонации линейного заряда. Доклады АН СССР, 1947, т. 58, № 5, с. 763–766.
28. Некоторые точные решения уравнений газовой динамики для центрально-симметричных движений. Доклады АН СССР, 1948, т. 60, № 7, с. 1141–1144.
29. Теория неустановившихся движений газа. М.: Изд-во бюро новой техники, 1948, 164 с.
30. К вопросу об угловом моменте количества движения планет Солнечной системы. Доклады АН СССР, 1948, т. 61, № 2, с. 227–230.
31. Автомодельные плоские и осесимметричные установившиеся движения газа. Доклады АН СССР, 1949, т. 64, № 1, с. 29–32.
32. Автомодельные плоские и осесимметричные неустановившиеся течения газа. Доклады АН СССР, 1949, т. 64, № 2, с. 179–181.
33. Автомодельные движения газа в поле тяжести. Доклады АН СССР, 1949, т. 64, № 4, с. 467–470.
34. О возрастании энтропии в бесконечной Вселенной. Доклады АН СССР, 1949, т. 69, № 6, с. 788–796.
35. Элементы физической теории метеоров и кратерообразующих метеоритов. Метеоритика, 1950, вып. 7, с. 39–62.
36. Выступление К.П. Станюковича. Труды Первого совещания по вопросам космогонии. М.: АН СССР, 1951, с. 142–144.
37. К вопросу о происхождении Солнечной системы. Астрон. жур., 1952, т. 29, № 3, с. 288–305.
38. Теория взрывчатых веществ. 1. М.: Изд-во Артиллер. акад. им. Дзержинского, 1952, 393 с. (совм. с Ф.А. Баумом и Б.И. Шехтером).
39. Теория взрывчатых веществ. 2. М.: Изд-во Артиллер. акад. им. Дзержинского, 1953, 363 с. (совм. с Ф.А. Баумом и Б.И. Шехтером).
40. Элементы прикладной теории неустановившихся движений газа. М.: Оборонгиз, 1953, 185 с.
41. Новый приближенный метод интегрирования некоторых уравнений гиперболического типа. Доклады АН СССР, 1953, т. 93, № 6, с. 979–982.
42. Выступление К.П. Станюковича. Труды Второго совещания по вопросам космогонии. М.: АН СССР, 1953, с. 304–311.
43. К вопросу о происхождении космических лучей и мезонов в космических лучах. Труды Третьего совещания по вопросам космогонии. М.: АН СССР, 1954, с. 279–314.
44. Решение уравнений магнитогазодинамики для одномерного движения. Доклады АН СССР, 1954, т. 95, № 4, с. 769–771 (совм. с С.А. Капланом).

45. Общие решения уравнений газовой динамики для одномерных движений для некоторого заданного уравнения состояния или процесса. Доклады АН СССР, 1954, т. 96, № 3, с. 441–444.
46. К вопросу о происхождении метеоритов. Тезисы доклада на 4-й метеоритной конференции. Метеоритика, 1954, № 11, с. 63.
47. Природа тяготения. Наука и жизнь, 1954, № 1, с. 21–23.
48. Элементы релятивистской магнитогазодинамики. Изв. АН СССР. сер. физ., 1955, т. 19, № 6, с. 639–650.
49. Про вибухові процеси при могутніх вулканічних виверженнях. Київський державний Університет ім. Шевченка. Фізический сборник, 1955, № 8, с. 123–130 (совм. с Ф.А. Баумом и С.К. Всехсвятским, укр. яз.).
50. К вопросу о вычислении тяги различных реактивных двигателей // Некоторые вопросы механики (к 125-летию МВТУ). М.: Оборонгиз, 1954, вып. 32, с. 26–46.
51. Некоторые вопросы газодинамики нестационарных звезд. Труды Четвертого совещания по вопросам космогонии. М.: АН СССР, 1955, с. 483–508.
52. Выступление К.П. Станюковича. Труды Четвертого совещания по вопросам космогонии. М.: АН СССР, 1955, с. 365–366.
53. Неустановившиеся движения сплошной среды. М.: Гостехиздат, 1955, 804 с.
54. Бесконечная Вселенная // Вселенная. М.: Госкультпросветиздат, 1955, с. 391–403.
55. Определение траекторий метеоров в атмосфере Земли. Бюлл. ВАГО, 1955, № 16(23), с. 7–14.
56. Некоторые задачи элементарной теории смешения газов // Некоторые вопросы механики (к 125-летию МВТУ). М.: Оборонгиз, 1955, вып. 32, с. 5–25.
57. Некоторые вопросы теории пульсирующих воздушно-реактивных двигателей // Некоторые вопросы механики (к 125-летию МВТУ). М.: Оборонгиз, 1955, вып. 32, с. 148–156.
58. Некоторые закономерности движения газа в собственном поле тяжести // Механика. М.: Оборонгиз, 1955, вып. 50, с. 101–119.
59. Некоторые результаты в области релятивистской магнитогазодинамики. Доклады АН СССР, 1955, т. 103. № 1, с. 73–76.
60. Элементы релятивистской магнитогазодинамики. Изв. АН СССР, сер. физ., 1955, т. 19, № 6, с. 639–650.
61. Ракеты для межпланетных перелетов // Проблемы использования атомной энергии. М.: Воениздат. 1955, с. 57–65.
62. Первый космический рейс // В защиту мира, 1955. № 47, с. 96–104 (совм. с М.В. Васильевым).
63. Система воздушных ударных волн при полете и взрыве метеоритов. Метеоритика, 1956, вып. 14, с. 62–69.
64. О решении неоднородных задач одномерного движения в магнитной газодинамике. Жур. эксперим. и теор. физики, 1956, т. 30, вып. 2, с. 382–385 (совм. с С.А. Капланом).
65. О космических полетах. М.: Молодая гвардия, 1956, 32 с. (перевод на кит. яз., 1957).
66. Ракеты для межпланетных перелетов (2-е, испр. и доп. изд.) // Проблемы использования атомной энергии. М.: Воениздат. 1956, с. 164–179.
67. Некоторые неустановившиеся плоские и пространственные течения газа. Доклады АН СССР, 1957, т. 112, № 4, с. 595–598.
68. Некоторые вопросы магнитогазодинамики с учетом конечной проводимости. Жур. эксперим. и теор. физики, 1957, т. 33, № 5(12), с. 1417–1427 (совм. с Г.С. Голицыным).

69. Газодинамические основы внутренней баллистики. М.: Оборонгиз. 1957, 219 с. (совм. с С.А. Бетехтиным, А.М. Венициным, М.С. Гороховым, И.Д. Федотовым).
70. Полет на Луну возможен // В защиту мира, 1957, № 78, с. 19–25.
71. A la conquête du Cosmos // Horizons (la revue de la paix). 1957, Déc., p. 96–104.
72. Введение в космическую газодинамику. М.: Физматлит. 1958, 424 с. (совм. с Ф.А. Баумом и С.А. Капланом).
73. Некоторые стационарные релятивистские течения. Доклады АН СССР, 1958, т. 119, № 2, с. 251–254.
74. Релятивистское обобщение формулы Циолковского // Некоторые вопросы механики (МВТУ). М.: Оборонгиз, 1958, вып. 88, с. 156–161.
75. Взаимодействие двух тел, “излучающих” потоки газа. Доклады АН СССР, 1958, т. 119, № 4, с. 686–689.
76. Замечания о движении тел с большими скоростями в слабом поле тяжести. Доклады АН СССР, 1958, т. 120, № 2, с. 277–280.
77. К расчету оптимальных соотношений ступеней составной ракеты // Некоторые вопросы механики (МВТУ). М.: Оборонгиз, 1958, вып. 88, с. 144–155 (совм. с Ю.А. Победоносцевым).
78. Некоторые вопросы аэродинамики свободно летящей жидкой струи // Некоторые вопросы механики (МВТУ). М.: Оборонгиз, 1958, с. 5–54.
79. Некоторые замечания о структуре ударных волн. Жур. эксперим. и теор. физики, 1958, т. 35, № 3(9), с. 828–830 (совм. с Г.С. Голицыным).
80. Некоторые стационарные релятивистские движения газа в проводящей среде. Жур. эксперим. и теор. физики, 1958, т. 36, № 3(9), с. 762–765.
81. Ударные волны в проводящем ультрарелятивистском газе. Жур. эксперим. и теор. физики, 1958, т. 35, № 2(8), с. 520–521.
82. Пути к звездам // Новости науки и техники. М.: Знание, 1958, сер. IV, № 32–33, с. 26–40 (совм. с Б.В. Ляпуновым).
83. Raketen für interplanetare Flüge. Wissen und Leben. 1958, Bd. 3, N 1, S. 1–6.
84. Ударные волны в твердых телах. Изв. вузов, физика, 1958, № 6, с. 14–24 (совм. с Л.П. Орленко).
85. Ударные волны. Природа, 1958, № 12, с. 33–38 (совм. с Г.С. Голицыным).
86. The nature of gravitation. Sci. a. culture, 1958, V. 24, № 3, P. 110–112.
87. К вопросу о физической природе тяготения. Бюлл. ВАГО, 1959, № 24(31), с. 3–17.
88. Физика взрыва. М.: Физматлит, 1959, 800 с. (совм. с Ф.А. Баумом и Б.И. Шехтером).
89. К вопросу о термодинамике Вселенной. Труды Шестого совещания по вопросам космогонии. М.: АН СССР, 1959, с. 219–225.
90. Цилиндрические и плоские магнитогидродинамические волны. Жур. эксперим. и теор. физики, 1959, т. 36, № 6, с. 1782–1787.
91. К вопросу об ударе твердых тел с большими скоростями. Жур. эксперим. и теор. физики, 1959, т. 36, № 5, с. 1605–1606.
92. Рецензия на книгу: И. Евгеньев, Л. Кузнецова. За огненным камнем. Астрон. жур., 1959, т. 36, № 2, с. 380–381 (совм. с В.В. Федынским).
93. Третий гигантский шаг // Нехожеными тропами Вселенной. М.: Правда, 1959, с. 16–20.
94. Приближенное решение задачи о движении проводящей плазмы. Доклады АН СССР, 1960, т. 130, № 6, с. 1248–1251 (совм. с Г.А. Скуридиным).
95. Движение проводящей плазмы под действием поршня. Доклады АН СССР, 1960, т. 131, № 1, с. 72–74 (совм. с Г.А. Скуридиным).

96. Линейная аппроксимация скорости и задача об одномерном движении плазмы с конечной проводимостью. Доклады АН СССР, 1960, т. 134, № 2, с. 300–303 (совм. с Л.Б. Левитиным).
97. Элементы теории удара твердых тел с большими (космическими) скоростями // Искусств. спутники Земли, 1960, вып. 4, с. 86–117.
98. Роль внешних космических факторов в эволюции Луны // Луна. М.: Физматлит. 1960, гл. 8, с. 299–329 (совм. с В.А. Бронштэном).
99. Об эффектах падения больших метеоритов (тезисы доклада). Метеоритика, 1960, вып. 18, с. 19.
100. Unsteady motion of continuous media. Pergamon Press. London – Oxford – Paris – New York, 1960, 745 pp.
101. Об одном эффекте в области аэродинамики метеоров. Изв. АН СССР. 1960, механика и машиностроение, № 5, с. 3–8.
102. О движении газа в поле тяжести. Изв. Казахск. гос. ун-та, 1960, т. 2, с. 25–31 (совм. с Л.А. Вулисом).
103. О движении метеорных тел в атмосфере Земли. Метеоритика, 1961, вып. 20, с. 54–71 (совм. с В.П. Шалимовым).
104. Об излучении гравитационных волн “элементарными частицами”. Вестн. МГУ, сер. III, физика, астрономия, 1961, № 5, с. 71–82.
105. В мире семи стихий. М.: Молодая гвардия, 1961, 252 с. (совм. с М.В. Васильевым). Пер. на франц., англ., исп., корейск. яз.
106. Одномерные адиабатические течения ультрарелятивистского газа. Доклады АН СССР, 1961, т. 139, № 3, с. 590–593.
107. Автомодельные релятивистские движения в случае точечной симметрии. Доклады АН СССР, 1961, т. 140, № 1, с. 77–80.
108. О скорости и энергии Тунгусского метеорита. Доклады АН СССР, 1961, т. 140, № 3, с. 583–586 (совм. с В.А. Бронштэном).
109. Гравитационные волны и элементарные частицы // Тезисы и программа 1-й советской гравитационной конференции. М.: МГУ. 1961, с. 103–105.
110. О взаимодействии внегалактических объектов // Тезисы и программа 1-й советской гравитационной конференции. М.: МГУ, 1961, с. 160–161.
111. Адиабатические одномерные движения ультрарелятивистского газа. Жур. экперим. и теор. физики, 1962, т. 43, № 1(7), с. 193–204.
112. El Cosmos y sus siete estados. Moscú, Edit. Paz (junto con M. Vassiliev).
113. Matter and Man. Moscow; Peace Publ. (with M. Vassiliev, without date).
114. Вселенная ждет земных колумбов // В защиту мира, 1961, № 12, с. 52–59 (совм. с М.В. Васильевым).
115. Сквозь лунные трудности // Искатель. 1961, № 1, с. 7–10.
116. Вариация произвольных постоянных в автомодельных решениях. Инженерный журнал, 1962, т. 2, № 2, с. 355–358.
117. Лагранжиан в релятивистской механике сплошных сред. Доклады АН СССР, 1962, т. 145, № 1, с. 59–62.
118. Магнитная гидродинамика // Труды Всес. съезда по теор. и прикл. механике, 1962, с. 94–113 (совм. с Г.С. Голицыным и А.Г. Куликовским).
119. Основные уравнения релятивистской магнитогидродинамики плазмы // Труды 2-й Рижской конференции по магнитной гидродинамике. Рига: АН ЛатвССР, 1962, с. 5–32.
120. Плоские и цилиндрические волны в среде с конечной проводимостью // Вопросы магнитной гидродинамики и динамики плазмы. Труды 2-й Рижской конференции по магнитной гидродинамике. Рига: АН ЛатвССР, 1962, с. 257–274 (совм. с Л.Б. Левитиным и М.И. Киселевым).
121. К вопросу о возможном изменении гравитационной постоянной. Доклады АН СССР, 1962, т. 147, № 6, с. 1348–1351.

122. Проблемы термодинамики космического пространства // Тезисы докладов на Первой научно-метрической конференции по термодинамике. М.: Гос. техн. изд-во нефтяной и горнотопливной литературы, 1962, с. 46–49.
123. Некоторые параметры движения сыпучих тел // Научно-методический сборник. М.: Военно-воздушная академия им. Жуковского, 1962, вып. 31–32, с. 163–170 (совм. с А.Н. Слепневым).
124. Formation of lunar craters and bright rays as result of meteorite Impacts. The Moon. Proc. Symp. № 14 IAU. Acad. Press, 1962, p. 415–418 (with V.A. Bronshten).
125. Основные уравнения магнитной гидродинамики и динамики плазмы. Рига: 1962, с. 5–32.
126. Взаимодействие тел, излучающих гравитационные волны. (II). Вестн. МГУ, сер. III, физика, астрономия, 1962, № 1, с. 78–90.
127. Изучение плоских и цилиндрических волн в среде с конечной проводимостью // *Archiwum Mechaniki Stosowanej*. Warszawa, 1962, т. 14, № 3/4, с. 683–688.
128. Релятивистское движение среды и переход в излучение // *Archiwum Mechaniki Stosowanej*. Warszawa, 1962, т. 14, № 3/4, с. 719–729.
129. Вариационный принцип в общей теории относительности. Доклады АН СССР, 1963, т. 153, № 3, с. 562–565.
130. Образование лунных кратеров и светлых лучей в результате метеоритных ударов // Новое о Луне. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1963, с. 311–314 (совм. с В.А. Бронштэном).
131. Межзвездные перелеты // *Космос*. М.: АН СССР, 1963, вып. 1, с. 3–24 (совм. с В.А. Бронштэном).
132. О кратерообразующих метеоритах // Труды Ин-та геологии АН ЭстССР, 1963, т. 11, с. 73–83 (совм. с В.А. Бронштэном).
133. Одно обобщение уравнений гравитации Эйнштейна. Доклады АН СССР, 1963, т. 148, № 2, с. 321–324.
134. Обобщение моделей Вселенной Фридмана. Доклады АН СССР, 1963, т. 151, № 3, с. 546–549.
135. О колебании упругого неоднородного слоя с криволинейной границей, лежащего на упругом неоднородном полупространстве. Прикл. матем. и мех., 1963, т. 27, № 1, с. 116–125 (совм. с Л.Б. Левитиным и Г.А. Скуридиным).
136. Лагранжиан сплошной среды в римановом пространстве. Доклады АН СССР, 1964, т. 154, № 2, с. 313–316.
137. Новый вариационный формализм в общей теории относительности. Доклады АН СССР, 1964, т. 158, № 1, с. 78–81.
138. Анализ квазимаксвелловских уравнений, описывающих компенсирующие поля. Доклады АН СССР, 1964, т. 159, № 6, с. 1261–1263 (совм. с А.Г. Иосифьяном, Г.А. Соколиком).
139. Один приближенный метод интегрирования уравнений плоского потенциального течения газа. Инженерный журнал, 1964, т. 4, № 2, с. 318–321.
140. Развитие науки и ее влияние на военное дело // *Атом и оружие* (Научно-технический прогресс и военное дело). М.: Воениздат, 1964, с. 9–25 (совм. с П.И. Русановым).
141. Основы теории действия взрыва. М.: Военно-инженерная академия им. Куйбышева, 1964, 163 с. (совм. с Л.П. Орленко).
142. Оценка магнитосейсмического разогрева Земли // Применение магнитной газодинамики. Труды Межвузовской научной конференции по новой технике. М.: Мин-во высшего и среднего спец. образования, МАИ им. Орджоникидзе, 1964, с. 289–291 (совм. с М.И. Киселевым и А.С. Мониным).
143. Теория квазиодномерных магнитогазодинамических течений с переменной проводимостью // Применение магнитной газодинамики. Труды Межвузов-

- ской научной конференции по новой технике. М.: Мин-во высшего и среднего спец. образования РСФСР, 1964, с. 276–282 (совм. с М.И. Киселевым).
144. Гравитация. М.: Знание, 1964, 48 с. (совм. с С.М. Колесниковым).
  145. К вопросу об испарении ледяных метеорных тел. Метеоритика, 1964, вып. 24, с. 66–69.
  146. Гравитационное поле и элементарные частицы. М.: Наука, 1965, 312 с.
  147. Обобщение вариационного метода на криволинейные координаты евклидова пространства // Проблемы гравитации. Тбилиси: 1965, с. 19–25 (совм. с З.Ф. Ефимовым).
  148. Автомодельное движение релятивистского газа в общей теории относительности в случае точечной симметрии. Доклады АН СССР, 1965, т. 165, № 3, с. 510–513 (совм. с О. Шаршекеевым и В.Ц. Гуровичем).
  149. Ультрарелятивистский разлет газа в поле гравитации. Доклады АН СССР, 1965, т. 165, № 4, с. 806–808 (совм. с В.Ц. Гуровичем).
  150. Нестационарные адиабатические центрально-симметричные движения материи в общей теории относительности. Прикл. матем. и мех., 1965, т. 29, № 4, с. 716–722 (совм. с С.М. Колесниковым).
  151. О применении общих вариационных принципов в релятивистской механике идеальной жидкости. Прикл. матем. и мех., 1965, т. 29. № 1, с. 18–25 (совм. с В.Ц. Гуровичем).
  152. Новый взгляд на Вселенную. Земля и Вселенная, 1965, № 1, с. 82–83 (совм. с В.Н. Комаровым).
  153. Точный вариационный формализм в ОТО // Проблемы гравитации. Тбилиси, 1965, с. 241–244.
  154. Электродинамика в римановом пространстве. Доклады АН СССР, т. 164, № 4, с. 789–792.
  155. Унитарная модель гравитационного взаимодействия // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966, с. 45–60.
  156. О взаимодействии спинорного и гравитационного полей // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966, с. 61–67 (совм. с В.С. Брежневым и А.Г. Радыновым).
  157. О поведении пробного тела в пространстве времени с гравитационными волнами // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966, с. 130–134 (совм. с В.Д. Захаровым).
  158. Центральное-симметричное движение пылевидной материи в общей теории относительности // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966, с. 135–139 (совм. с С.М. Колесниковым).
  159. Космос и газовая динамика. Земля и Вселенная (сборник). М.: Знание, 1966, с. 44–55.
  160. Об одном возможном виде устойчивых частиц в Метагалактике. Доклады АН СССР, 1966, т. 168, № 4. с. 781–784.
  161. К вопросу о взаимодействии спинорного и гравитационного полей. Доклады АН СССР, 1966, т. 168, № 5, с. 1027–1029 (совм. с В.С. Брежневым).
  162. Исследование уравнения Дирака в римановом пространстве. Доклады АН СССР, 1966, т. 170, № 6, с. 1285–1287.
  163. Геодезические в пространствах Эйнштейна – Фридмана // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966, с. 140–151.
  164. Ударные волны в гравитационных полях // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966, с. 183–192 (совм. с О. Шаршекеевым).
  165. Поле Шварцшильда с чисто евклидовой пространственной метрикой // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966, с. 206–214 (совм. с О. Шаршекеевым).

166. К вопросу о существовании устойчивых частиц в Метагалактике // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966, с. 267–279.
167. К теории лунных кратеров. Космич. исслед., 1966, т. 4, № 3, с. 408–413 (совм. с А.К. Мухамеджановым).
168. Общее решение уравнений магнитной гидродинамики для одномерных нестационарных и плоских стационарных движений. Рига: АН ЛатвССР, 1966, вып. 1, с. 65–73 (совм. с Г.С. Голицыным и Т. Джузумкуловым).
169. Осесимметричные автомоделльные релятивистские движения газа // Плоскопараллельное и осесимметричное течение газов и жидкостей. Фрунз. ин-т физики и матем. АН КиргССР. Фрунзе: Илим, 1966, с. 54–65 (совм. с Т. Айтмурзаевым и Н. Аркабаевым).
170. Обобщенный вариационный формализм в общей теории относительности. Вестн. МГУ, 1964, № 1, с. 62–70.
171. К теории нелинейного скин-эффекта. Теплофиз. высоких температур, 1966, № 1, с. 87–91.
172. Вариационные принципы в общей теории относительности и закон сохранения энергии // Труды по теории поля. М.: Мос. ин-т радиоэлектроники и горной электромеханики – МОИП, 1965, вып. 2, с. 3–15.
173. Применение методов общей теории относительности к исследованию траекторий долгопериодических комет. Астрон. жур., 1966, т. 43, № 6, с. 1301–1305 (совм. с Т.В. Аверьяновой).
174. Преобразование интервала Фридмана // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1966, с. 241–248 (совм. с О. Шаршкевым).
175. О возможном излучении элементарных частиц (письмо в редакцию). Успехи физ. наук, 1966, т. 89, вып. 4, с. 731.
176. Об изучении и исследовании гравитационных взаимодействий. Астрон. вестн., 1967, т. 1, № 3, с. 129–142.
177. К вопросу об излучении элементарных частиц. Доклады АН СССР, 1967, т. 175, № 6, с. 1252–1255.
178. Начальная стадия двумерного нестационарного течения газа. Доклады АН СССР, 1967, т. 176, № 6, с. 1270–1273 (совм. И.Н. Горшковой).
179. Неустановившиеся истечения газа в постоянном поле тяжести. Доклады АН СССР, 1967, т. 177, № 4, с. 504–507 (совм. с К. Джусуповым).
180. К расчету магнитогидродинамических течений и задача отыскания оптимального МГД-генератора. Теплофиз. высоких температур, 1967, т. 5, № 6, с. 1087–1093 (совм. с Н.И. Колосницким).
181. Рецензия на книгу “Газовая динамика” (М.: Высшая школа, 1965). Механика жидкости и газа, 1967, № 4, с. 190–192.
182. Обобщение вариационного метода на криволинейные координаты евклидова пространства // Современные проблемы гравитации. Тбилиси: Тбилисский ун-т, 1967, с. 221–227 (совм. с З.Ф. Ефимовым).
183. Точный вариационный формализм в ОТО // Совр. проблемы гравитации. Тбилиси, 1967, с. 210–220.
184. Вступительное слово. От редактора // Взрывные кратеры на Земле и планетах. М.: Мир, 1968, с. 3–4.
185. Проблемы теории пространства, времени и материи. М.: Атомиздат, 1968, 174 с. (совм. с С.И. Колесниковым и В.М. Московкиным).
186. Волна разрежения и разлет среды в переменном поле тяжести. Доклады АН СССР, 1968, т. 180, № 4, с. 809–812 (совм. с К. Джусуповым).
187. Сферические звуковые волны в римановом пространстве. Доклады АН СССР, 1968, т. 181, № 4, с. 819–822.

188. Уравнение движения во внутреннем центрально-симметричном поле в общей теории относительности. Доклады АН СССР, 1968, т. 182, № 2, с. 326–329.
189. Метеориты создали рельеф Луны. Природа, 1968, № 7, с. 26–34 (совм. с А.К. Мухамеджановым).
190. Замечания относительно теоретико-групповых свойств тензора кривизны в римановом пространстве // Тезисы докладов 5-й Международной конференции по гравитации и теории относительности. Тбилиси: Тбил. ун-т, 1968, с. 63–65 (совм. с Г.А. Соколиком).
191. Однородные модели нестационарных “вселенных”. Вестн. МГУ, физика, астрономия, 1968, № 1, с. 17–24.
192. О квадрупольном излучении элементарных частиц. Вестн. МГУ, физика, астрономия, 1968, № 2, с. 17–25.
193. О вычислении отношения масс протона и электрона. Вестн. МГУ, физика, астрономия, 1968, № 4, с. 46–49.
194. Об определении постоянной тонкой структуры. Вестн. МГУ, физика, астрономия, 1968, № 5, с. 3–8.
195. Статические образования в общей теории относительности и планкеоны. Прикл. матем. и мех., 1968, т. 32, № 5, с. 786–792 (совм. с В.Г. Лапчинским).
196. L'Univers des sept éléments. 2-ème édition. Série: Science pour Tous. Moscou, Mir, 1968, 305 pp. (avec M.V. Vassiliev).
197. Движение среды с ультрарелятивистскими скоростями в общей теории относительности. Доклады АН СССР, 1969, т. 185, № 5, с. 1030–1033.
198. Задача Толмана в центрально-симметричной системе отсчета. Доклады АН СССР, 1969, т. 186, № 4, с. 809–811.
199. К вопросу о метрике Шварцшильда в синхронной системе отсчета. Доклады АН СССР, 1969, т. 187, № 1, с. 75–78.
200. О проникновении антивещества в Солнечную систему и атмосферу Земли. Космич. исслед., 1969, т. 7, вып. 4, с. 597–601 (совм. с В.А. Бронштэном).
201. К анализу статистических данных по распределению кратеров и камней на поверхности Луны. Астрон. вестн., 1969, т. 3, № 1, с. 7–13 (совм. с А.К. Мухамеджановым).
202. Систематика элементарных частиц // О систематике частиц. Атомы, ядра, элементарные частицы. М.: Атомиздат, 1969, с. 74–157 (совм. с В.Г. Лапчинским).
203. О планкеонном ядре элементарных частиц // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 5–32 (совм. с Б.М. Степановым, В.Д. Бураковым, М.И. Киселевым, В.Г. Лапчинским).
204. Энергия элементарных частиц в гравитационном поле // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 33–39.
205. К элементарной теории планкеонов // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 40–49.
206. Шредингеровский формализм в релятивистской квантовой механике в римановом пространстве // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 50–71 (совм. с Г.А. Вилковским).
207. Новый вариационный принцип в общей теории относительности и возможности единой теории поля // М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 72–81.
208. Начальная стадия неустановившихся плоских движений в магнитной газовой динамике. Магнитная гидродинамика. Рига: Зинатне, 1969, № 4, с. 3–8 (совм. с Т. Джузумкуловым).
209. О поведении элементарных частиц в гравитационном поле // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 82–95.

210. О поведении частиц в переменном слабом гравитационном поле // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 115–123 (совм. с Г.А. Вилковским).
211. Групповая интерпретация тензора кривизны // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 124–144 (совм. с Г.А. Соколиком).
212. Дефект массы фермиона во внешнем гравитационном поле // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 145–152 (совм. с С.М. Колесниковым и А.Г. Радыновым).
213. К вопросу о коммутационных соотношениях в римановом пространстве // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 153–160 (совм. с В.П. Семеновым).
214. Почему несправедлив принцип эквивалентности в общей теории относительности // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1969, вып. 2, с. 168–174.
215. Сила, что движет мирами (о материи живой и спящей). М.: Атомиздат, 1969, 192 с. (совместно с М.В. Васильевым), (есть перевод на корейск. яз.).
216. Еще раз к вопросу о корректности моделей Фридмана // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1970, вып. 3, с. 20–23.
217. Модель скалярно-тензорного поля гравитации // М.: ВНИИ оптико-физич. измерений. 1970, препринт № 70-10, 24 с. (совм. с Н.А. Зайцевым, С.М. Колесниковым, А.Г. Радыновым).
218. Ковариантные уравнения гравитационного поля для однородных и изотропных космологических моделей. М.: ВНИИ оптико-физич. измерений, 1970, 14 с.
219. К вопросу о квантовании интервала. М.: ВНИИ оптико-физич. измерений. 1970, препринт № 70-1, 10 с.
220. Об операторе положения в общей теории относительности // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1970, вып. 3, с. 116–118 (совм. с А.В. Беловым и В.С. Брежневым).
221. Сферическая волна скалярного планкеона. Доклады АН СССР, 1970, т. 190, № 2, с. 309–312.
222. Отраженная одномерная волна разрежения в постоянном поле тяжести. Доклады АН СССР, 1970, т. 190, № 3, с. 545–548 (совм. с К. Джусуповым).
223. Некоторые задачи общей теории относительности для центрально-симметричного поля. Доклады АН СССР, 1971, т. 199, № 3, с. 579–582.
224. О почти замкнутых мирах Эйнштейна // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1970, вып. 4, с. 51–58 (совм. с А.В. Беловым и И.И. Логачевым).
225. К расчету магнитогазодинамических течений в каналах. Магнитная гидродинамика. Рига: Зинатне, 1970, № 3, с. 138–140 (совм. с Н.И. Колосницыным).
226. Модели “вселенной” Фридмана в центрально-симметричной системе отсчета. Астрофизика, 1970, т. 6, № 4, с. 571–580 (совм. с С.Ш. Шаршекеевым).
227. К вопросу об анизотропии гравитационного излучения ориентированных ядер // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1970, вып. 4, с. 71–73 (совм. с Ю.Н. Барабаненковым).
228. К вопросу о теории связи космологических и квантовых констант. Препринт 70-13. М.: ВНИИ оптико-физич. измерений. 1970, 20 с.
229. Эффекты статического центрально-симметричного скалярно-тензорного поля тяготения. Астрон. циркуляр, 1970, № 562, с. 5–7 (совм. с Н.А. Зайцевым, С.М. Колесниковым, А.Г. Радыновым).

230. Неустановившиеся движения сплошной среды. М.: Наука, 1971, 2-е изд., 855 с.
231. К вопросу о связи теории космологических и квантовых констант // Теория относительности и гравитация. М.: 1971, с. 3–19.
232. Закрытая модель Вселенной при переменном  $\chi$ . Доклады АН СССР, 1971, т. 197, № 3, с. 550–553.
233. О гравитационном коллапсе и черных и белых дырах // Тезисы докладов 3-й сов. гравитационной конференции. Ереван, 1972, с. 301–303 (совм. с М.Е. Герценштейном).
234. Вселенная Фридмана в центральной системе отсчета и принцип общей ковариантности // Тезисы докладов 3-й сов. гравитационной конференции. Ереван, 1972, с. 362–365 (совм. с О.Ш. Шаршекеевым).
235. Уравнение Клейна-Гордона в римановом пространстве. Теор. и матем. физика, 1972, т. 13, № 1, с. 140–142 (совм. с А.Н. Бондаревым).
236. Помехоустойчивая крутильная система. Измерительная техника, 1972, № 2, с. 36–38 (совм. с О.В. Карагиозом, В.П. Измайловым, В.В. Воронковым).
237. К вопросу о соотношении между космологическими и квантовыми константами. Киев: Ин-т теор. физики АН УССР, 1972, 10 с.
238. Масштабная инвариантность и уравнения гравитационного поля. Киев: Ин-т теор. физики АН УССР, 1972, ИТФ-74-ЮР, 17 с.
239. Сила, кюато движи светове. Софи: ДН “Техника”, 1972 (совм. с М.В. Васильевым, болг. яз.).
240. К вопросу о квантовании интервала // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: вып. 16(46), 1972, с. 6–12.
241. Элементы теории гравитационного вакуума // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: вып. 16(46), с. 125–143.
242. Гравитационное поле и Метагалактика // Труды Пятого съезда ВАГО. М.: ВАГО, 1973, с. 55–73.
243. Возможная генерация гравитационного излучения в атмосфере Солнца. Астрон. циркуляр, 1973, № 763, с. 3–5 (совм. с С.М. Колесниковым, Е.М. Колесниковой, Е.М. Масловым, Т.Г. Папковой, Т.Е. Савиной, А.К. Ставским).
244. К вопросу о гравитационном излучении фотонов // Тезисы докладов Всес. симп. “Новейшие проблемы гравитации”. М.: 1973, с. 14–16.
245. Гравитационные волны и космологическая постоянная // М.: Тезисы докладов Всес. симп. “Новейшие проблемы гравитации”, 1973, с. 84.
246. О природе пульсаров // Некоторые проблемы исследования Вселенной. Л., 1973, № 1, с. 56–64 (совм. с М.Е. Герценштейном, Ю.М. Айвазяном).
247. Результаты предварительных наблюдений на диэлектрическом детекторе Вебера. Астрон. циркуляр, 1973, № 795, с. 3 (совм. с С.М. Колесниковым, Н.И. Колосницыным, В.В. Цыплаковым).
248. Об интегрировании уравнений для одномерных ударных волн // М.: ВНИИФТРИ. Тезисы докладов I-го Всес. симп. по импульсным давлениям, 1973, с. 30–33.
249. К вопросу о связях метрик Шварцшильда и Толмана. Прикл. матем. и мех., 1973, т. 37, № 4, с. 739–745 (совм. с О.Ш. Шаршекеевым).
250. Философские аспекты современной космогонии и теории гравитации // Физическая наука и философия. М.: Наука, с. 271–275 (совм. с С.М. Колесниковым).
251. Физика и метрология // Вопросы стандартизации, метрологии и техники точных измерений. М.: Изд-во стандартов, 1973, с. 13–21.
252. Связь между центральной и сопутствующей системами отсчета и принципы общей ковариантности в космических моделях ОТО // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1974, вып. 5, с. 123–141.

253. Распространение звуковых волн в среде, находящейся в поле тяжести. Прикл. матем. и мех., 1974, т. 38, № 1, с. 114–120 (совм. с А.И. Кузнецовым, В.Ф. Нелепиным).
254. Об интегрировании уравнений для одномерных ударных волн // Избранные проблемы прикладной механики. М.: ВИНТИ, 1974, с. 665–672.
255. О “других” физических пространствах // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1974, вып. 5, с. 162–167 (совм. с М.Е. Герценштейном).
256. Наблюдение 27-суточных вариаций амплитуды свободных колебаний крутильного маятника. Астрон. циркуляр, 1974, № 821, с. 4–5 (совм. с М.И. Калинин, С.М. Колесниковым, Е.М. Колесниковой, В.Ю. Сафоновым, В.М. Сидоровым, А.К. Ставским).
257. Детектирование гравитационных волн от пульсаров. Астрон. циркуляр, 1974, № 824, с. 3 (совм. с О.Б. Хаврошкиным и В.В. Цыплаковым).
258. О квантовании интервала в римановом пространстве, гравитационном и слабом взаимодействии и реликтовом излучении. Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1974, вып. 5, с. 106–120.
259. Автомодельные движения в ОТО для сферически симметричной системы отсчета в специальных координатах. Жур. эксперим. и теор. физики, 1974, т. 66, № 3, с. 826–832.
260. Физика взрыва. 2-е изд. М.: Наука, 1975, 704 с. (совм. с Ф.А. Баумом, Л.П. Орленко, В.П. Челышевым, Б.И. Шехтером).
261. Масштабная инвариантность и уравнения гравитационного поля // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1976, вып. 6, с. 6–22.
262. Проблемы гравитационного коллапса // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1976, вып. 6, с. 129–139 (совм. с В.Г. Кречетом, В.Г. Лапчинским, В.Н. Пономаревым).
263. Плосковолновые решения уравнений Эйнштейна с космологическим членом в приближении слабого поля // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1976, вып. 6, с. 97–107 (совм. с В.Д. Захаровым и В.М. Сидоровым).
264. В глубины неисчерпаемого. М.: Атомиздат, 1975, 240 с. (совм. с М.В. Васильевым).
265. Космологическая модель с переменным числом частиц и связь фундаментальных констант // Релятивистская астрофизика. Космология. Гравитационный эксперимент. Минск: Ин-т физики АН БССР, 1976, с. 111–114 (совм. с В.Н. Мельниковым).
266. Современный вариационный метод вывода уравнений механики сплошной среды // Теория относительности и гравитация. М.: Наука, 1976, с. 3–12.
267. О газодинамическом механизме неупругих столкновений тяжелых ядер при высоких энергиях. Дубна: ОИЯИ, 1976, препринт № 4-10052, 16 с. (совм. с М.Ю. Ивановым, Ю.А. Кудеяровым, Г.Д. Ширковым).
268. Скалярно-гравитационная модель планкеона // Проблемы гравитации. Тбилиси, 1976, с. 43–54 (совм. с К.А. Бронниковым, В.Н. Мельниковым).
269. Элементы гидродинамической модели гравитации // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1976, с. 3–15.
270. Физическая модель гравитации // Релятивистская астрофизика. Космология. Гравитационный эксперимент. Минск: Ин-т физики АН БССР, 1976, с. 107–111 (совм. с О.Ш. Шаршекеевым).
271. Поля Шварцшильда с учетом 4-тензора кривизны // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1976, вып. 7, с. 60–68 (совм. с О.Ш. Шаршекеевым).

272. Новая космологическая гипотеза // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1976, вып. 7, с. 110–119.
273. О модели де Дондера несжимаемой жидкости в собственном поле тяжести // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1976, вып. 7, с. 149–155.
274. Элементы теории механики сплошной среды в римановом пространстве при переменном числе частиц и источниках энергии // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1977, вып. 8, с. 3–19.
275. Действие плоских гравитационных волн на систему свободных частиц // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1977, вып. 8, с. 32–37 (совм. с Л.Б. Борисовой, В.Д. Захаровым, Н.И. Колосницыным).
276. О газодинамическом механизме неупругих столкновений тяжелых ядер при высоких энергиях. Ядерная физика, 1977, т. 25, № 6, с. 1293–1300 (совм. с М.Ю. Ивановым, Ю.А. Кудяровым, Г.Д. Ширковым).
277. Физическая модель гравитации // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1977, вып. 8, с. 125–132.
278. О значении принципа соответствия в общей теории относительности // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1977, вып. 8, с. 132–146 (совм. с М.Е. Герценштейном и В.А. Погосяном).
279. Аномальный характер спектра высокочастотных микросейсм // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1977, вып. 8, с. 214–217 (совм. с О.Б. Хаврошкиным и В.В. Цыплаковым).
280. В глубине невичерпного. Киев: Техника, 1978, 200 с. (укр. яз., совм. с М.В. Васильевым).
281. К вопросу об иерархии взаимодействий // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1978, вып. 9, с. 82–86 (совм. с В.И. Андрушиным).
282. Космологическая модель с переменным числом частиц // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1978, вып. 9, с. 148–154.
283. Некоторые вопросы теории метания // Динамика сплошной среды в Космосе и на Земле. М.: ВАГО, 1978, с. 149–158 (совм. с Ю.М. Николаевым).
284. Метод исследования поверхности планеты с помощью анализа микропроб пылевидного выброса // Динамика сплошной среды в Космосе и на Земле. М.: ВАГО, 1978, с. 159–164 (совм. с В.А. Бронштэном, А.К. Станюковичем, О.Б. Хаврошкиным, Б.С. Лановцом).
285. Сила, что движет мирами (о материи живой и спящей). Изд. 2-е. М.: Атомиздат, 1978, 160 с. (совм. с М.В. Васильевым и Н. Климонтовичем).
286. Scalar electromagnetic and gravitational fields interaction; particlelike solutions. Ann. of Physics, 1979, v. 118, N 1, p. 84–107 (with K.A. Bronnikov, V.N. Melnikov, G.N. Shikin).
287. О движении больших тел в атмосферах планет. Космич. исслед., 1979, т. 17, № 6, с. 858–865 (совм. с В.А. Бронштэном).
288. Элементарная теория взрывов на выброс и их моделирование с помощью искусственной тяжести. Доклады АН СССР, 1979, т. 249, № 1, с. 97–100 (совм. с С.Б. Барсанаевым, В.Ц. Гуровичем, К.А. Расшихиным).
289. Преобразование координат, интервалы и принцип соответствия // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1979, вып. 10, с. 5–9.
290. Стационарные центрально-симметричные движения во внешнем гравитационном поле // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1979, вып. 10, с. 10–11.

291. Некоторые приближенные решения одномерных уравнений газодинамики // Тезисы докл. III Всес. симп. по импульсным давлениям. М.: Госстандарт СССР, 1979, с. 36–37 (совм. с М.Ю. Ивановым, Г.И. Сарухановым, А.К. Станюковичем).
292. Уравнения гравитационного поля для вакуума // Современные проблемы общей теории относительности. Минск: Ин-т физики АН БССР, 1979, с. 165–168 (совм. с В.Н. Мельниковым).
293. Модель гравитационного вакуума и рождение частиц в изотропном мире // Современные проблемы общей теории относительности. Минск. Ин-т физики АН БССР, 1979, с. 169–175 (совм. с Ю.Н. Барабаненковым и В.Н. Мельниковым).
294. К вопросу о реликтовом излучении // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1979, вып. 10, с. 116–127.
295. Массивные бозоны в теории Вайнберга с гравитационным нарушением симметрии // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1980, вып. 11, с. 4–13 (совм. с В.М. Николаенко).
296. К вопросу о “сложении” гравитационных полей и их метрик // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1980, вып. 11, с. 61–65.
297. Энергетика и спектр масс планкеона и гравитационного вакуума // Горение и взрыв в Космосе и на Земле. М.: ВАГО, 1980, с. 20–35 (совм. с В.Н. Мельниковым).
298. К вопросу о спектре масс скалярных частиц в теории сильной гравитации и в задаче о квантовании интервала // Тезисы докладов 5-й Всес. гравит. конф. “Современные теоретические и экспериментальные проблемы теории относительности и гравитации”. М.: МГУ, 1981, с. 214–215 (совм. с Г.Н. Шикиным).
299. Гравитационный вакуум и физические взаимодействия // Тезисы докл. 5-й Всес. гравит. конф. “Современные теоретические и экспериментальные проблемы теории относительности и гравитации”. М.: МГУ, 1981, с. 182–183 (совм. с В.Н. Мельниковым).
300. О геометрической модели излучающего планкеона. Доклады АН СССР, 1981, т. 260, № 2, с. 317–321 (совм. с Ю.Н. Барабаненковым и В.В. Гоняевым).
301. Конформная инвариантность скалярного бозона в теориях типа модели Вайнберга-Салама. Теор. и матем. физика, 1981, т. 46, № 3, с. 394–401 (совм. с В.М. Николаенко и Г.И. Шикиным).
302. Гравитационный вакуум, рождение частиц и физические взаимодействия // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1981, вып. 12, с. 5–12 (совм. с В.Н. Мельниковым и К.А. Бронниковым).
303. Гравитационный вакуум и выделение энергии в микромире // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1981, вып. 12, с. 12–18 (совм. с В.Н. Мельниковым и Ю.М. Николаевым).
304. Гравитационные псевдочастицы: квантовые и классические проблемы в калибровочной теории гравитации // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1982, вып. 13, с. 3–12 (совм. с В.М. Николаенко).
305. Гравитационный вакуум и перспективы осуществления управляемых высокоэнергетических процессов // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Атомиздат, 1982, вып. 13, с. 12–17 (совм. с В.Н. Мельниковым и Ю.М. Николаевым).
306. Гравитация и микромир: модельные системы // Проблемы статистической физики и теории поля. М.: 1982, с. 56–67 (совм. с В.Н. Мельниковым).

307. Уравнения движения в общей теории относительности с гидродинамическим тензором материи // Дискуссионные вопросы теории относительности и гравитации. М.: Наука, 1982, с. 37–42.
308. Гидродинамика, поля и константы в теории гравитации. М.: Энергоатомиздат, 1983, 236 с. (совм. с В.Н. Мельниковым).
309. Один модельный пример движения сплошной среды // Физика удара и волновая динамика в Космосе и на Земле. М.: ВАГО, 1983, с. 229–234 (совм. с М.Ю. Ивановым).
310. Sila, ktěra hybe svety. Praha – Moskva, 1983 (s M.V. Vassilievym i Yu.L. Klimontovičem).
311. Магнитный монополь с гравитационным топологическим зарядом и масштабная инвариантность // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Энергоатомиздат, 1984, вып. 14, с. 70–73 (совм. с В.М. Николаенко).
312. Проблема “геометрического” спектра частиц // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Энергоатомиздат, 1984, вып. 14, с. 154–156 (совм. с П.Д. Сухаревским).
313. К вопросу об иерархии взаимодействий // Тезисы докл. Всес. конф. “Современные теоретические и экспериментальные проблемы теории относительности и гравитации”. М.: Ин-т дружбы народов, 1984, с. 325–326 (совм. с В.Г. Гоняевым).
314. Гигантское объединение на основе модели турбулентного вакуума // Тезисы докл. Всес. конф. “Современные теоретические и экспериментальные проблемы теории относительности и гравитации”. М.: Ин-т дружбы народов, 1984, с. 326–328 (совм. с П.Д. Сухаревским).
315. О возможности введения естественных единиц физических величин, связанных с фундаментальными физическими постоянными // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Энергоатомиздат, 1984, вып. 14, с. 156–161 (совм. с В.С. Ярош).
316. Релятивистское течение Прандтля-Майера. Прикл. матем. и мех., 1984, т. 48, № 1, с. 143–145 (совм. с Н.И. Колосницыным).
317. Был ли рикшет? Продолжаем разговор о Тунгусском метеорите. Лит. газета, 1984, 17 октября, № 42(5004) (совм. с В.А. Бронштэном).
318. Обобщенные уравнения гравитационного поля // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Энергоатомиздат, 1985, вып. 15, с. 35–37 (совм. с Л.Б. Борисовой).
319. Центральнo-симметричные движения в газовой динамике в собственном поле тяжести // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Энергоатомиздат, 1985, вып. 15, с. 161–170 (совм. с В.С. Дородных, С.А. Ивлиевым, В.Н. Николаенко, А.К. Станюковичем).
320. Резонансная природа спектра масс и констант взаимодействия элементарных частиц (к вопросу объединения взаимодействий). Проблемы теории гравитации и элементарных частиц // М.: Энергоатомиздат, 1986, вып. 17, с. 31–45 (совм. с П.Н. Антоноком, Ю.И. Губарем, К.И. Домбровским, В.Н. Ефремовым, В.Н. Щеточкиным).
321. Квантовая космология: изотропная модель открытого типа и вакуумные решения // Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Энергоатомиздат, 1985, вып. 16, с. 40–52 (совм. с В.Н. Мельниковым, Г.Д. Певцовым).
322. Об одной возможности единой классификации космических объектов и элементарных частиц // Вопросы атомной науки и техники. Теор. и прикл. физика, 1987, № 2, с. 20–28 (совм. с П.Д. Сухаревским и Н.П. Щербинской).

323. Эволюция Вселенной и разностные уравнения // Совр. теор. и эксперим. пробл. теории относительности и гравитации. Матер. 7-й Всес. конф. Ереван, 1988, с. 456–457 (совм. с П.Н. Антонюком).
324. Universe evolution; difference equation and Galoi fields // 12<sup>th</sup> International conference on general relativity gravitation (abstracts). Boulder, Colorado, 1989 (with P.N. Antonyuk).
325. Разностные уравнения и физика // Всес. совещание-семинар. Инж.-физ. проблемы новой техники. М.: МГТУ, 1990, с. 184 (совм. с П.Н. Антонюком).
326. Периодические решения логистического разностного уравнения. Доклады АН СССР, 1990, т. 313, № 5, с. 1033–1036 (совм. с П.Н. Антонюком).
327. Логистическое разностное уравнение: удвоение периода и числа Ферми. Доклады АН СССР, 1990, т. 313, № 6, с. 1289–1292 (совм. с П.Н. Антонюком).
328. Periodic solutions of the logistic difference equations. Soviet Math. Dokl., 1991, v. 42, N 1, p. 116–119 (with P.N. Antonyuk).
329. Логистическое разностное уравнение: периодические решения, удвоение периода и числа Ферми // Проблемы теоретической и экспериментальной гравитации. Минск. Университет, 1992, с. 199–208 (совм. с П.Н. Антонюком).
330. Физика взрыва. 3-е изд. М.: Физматлит, 2002, т. 1–823 с., т. 2–532 с. (совм. с С.Г. Андреевым, Ф.А. Баумом, И.Ф. Кобылкиным, С.В. Ладовым, Л.П. Орленко, В.В. Селивановым, Б.И. Шехтером, А.В. Бабкиным, Н.А. Имховиком, В.И. Колпаковым, В.А. Одинцовым, В.Н. Охитиным, В.С. Соловьевым, В.П. Челышевым).

## Список литературы

1. *Астапович И.С.* Вторая конференция по кометной и метеорной астрономии. Астрон. жур., 1937, т. 14, № 3, с. 249.
2. *Астапович И.С., Федьинский В.В.* Метеоры. М.: АН СССР, 1940.
3. *Благова Т.А., Бронштэн В.А., Гайнанов А.Г.* и др. Всеволод Владимирович Федьинский. М.: Наука, 1984, 128 с.
4. *Бронштейн М.П.* Квантование гравитационных волн. Жур. эксп. и теор. физ., 1936, т. 6, № 3, с. 195–236.
5. *Бронштэн В.А.* Наблюдения метеоров в июне–сентябре 1931 г. Бюлл. КН ВАГО, 1933, № 21–22, с. 68–72.
6. *Бронштэн В.А.* Развитие взглядов на происхождение кольцевых структур на планетах и современное состояние проблемы. Метеоритные структуры на поверхности планет. М.: Наука, 1979, с. 7–30.
7. *Бронштэн В.А.* Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. М.: Энергоиздат, 1986, вып. 17, с. 34–45.
8. *Бронштэн В.А.* Кто изобрел Луноход? Природа, 1992, № 3, с. 125–128.
9. *Бронштэн В.А.* Кто придумал Луноход? Юный техник, 1993, № 7, с. 34–36.
10. *Бронштэн В.А., Мак-Катчен Р.А.* Портрет антигероя. (Взлет и падение Тер-Оганезова). Природа, 1995, № 6, с. 124–128.
11. *Бронштэн В.А.* Тунгусский метеорит. История исследования. М.: 2000, 310 с.
12. Гравитация и относительность. Под ред. Х. Цзю и В. Гофмана. М.: Мир, 1965, 544 с.
13. *Жучихин В.И.* Первая атомная. Русские сенсации. М.: Изд-во АТ, 1993, с. 1–112.
14. *Зельдович Я.Б., Компанеев А.С.* Теория детонации. М.: Гостехиздат, 1955, 268 с.

15. *Зельдович Я.Б., Новиков И.Д.* Релятивистская астрофизика. М.: Наука, 1967, 654 с.
16. *Зельдович Я.Б., Новиков И.Д.* Теория тяготения и эволюция звезд. М.: Наука, 1971, 484 с.
17. *Зельдович Я.Б., Новиков И.Д.* Структура и эволюция Вселенной. М.: Наука, 1975, 736 с.
18. *Зельдович Я.Б., Райзер Ю.П.* Физика ударных волн и высокотемпературных гидродинамических явлений. Изд. 2-е. М.: Наука, 1966, 686 с.
19. *Зельдович Я.Б., Смородинский Я.А.* Рецензия на книгу: К.П. Станюкович. Гравитационное поле и элементарные частицы. М.: Наука, 1965. Успехи физ. наук., 1966, т. 88, вып. 1, с. 199–200.
20. *Зельдович Я.Б., Смородинский Я.А.* Ответ на письмо К.П. Станюковича. Успехи физ. наук, 1966, т. 89, вып. 4, с. 734–735.
21. *Зельманов А.Л.* Космология. Астрономия в СССР за 50 лет (1917–1967). М.: Наука, 1967, с. 320–390.
22. *Иванов Б.А.* Простая модель кратерообразования. Метеоритика, 1979, вып. 38, с. 68–85.
23. *Иванов Б.А.* Некоторые вопросы механики образования ударных и взрывных кратеров. Метеоритные структуры на поверхности планет. М.: Наука, 1979, с. 31–45.
24. *Иванов Б.А.* Элементы физики и механики кратерообразования. Ударные кратеры на Луне и планетах. М.: Наука, 1983, гл. 2, с. 30–68.
25. *Катасев Л.А.* Исследование метеоров в атмосфере Земли фотографическим методом. Л.: Гидрометеиздат, 1966, с. 222–235.
26. Кафедра ракетных топлив, взрывчатых веществ и средств пиротехники. Исторический очерк. Под ред. В.И. Загарских. М.: Воен. акад. РВСН им. Петра Великого, 2001, 194 с.
27. *Кларк А.* Смерть и сенатор. Сб. “Звезды зовут”. М.: 1969.
28. IV Коллоквиум по метеорной астрономии. Бюлл. ВАГО, 1947, № 2(9), с. 13–16.
29. V Коллоквиум по метеорной астрономии. Бюлл. ВАГО, 1947, № 2(9), с. 16–18.
30. VI Коллоквиум по метеорной астрономии. Бюлл. ВАГО, 1948, № 4(11), с. 23–24.
31. *Комаров В.Н.* Человек и тайны Вселенной. М.: Мысль, 1966, с. 95–97; 110–112.
32. *Комаров В.Н.* По следам бесконечности. М.: Знание, 1974, с. 133–135.
33. *Кринов Е.Л.* Девятая метеоритная конференция. Метеоритика, 1961, вып. 20, с. 5–8.
34. *Ливанов Л.Б.* Сравнение эффектов соударения метеоритов с поверхностями различных металлов. Космич. исслед., 1965, т. 3, № 4, с. 599–600.
35. *Лозовик Г.* Константин Михайлович Станюкович. Критико-биографический очерк. Симферополь: Крымиздат, 1953, 200 с.
36. *Луцкий В.К.* История астрономических общественных организаций в СССР. М.: Наука, 1982, 261 с.
37. *Марков М.А.* Элементарные частицы максимально больших масс (кварки, максимоны). Жур. эксп. и теор. физ., 1966, т. 51, вып. 3(9), с. 878–890.
38. *Мельников В.Н.* О квантовых эффектах в космологии. Доклады АН СССР, 1979, т. 246, № 6, с. 1351–1355.
39. *Мельников В.Н.* Гравитация и проблемы космологии. Проблемы теории гравитации и элементарных частиц. 1986, вып. 17, с. 126–137.
40. *Меркулова Н.М.* Развитие газовой динамики в СССР. М.: Наука, 1966.

41. Метеорный отдел Колнаба МОВАГО. Коллоквиум 9 февраля 1933 г. Бюлл. КН ВАГО, 1933, № 23, с. 83–85.
42. Метеорный отдел Коллектива наблюдателей МОВАГО. Коллоквиум 22 января 1934 г. Бюлл. КН ВАГО, 1934, с. 123–125.
43. *Мостепаненко В.М.* – см. Mamayev S.G., Mostepanenko V.M. Quantum effects contract the evolution time of the Friedmann Universe, 10th Int. Conf. Gen. Relat. a Gravit., Padora, 4–9 July 1983. Contrif. Pap., 1983, v. 2, p. 1121–1123.
44. *Одинцов В.А.* Облик оружия XXI века подскажет “Физика взрыва”. Военный парад, 2002, № 3, с. 60–62.
45. *Орлова Н.С.* Максимилиан Максимилианович Мусселиус (1884) и Дмитрий Иванович Еропкин (1908–1938). На рубежах познания Вселенной (Историко-астрономические исследования), вып. 23. М.: Физматлит, 1992, с. 180.
46. *Плоткин И.Р.* О возрастании энтропии в бесконечной Вселенной. Жур. эксп. и теор. физ., 1950, т. 20, вып. 11, с. 1051–1053.
47. *Плоткин И.Р.* Некоторые замечания о законе возрастания энтропии. Труды 6-го совещания по вопросам космогонии. М.: Наука, 1959, с. 228–240.
48. *Рае У.* Аналитическое исследование распространения ударных волн, порожденных ударом. Высокоскоростные ударные явления. М.: Мир, 1973, с. 220–298.
49. Род Станюковичей герба Вадвич. Рукопись. Сост. Н.Г. Станюкович. М., 1986.
50. *Станюкович К.М.* Соч. в 10 томах. Том 1. М.: Правда, 1977.
51. *Станюкович Н.Г.* Род Станюковичей. Смоленское дворянство, вып. 1. Смоленск: Смоленское землячество, 1977.
52. *Станюкович Т.В.* Страницы воспоминаний. На рубежах познания Вселенной. (Историко-астрономические исследования), вып. 23. М.: Физматлит, 1992, с. 221–225.
53. *Станюкович Я.В.* Место Тадеуша Боровского в современной польской литературе. Художественный опыт литератур социалистических стран. М.: Наука, 1967, с. 125–161; *Она же.* Современный польский роман-эпопея. (М. Домбровская, Я. Ивашкевич). Художественная форма в литературах социалистических стран. М.: Наука, 1969, с. 168–210; *Она же.* Реализм Марии Домбровской. М.: Наука, 1974, 292 с.
54. *Леньков В.Д., Силантьев Г.Л., Станюкович А.К.* Командорский лагерь экспедиции Беринга. Опыт комплексного изучения. М.: Наука, 1988, 128 с. The Komandorskii Camp of the Bering Expedition. An Experiment in Complex Study. Ed. O.W. Frost. Anchorage: The Alaska Historical Society, 1992, 156 p. (By V.D. Len'kov, G.L. Silant'ev and A.K. Staniukovich); *Жизнь Николая Гумилева.* Воспоминания современников. Л.: Изд-во Международного фонда истории науки. 1991, 333 с. (составление, комментарий, соавт. Ю.В. Зобнин, В.П. Петрановский, А.К. Станюкович); *Витус Йонассен Беринг (1681–1741): Медико-криминалистический портрет.* Баку: Аз. гос. изд-во, 1995, 264 с. (авт. В.Н. Звягин, Ш.М. Мусаев, А.К. Станюкович); *Русские морские экспедиции XVIII века. Очерки комплексного изучения памятников материальной культуры.* Под ред. А.К. Станюковича. М.: МО “Подводный мир”, 1996, 240 с. (авт. А.Н. Белковский, И.В. Диваков, В.Н. Звягин, А.В. О कोरोков, А.К. Станюкович, В.Ф. Старков, П.Ю. Черносивтов).
55. *Стеллер Георг Вильгельм.* Дневник плавания с Берингом к берегам Америки. 1741–1742. Перевод с англ. Е.Л. Станюкович. М.: НА, 1995, 224 с.
56. *Хотинюк Р.Л.* Обработка односторонней фотографии метеора, 1948, авг. 11. Изв. АН Туркм. ССР, 1952, № 4, с. 74–77.
57. *Цукерман В.А., Азарх З.М.* Люди и взрывы. М.: 1994.
58. *Baldwin R.B.* The measure of the Moon. Cicago; Univ. Press, 1963.

59. *Bjork R.L.* Analysis of the formation of meteor crater, Arizona; a preliminary report. *J. Geophys. Res.*, 1961, v. 66, N 10, p. 3379–3387.
60. *Bjork R.L., Kreyenhagen K.N., Wagner M.N.* NASA Contractor Rept. CR-757, 1967, N 67-29028.
61. *Dirac P.A.M.* The quantum theory of the electron. *Proc. Roy Soc.*, 1928, v. A 117, p. 610–624.
62. *Dirac P.A.M.* The cosmological constants. *Nature*, 1937, v. 139, p. 323.
63. *Dirac P.A.M.* A new basis for cosmology. *Proc. Roy Soc.*, 1938, v. A 165, p. 199–208.
64. *Öpik E.J.* Theory of the formation of meteor craters. *Publ. Observ. Astron. Univ. Tartu*, 1936, v. 28, N 6, p. 3–12.
65. *Öpik E.J.* Meteor impact on solid surface. *Contr. Armagh obs. N 24 – Irish Astron. J.*, 1957, v. 5, N 1, p. 14–33.
66. *Walsh J.M., Tillotson J.H.* Gen. Atomic Div. General Dynamics Corp. 1963, Rept. N GA-3827, AD 40123; *Proc. Symp. Hypervelocity Impact*, 6-th, 1963, v. 2, Pt. 1, p. 59–104.
67. *Weil H.* *Raum-Zeit-Materie*. 1 Aufl., Berlin, 1918.

## Именной указатель

- Азарх З.М. 61  
Александр II 90  
Алферов В.И. 61  
Альтшулер Л.В. 62, 68  
Амбарцумян В.А. 87, 88  
Андерсон Дж. 76  
Андреев С.Г. 53  
Астапович И.С. 28, 34, 43, 90
- Бабкин А.В. 53  
Базыкин В.В. 44  
Барабаненков Ю.Н. 97  
Баратова С. 43  
Баум Ф.А. 7, 51–53, 56, 63, 65  
Белинский В.А. 84, 96  
Белоконь В.А. 68  
Бердяева Е.Н. 17  
Боболев В.К. 61  
Боголюбов Н.Н. 96  
Богословский И.В. 61  
Болдуин Р. 37  
Болеслав III 10  
Больцман Л. 69  
Боровский Т. 32  
Бочвар А.А. 61  
Бояркина А.П. 47  
Бронников К.А. 81, 83, 84, 107, 109  
Бронштейн М.П. 74  
Бронштэн В.А. 4, 26, 36, 38, 40, 43–45, 47, 80, 90, 92, 93  
Бьорк Р. 38  
Быструев Г. 57
- Ван-дер-Ваальс 49  
Ванников Б.Л. 61  
Васильев И.Е. 25, 26  
Васильев М.В. 8, 90, 91–93  
Вебер Дж. 76  
Вейль Г. 73  
Вилковыский Г.А. 84, 97
- Вихман С.Е. 29  
Владимиров Ю.С. 5, 81, 83  
Власов О.Е. 66  
Воронцов-Вельяминов Б.А. 23, 88  
Ворошилов К.А. 27  
Всехсвятский С.К. 90
- Гамов Г. 75, 104  
Гейзенберг В. 79  
Герценштейн М.Е. 81  
Гетманцев Г.Г. 90  
Голицын Г.С. 92  
Гоняев В.В. 81  
Гофман У. 76  
Гофмейстер К. 26  
Гречишников В.Ф. 61  
Гриб А.А. 51, 81  
Гудерлей Г. 60  
Гуревич Л.Э. 88
- Дабижа А.И. 41  
Давыдов 12  
Дагаев М.М. 90  
Дикке Р. 75, 76  
Дирак П.А.М. 7, 72, 73, 75–78, 104, 106, 107  
Добровольский В.Н. 90, 91  
Доллежалъ Б.Л. 61  
Домбровская М. 32  
Духов Н.Л. 61
- Жучихин В.И. 60, 61
- Забабахин Е.И. 56, 60–62, 68  
Зайцев Н.А. 81, 96  
Затейщиков Г.О. 28  
Захаренков А.Д. 61  
Зельдович Я.Б. 7, 49–51, 56, 61, 62, 63, 68, 76, 77, 79, 80, 81, 83  
Зельманов А.Л. 72, 73, 79  
Зернов П.М. 61

- Зигель Ф.Ю. 90, 94  
 Зоткин И.Т. 44
- Иванов Б.А.** 39  
 Иваненко Д.Д. 79, 81  
 Ивашкевич Я. 32  
 Иващук В.Д. 84, 97, 107, 109  
 Иессе О. 26  
 Имховик Н.А. 53  
 Иордан П. 7  
 Иорданишвили Е. 47
- Казанцев А.П.** 42, 43, 44, 47, 94, 116  
 Каплан С.А. 7, 53  
 Калуца Т. 73  
 Карагиоз О.Б. 98  
 Катасев Л.А. 27  
 Кафтанов С.В. 29, 59  
 Кацей Е.Л. 33 (см. Станюкович Е.Л.)  
 Кибальчич Н.И. 90  
 Кибель И.А. 51  
 Кларк А. 116  
 Клаузиус 69  
 Князев 57  
 Кобылкин И.Ф. 53  
 Козловская С.В. 5, 29  
 Колесников С.М. 8, 81, 92, 96  
 Колобанова А. 67  
 Колосницын Н.И. 96, 102  
 Колпаков В.И. 53  
 Комаров В.Н. 89, 93  
 Компанец А.С. 49, 56, 62, 68, 79, 80  
 Комптон А. 68  
 Константинов Б.П. 45  
 Кочин Н.Е. 51  
 Красс М.С. 41  
 Крат В.А. 87  
 Крачкевич Г.З. 19  
 Крачкевич Л.З. 19  
 Крачкевич С.З. 19 (см. Станюкович С.З.)  
 Кринов Е.Л. 42, 43, 116  
 Крупников К.К. 61  
 Кузнецов В.А. 67  
 Кулик Л.А. 21, 22, 42  
 Курчатov И.В. 59, 68
- Лаврентьев М.А.** 56  
 Ладов С.В. 53  
 Ландау Л.Д. 7, 48, 51, 55, 56, 58, 59, 61, 62, 68, 75, 77  
 Лапчинский В.Г. 81  
 Лебедев М.А. 39
- Лебединский А.И. 44, 87, 88  
 Левин Б.Ю. 37, 47, 86  
 Леденев Б.Н. 61  
 Ливанов Л.Б. 38  
 Литке Ф.П. 11  
 Лозинская А.М. 22, 25  
 Ляпунов Б.В. 93, 94
- Малышев В.И.** 61  
 Мамаев С.Г. 81  
 Марков А.В. 36, 90  
 Марков М.А. 81  
 Мартынов Д.Я. 44  
 Масевич А.Г. 44  
 Мах Э. 81  
 Машбиц Б.М. 25  
 Мельников В.Н. 4, 5, 74, 81–84, 95–97, 107–109  
 Менский М.Б. 84, 96, 97  
 Месяцев Н.Н. 43, 44  
 Милн Э.А. 43, 104  
 Михайлов В.Н. 60  
 Михельсон В.А. 51  
 Моллер А.В. 11  
 Московкин В.М. 8, 81, 93, 96  
 Мостепаненко В.М. 81, 83  
 Мухамеджанов А.К. 39, 40
- Негин Е.А.** 60, 61  
 Неронов А. 58  
 Ниддермейер С. 60, 67  
 Новиков И.Д. 80, 81, 83  
 Ньютон И. 72
- Одинцов В.А.** 5, 53, 55, 56  
 Орленко Л.П. 5, 52–54, 56, 64, 67  
 Орлов Б.В. 63, 64  
 Охитин В.Н. 53
- Павловский А.** 60  
 Пайерлс Р. 68  
 Петров А.З. 76  
 Петров Г.И. 46  
 Планк М. 72, 99, 101  
 Плоткин И.Р. 89  
 Покровский Г.И. 48, 50, 63, 66  
 Понтекорво Б. 68
- Рыданов А.Г.** 81, 96, 108  
 Рае У. 38  
 Райзер Ю.П. 56, 80  
 Риман Б. 58, 81  
 Русаков М.М. 39

Саакян Г.С. 88  
Садовский М.А. 56  
Сахаров А.Д. 56, 68  
Седов Л.И. 50, 51, 56  
Селиванов В.В. 53  
Сельянов А.Д. 5  
Семенов Н.Н. 68  
Синев Н.М. 61  
Смолянинов Н. 43  
Сморodinский Я.А. 76, 77, 79, 80, 81  
Снитко К.К. 52  
Содди Ф. 68  
Соколов Н.А. 52  
Соловьев В.С. 53  
Станюковичи:  
Александр Михайлович 11  
Александр Юрьевич 18  
Алексей Владимирович 17  
Андрей Кириллович 5, 31, 32, 33, 47, 52  
Андрей Лаврентьевич 11, 13, 14, 17  
Анна Андреевна 33  
Варвара Николаевна 12  
Владимир Константинович 16  
Георгий Николаевич 18  
Демьян Степанович 11  
Елена Кирилловна 18  
Елена Львовна 33  
Ефим Андреевич 14, 17, 18  
Кирилл Владимирович 17  
Кирилл Петрович 17  
Константин Иванович 17  
Константин Михайлович 11, 12, 17  
Лаврентий Демьянович 11  
Мария Кирилловна 18  
Мария Петровна 15  
Михаил Николаевич 11, 17  
Николай Андреевич 13, 17  
Николай Владимирович 17  
Николай Георгиевич 10, 18  
Петр Александрович 12, 16, 19  
Софья Эдзиславовна 16, 19, 33  
Татьяна Владимировна 18  
Юрий Константинович 18  
Ядвига Владиславовна 5, 31  
Старобинский А.А. 83  
Стулов В.П. 46  
Сухов И.П. 60

Теллер Э. 68, 75, 104  
Терлецкий Я.П. 81  
Тер-Оганезов В.Т. 23

Тиллотсон Дж. 38, 39  
Тимонин Л. 60  
Тихов Г.А. 91  
Томбо К. 40  
Турбинер В.А. 61

Уилер Дж. 100  
Уиппл Ф.Л. 86  
Улам С. 60, 67  
Уолш Дж. 38, 39

Федотов И.Д. 57, 61  
Федынский В.В. 23, 25, 27, 28, 34, 35, 39, 40, 41, 42, 43  
Фесенков В.Г. 87, 88  
Флеров Г.Н. 68  
Франк-Каменецкий Д.А. 71, 89  
Франкль Ф.И. 50, 51  
Фридман А.А. 7, 77, 78

Хаврошкин О.Б. 68  
Халатников И.М. 83, 96  
Харитон Ю.Б. 56, 61, 63, 68  
Хлебцевич Ю.С. 91  
Хвастунов М.В. (см. Васильев М.В.)  
Хотинок Р.Л. 28  
Христианович С.А. 50, 51

Целлеха З. 86  
Цзю Х. 76  
Циолковский К.Э. 91  
Цицин Ф.А. 71, 89  
Цукерман В.А. 60, 61, 63  
Цыркoв Г.А. 57, 61

Чельшев В.П. 5, 52, 53, 56  
Чернышов В. 60

Шалимов В.П. 44, 86  
Шевляков И.Ф. 44  
Шехтер Б.И. 7, 51–53, 56, 63  
Шкловский И.С. 45  
Шикин Г.Н. 81, 83, 97  
Шмидт О.Ю. 87  
Штауде Н.М. 26

Щелкин К.И. 56, 61, 62, 68

Эйнштейна А. 68, 72, 76, 77, 82, 97, 98  
Эпик Э.Ю. 34, 35, 36, 38, 40, 86

Юри Г. 37

## Содержание

От автора .....	5
Предисловие .....	6
Генеалогия рода Станюковичей .....	10
Детские годы Кирилла .....	19
Коллектив наблюдателей МОЛА. Исследования метеоров .....	22
Личная жизнь .....	29
Теория кратерообразования на Луне и планетах .....	34
Тунгусский метеорит .....	42
Работы по газовой динамике .....	48
К.П. Станюкович и принцип имплозии .....	56
Проблема “тепловой смерти” Вселенной .....	69
“Гравитационное поле и элементарные частицы” .....	72
Работа в системе Госстандарта СССР .....	84
Научные конференции (астрономия) .....	85
К.П. Станюкович – популяризатор науки .....	90
Коллектив и научный стиль профессора Станюковича .....	95
Кирилл Петрович, его дом и атмосфера в коллективе .....	111
Профессор Станюкович – персонаж фантастического рассказа .....	116
Основные даты жизни и деятельности К.П. Станюковича .....	118
Библиография .....	120
Список основных трудов К.П. Станюковича .....	120
Список литературы .....	135
Именной указатель .....	139

Научное издание

**Бронштэн**  
Виталий Александрович

**Кирилл Петрович**  
**Станюкович**  
1916–1989

*Утверждено к печати  
Редколлегией серии  
“Научно-биографическая литература”  
Российской академии наук*

Зав. редакцией *Е.Ю. Жолудь*  
Редактор *Е.А. Россоловская*  
Художник *В.Ю. Яковлев*  
Художественный редактор *Т.В. Болотина*  
Технический редактор *В.В. Лебедева*  
Корректоры  
*З.Д. Алексеева, М.Д. Шерстенникова*

Подписано к печати 20.10.2004  
Формат 60 × 90 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Гарнитура Таймс  
Печать офсетная  
Усл.печ.л. 9,0 + 0,5 вкл. Усл.кр.-отт. 9,8. Уч.-изд.л. 9,6  
Тип. зак. 646

Издательство “Наука”  
117997, Москва, Профсоюзная ул., 90  
E-mail: [secret@naukaran.ru](mailto:secret@naukaran.ru)  
Internet: [www.naukaran.ru](http://www.naukaran.ru)

Отпечатано с готовых диапозитивов  
в ГУП “Типография “Наука”  
199034, Санкт-Петербург, 9 линия, 12

# АДРЕСА КНИГОТОРГОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ТОРГОВОЙ ФИРМЫ “АКАДЕМКНИГА” РАН

## Магазины “Книга-почтой”

121099 Москва, Шубинский пер., 6; 241-02-52 E-mail: akadem.kniga@G23.relcom.ru  
197345 Санкт-Петербург, ул. Петрозаводская, 76; (код 812) 235-40-64

## Магазины “Академкнига” с указанием “Книга-почтой”

690088 Владивосток, Океанский пр-т, 140 (“Книга-почтой”); (код 4232) 45-27-91  
antoli@mail.ru  
620151 Екатеринбург, ул. Мамина-Сибиряка, 137 (“Книга-почтой”); (код 3433)  
50-10-03 KNIGA@SKY.ru  
664033 Иркутск, ул. Лермонтова, 298 (“Книга-почтой”); (код 3952) 42-96-20  
val@igc.irk.ru  
660049 Красноярск, ул. Сурикова, 45; (код 3912) 27-03-90  
AKADEMKNIGA@KRASMAIL.RU  
220012 Минск, проспект Ф. Скорины, 72; (код 10375-17) 232-00-52, 232-46-52  
117312 Москва, ул. Вавилова, 55/7; 124-55-00 akadkniga@voxnet.ru; akadkniga@nm.ru;  
http://akadkniga.nm.ru  
117192 Москва, Мичуринский пр-т, 12; 932-74-79  
127051 Москва, Цветной бульвар, 21, строение 2; 921-55-96  
113105 Москва, Варшавское ш., 9, Книж. ярмарка на Тульской (5 эт.); 737-03-33,  
737-03-77 (доб. 50-10)  
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 90; 334-72-98  
630091 Новосибирск, Красный пр-т, 51; (код 3832) 21-15-60 akademkniga@mail.ru  
630090 Новосибирск, Морской пр-т, 22 (“Книга-почтой”);  
(код 3832) 30-09-22 akdmn2@mail.nsk.ru  
142290 Пушкино Московской обл., МКР “В”, 1 (“Книга-почтой”); (код 277) 3-38-80  
191104 Санкт-Петербург, Литейный пр-т, 57; (код 812) 272-36-65 ak@akbook.ru  
199164 Санкт-Петербург, Таможенный пер., 2; (код 812) 328-32-11  
194064 Санкт-Петербург, Тихорецкий пр-т, 4; (код 812) 247-70-39  
199034 Санкт-Петербург, Васильевский остров, 9-я линия, 16; (код 812) 323-34-62  
634050 Томск, Набережная р. Ушайки, 18; (код 3822) 51-60-36  
akademkniga@mail.tomsknet.ru  
450059 Уфа, ул. Р. Зорге, 10 (“Книга-почтой”); (код 3472) 24-47-74  
450025 Уфа, ул. Коммунистическая, 49; (код 3472) 22-91-85

**Коммерческий отдел, г. Москва**

**Телефон 241-03-09**

**E-mail: akadem.kniga@g 23.relcom.ru**

**akadkniga@voxnet.ru**

**Склад, телефон 291-58-87**

**Факс 241-02-77**

---

*По вопросам приобретения книг  
государственные организации  
просим обращаться также  
в Издательство по адресу:  
117997 Москва, ул. Профсоюзная, 90  
тел. факс (095) 334-98-59  
E-mail: initsiat @ naukaran.ru  
Internet: www.naukaran.ru*

---

НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ  
ЛИТЕРАТУРА



*В. А. Бронштэн*

**Кирилл  
Петрович  
СТАНЮКОВИЧ**

В. А. Бронштэн  
Кирилл Петрович  
СТАНЮКОВИЧ

## НАУЧНО-БИОГРАФИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Выдающийся российский ученый-физик Кирилл Петрович Станюкович внес значительный вклад в развитие различных областей науки: газовой динамики, физики взрыва, магнитной гидродинамики, астрономии. Им разработаны гидродинамическая модель «механизма» гравитации, варианты теорий гравитации с вариацией эффективной гравитационной постоянной, с переменным числом частиц, предложен один из первых сценариев эволюции Вселенной с начальной вакуумной стадией. Многие труды К.П. Станюковича переведены на иностранные языки и изданы зарубежными издательствами.

ISBN 5-02-033209-7



9 785020 332096

