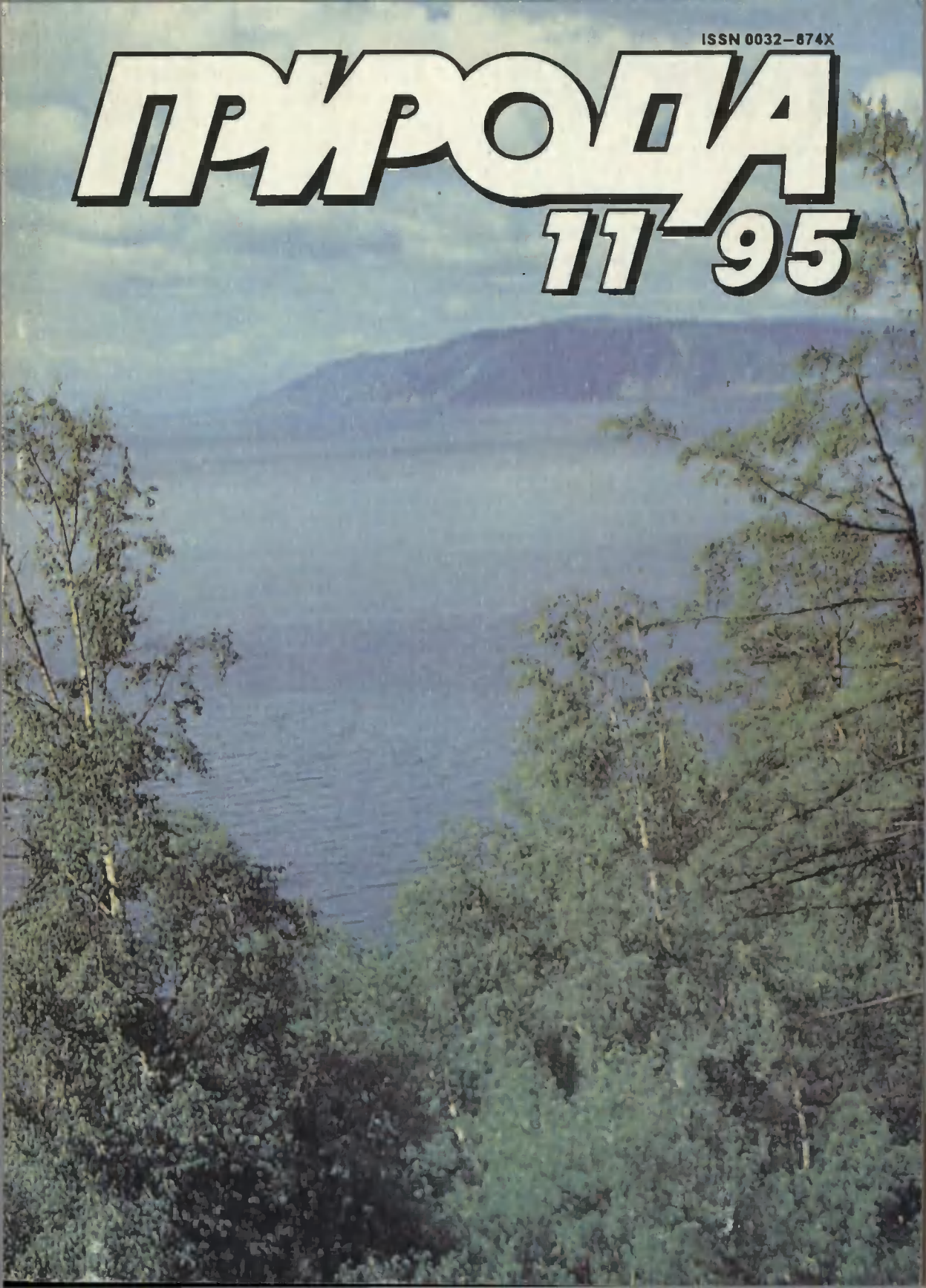


ISSN 0032-874X

# ПРИРОДА

## 11-95



Главный редактор академик А.Ф.АНДРЕЕВ

Первый заместитель главного редактора А.В.БЯЛКО

Заместители главного редактора:

А.А.ГУРШТЕЙН (история естествознания),

А.А.КОМАР (физика),

А.К.СКВОРЦОВ (биология),

А.А.ЯРОШЕВСКИЙ (науки о Земле)

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И.Н.АРУТЮНЯН (редактор отдела физико-математических наук), О.О.АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), кандидат химических наук Л.П.БЕЛЯНОВА (ответственный секретарь), член-корреспондент РАН Н.А.БОГДАНОВ (геология), член-корреспондент РАН В.Б.БРАГИНСКИЙ (физика), член-корреспондент РАН А.Л.БЫЗОВ (физиология), доктор географических наук А.А.ВЕЛИЧКО (палеогеография), академик АМН А.И.ВОРОБЬЕВ (медицина), доктор биологических наук Н.Н.ВОРОНЦОВ (охрана природы), академик М.Е.ВИНОГРАДОВ (биоокеанология), член-корреспондент РАН С.С.ГЕРШТЕЙН (физика), доктор географических наук Н.Ф.ГЛАЗОВСКИЙ (география), академик Г.С.ГОЛИЦЫН (физика атмосферы), академик Г.В.ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), академик В.А.ЖАРИКОВ (геология), член-корреспондент РАН Г.А.ЗАВАРЗИН (микробиология, экология), М.Ю.ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), академик В.Т.ИВАНОВ (биоорганическая химия), академик В.А.КАБАНОВ (общая и техническая химия), Г.В.КОРОТКЕВИЧ (редактор отдела научной информации), академик Н.П.ЛАВЕРОВ (геология), Л.Д.МАЙОРОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), доктор биологических наук Б.М.МЕДНИКОВ (биология), Н.Д.МОРОЗОВА (научная информация), доктор геолого-минералогических наук Л.Л.ПЕРЧУК (геология), доктор технических наук Д.А.ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН В.А.СИДОРЕНКО (энергетика), академик В.Е.СОКОЛОВ (зоология), академик В.С.СТЕПИН (философия естествознания), академик В.Н.СТРАХОВ (геофизика), Н.В.УСПЕНСКАЯ (редактор отдела философии, истории естествознания и публицистики), академик Л.Д.ФАДДЕЕВ (математика), доктор биологических наук М.А.ФЕДОНКИН (палеонтология), доктор биологических наук С.Э.ШНОЛЬ (биология, биофизика), О.И.ШУТОВА (редактор отдела экологии и химии), доктор физико-математических наук А.М.ЧЕРЕПАЦУК (астрономия, астрофизика).

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Байкал.  
См. в номере: *Воспоминания о Е.М.Лифшице.*

Фото Е.М.Лифшица

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Вид на плато Укок и реку Ак-Алаху с вертолета.  
См. в номере: *Полосьмак Н.В. Феномен алтайских муний.*

Фото М.Зайферта



Издательство «Наука» РАН

© Российская академия наук  
журнал «Природа» 1995

## В НОМЕРЕ

### 3 РЕФОРМЫ НА ФОНЕ БЕЗДЕ- НЕЖЬЯ

Что происходит с российской наукой?

(Интервью с **Г.В.Козловым**)

### 13 Лисовская Т.Ю. ФИНАНСИРОВАНИЕ НАУКИ В РОССИИ И США В 1993—1995 гг.

### 20 Немцов А.В. ЕСТЬ ТАКАЯ НАУКА — АЛКОЛО- ГИЯ

Сегодня Россия занимает одно из первых мест в мире по потреблению алкоголя. И следствие такого первенства — мощное деградирующее влияние алкоголя на наше общество.

### 30 Григорьянц Б.В. СЕЙСМОГЕННЫЙ РАЗРЫВ ИЛИ СЕЙСМОГЕННЫЙ СЛОЙ?

Очаги большинства катастрофических землетрясений последних лет располагаются в самой верхней части земной коры. Последняя при этом рассматривается как накопитель поверхностной и глубинной энергии, в то время как очаг землетрясений — не линейный разлом, а трехмерный сейсмогенный слой.

### 36 Жданов Г.Б., Перелыгин В.П. ЯДЕРНО-ТРЕКОВЫЕ ДЕТЕКТОРЫ ПРОДОЛЖАЮТ СЛУЖИТЬ НАУКЕ

### 41 ШИРОКИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Физические величины достаточно часто изменяются в очень широких диапазонах, более того, оказывается, что распределения разных величин схожи между собой. В остром столкновении мнений отражены взгляды авторов на общность логнормальной и степенной аппроксимаций широких распределений.

**Карасев Б.В.** ЛОГАРИФМИЧЕСКИ-НОРМАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ (41)

**Трубников Б.А.** О ЗАКОНЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОВ (48)

**Бялко А.В.** РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ (51)

### 64 Несис К.Н. ГЛУБОКОВОДНЫЕ ОСЬМИНОГИ: ТЕСНЫЕ КОНТАКТЫ СТРАННОГО РОДА

КРАСНАЯ КНИГА

### 66 Иноземцев А.А. СРЕДИЗЕМНОМОРСКАЯ ЧЕРЕПА- ХА

### 71 Полосьмак Н.В. ФЕНОМЕН АЛТАЙСКИХ МУМИЙ

В одном из курганов на высокогорном плато Укок обнаружена мумия молодой знатной женщины, пролежавшая в замерзшей могиле 25 веков. Прекрасно сохранившиеся вещи дают бесценные свидетельства жизни и быта давно ушедшей скифской эпохи.

### 86 ВОСПОМИНАНИЯ О ЕВГЕНИИ МИХАЙЛОВИЧЕ ЛИФШИЦЕ

Выдающийся физик-теоретик, великодушный организатор редакционного дела, один из создателей «Курса теоретической физики», ставшего Библией для нескольких поколений ученых, академик **Е.М.Лифшиц** вместе с тем — человек самых высоких моральных качеств. Смыслом его жизни было бескорыстное служение науке.

**Гинзбург В.Л.** ФИЗИКА, «КУРС», ЖИЗНЬ (87)

**Горобец-Лифшиц З.И.** РАСЦВЕТ ЖЭТФа (95)

**Рубинин П.Е.** Е.М.ЛИФШИЦ И П.Л.КАПИЦА (99)

**Зельдович Я.Б., Каганов М.И.** ТРУДНАЯ, НО СЧАСТЛИВАЯ ЖИЗНЬ (104)

### 116 НОВОСТИ НАУКИ (29, 59) РЕЦЕНЗИИ

### 123 Миркин Б.М. ЭСТОНСКАЯ «КОНСОРЦИЯ» В НАУКЕ О РАСТИТЕЛЬНОСТИ

### 125 НОВЫЕ КНИГИ РЕЗОНАНС

### 126 Яснецкий Г.Н. БЮРОКРАТИЧЕСКИЙ ЭКОЦИД — НАЦИОНАЛЬНОЕ БЕДСТВО

*«Природа благодарит Российский фонд фундаментальных исследований за финансовую поддержку.*

*«Природа» благодарит фонд Дж. Сороса «Открытое общество» за существенную поддержку журнала и подписку на него библиотек России, других стран СНГ и Балтии.*

## IN THIS ISSUE

**3 REFORMS AGAINST A PENURY BACKGROUND**

What does Happen to Russian Science?

(An interview with **G.V.Kozlov**)

**13 Lisovskaya T.Yu.**  
EXPENDITURE ON R&D IN RUSSIA AND USA IN 1993—1995

**20 Nemtsov A.V.**  
THERE IS A SCIENCE NAMED ALCOLOGY

*Figures are stubborn things, they demonstrate convincingly that Russia is one of the first alcohol consumers in the world. The result of this priority is very strong degrading influence of alcohol on our society.*

**30 Grigoriantz B.V.**  
SEISMOGENIC FAULT OR SEISMOGENIC LAYER

*Seismic focuses of recent catastrophic earthquakes are located in the upper layer of the earth's crust. This layer is considered as an accumulator of energy, however a quake focus occurs to be not a linear but a three-dimensional structure.*

**36 Zhdanov G.B., Perelygin V.P.**  
NEW APPLICATIONS OF NUCLEAR TRACK DETECTORS

**41 WIDE DISTRIBUTIONS**

*Physical values happen to be distributed over a very wide range. Moreover, their distribution functions occur to be similar. This sharp discussion reflects different views on the reason of similarity for lognormal and power-like approximations for wide distributions.*

**Karasev B.V.** LOGARITHMIC NORMAL DISTRIBUTION (41)

**Trubnikov B.A.** THE CONCURRENT DISTRIBUTION LAW (48)

**Byalko A.V.** DISTRIBUTION OF COEFFICIENTS (51)

**64 Nesls K.N.**  
DEEP-WATER OCTOPUS: CLOSE ENCOUNTERS OF A STRANGE KIND

THE RED BOOK

**66 Inosemtsev A.A.**  
MEDITERRANEAN TURTLE

**71 Polos'mak N.V.**  
THE MYSTERY OF THE ALTAI MUMMIES

*A frozen mummy of a young Scythian lady buried almost twenty five centuries ago and recently found in a burial mound at the Ukok mountain plato has been examined by researchers providing them with valuable historical material.*

**86 REMINISCENCES OF EVGENY M.LIFSHITZ**

*Academician E.M. Lifshitz, a man of high moral standards, devoted his life to disinterested service to Science. The prominent theoretical physicist, he made a considerable contribution to publishing; he was one of the authors of the famous «Course of Theoretical Physics» still accepted as the Bible by theoretical physicists.*

**Ginzburg V.L.** PHYSICS, «COURSE», LIFE (87)

**Gorobets-Lifshitz Z.I.** THE BLOSSOM OF ZhETP (95)

**Rubinin P.E.** EVGENY LIFSHITZ AND PYOTR KAPIZA (99)

**Zel'dovich Ya.B., Kaganov M.I.** DIFFICULT BUT HAPPY LIFE (104)

**116 SCIENCE NEWS (29, 59)**

BOOK REVIEWS

**123 Mirkin B.M.**  
ESTONIAN «CONSORTIUM» IN THE SCIENCE OF PLANTS

NEW BOOKS

**126 Yasnetsky G.N.**  
BUREAUCRATIC ECOCIDE IS A NATIONAL DISASTER

# Реформы на фоне безденежья

## Что происходит с российской наукой?

Разговоры о тяжелом положении российской науки ведутся постоянно. В статьях на эту тему, как правило, много эмоций, но мало фактов и цифр. За ними мы и обратились в Министерство науки и технической политики РФ.

Заместитель министра, доктор физико-математических наук Геннадий Викторович Козлов любезно согласился рассказать сотрудникам нашего журнала И.Н.Арутюнян и Т.Ю.Лисовской о том, что происходит в сфере науки, как идет ее реформирование.



*Геннадий Викторович Козлов, заместитель министра науки и технической политики РФ, доктор физико-математических наук, профессор. До 1993 г. — заведующий отделом Института общей физики Российской академии наук. Специалист в области физики твердого тела и субмиллиметровой спектроскопии. Автор более двухсот научных работ. Препо-дает на физическом факульте-те МГУ.*

— В нашей научной системе и раньше признавалась масса недостатков, хотя дальше разговоров о необходимости ее реорганизации дело не шло. Сейчас, когда положение в науке стало действительно нестерпимым, у многих ученых появилась ностальгия по «доперестроечным» временам. Возникло понимание того, что отечественная наука была не хуже, а во многом и лучше зарубежной, и ее недостатки стали выглядеть как продолжение достоинств. Геннадий Викторович, скажите, пожалуйста, не боитесь ли вы, затеявая реформу науки, выплеснуть с водой и ребенка? Есть ли у вас единая концепция, и если да, то в чем она состоит?

— Наука в СССР относилась к числу наиболее привилегированных институтов. На научные исследования тратились огромные средства. В сфере науки в разное время было занято от 2.5 до 4 млн. чел. Уровень выполняемых научных разработок не всегда соответствовал мировым стандартам, но вместе с тем советская наука во многих областях находилась на передовых рубежах. При всех издержках и недостатках научный потенциал, унаследованный Россией, — одно из важнейших ее достояний.

В последние годы наука и культура стали первыми жертвами глубочай-

шего кризиса, охватившего нашу страну. Бюджетное финансирование сократилось в несколько раз, а с учетом неминуемо возросших коммунальных платежей и удорожания связи объем средств, непосредственно идущих на научные исследования, сократился более чем в 30 раз. В этих условиях российская наука стала быстро разрушаться, престиж научного труда в обществе упал вместе с его оплатой до катастрофического уровня. Число научных сотрудников за последние годы сократилось на треть, но фактически еще столько же людей находится в неоплаченных отпусках или работает неполный день. К сожалению, российская наука лишилась не худших людей.

Но, думаю, этот разрушительный процесс еще можно остановить. Надо только отдавать себе отчет в том, что к прежним объемам финансирования науки вернуться в ближайшие годы не удастся. Если мы все дружно станем бороться за бюджетные средства, может быть, добьемся финансирования, равного примерно 3% от расходной части бюджета, — 5% получить нереально. Фактически это означает, что средств, выделяемых в ближайшие годы на науку, будет во много раз меньше, чем раньше. Если бы мы в прежние годы смогли убедить научную общественность в необходимости коренной реорганизации, можно было бы выработать систему и провести реформу менее болезненно. Но сейчас уже откладывать ее нельзя, и нам придется совершать структурную перестройку, не рассчитывая на дополнительные деньги.

Какой же видится российская наука в ближайшем будущем? Рассмотрим отдельно фундаментальные и прикладные науки.

Область фундаментальных наук, на мой взгляд, в значительной степени саморазвивающаяся система, и здесь трудно определить государственные приоритеты. Характерная особенность фундаментальных исследований состоит в том, что там нужно всегда быть первыми, и ученые обычно очень

хорошо осведомлены обо всех работах по их тематике. Научное сообщество неоднократно демонстрировало удивительно быструю реакцию на происходящие в науке события. Мы это видели на примере открытия высокотемпературной сверхпроводимости. Как только появилось сообщение о том, что достигнута температура перехода в сверхпроводящее состояние порядка 90К, эта новость буквально за несколько дней изменила всю научную жизнь. Даже не дожидаясь решения директоров институтов и тем более руководства страны, ученые решили, что необходимо срочно менять свои планы и внедряться в новую область. Так сложилось, что и правительство не осталось в стороне и под влиянием научной общественности поддержало это направление. Дальше процесс пошел чрезвычайно бурно. По сути дела были привлечены все специалисты по физике твердого тела, кто бы чем ни занимался до этого. Был набран колоссальный темп, ситуация менялась буквально каждый день. Обмен информацией шел через электронную почту, по телефону. (Другое дело, что результаты оказались не блестящими, но и в Америке и Японии, где в развитие этого направления вложены огромные деньги, они ненамного лучше.) Это пример того, насколько серьезна конкуренция в фундаментальных науках и как энергично она заставляет людей работать.

Российская физика опирается на сложившиеся за много лет коллективы, так называемые школы. Они представляют собой большую ценность, и их нужно поддерживать. Мировая наука построена по другому принципу. В США, например, высокий темп жизни, люди часто меняют место работы и проживания. У нас же ученые ведут «оседлый» образ жизни, многие всю жизнь работают в одной и той же комнате — в нее приходят студентами и из нее уходят на пенсию. Хотя это и приводило ко многим отрицательным последствиям, был и важный положительный фактор. Постепенно, буквально по крупицам, собирались научные



коллективы, в которых люди очень удачно дополняли друг друга. Один внимательно следил за литературой, другой генерировал идеи, третий обладал практическим умом, четвертый день и ночь строил новые установки и т.д. Школы формировались долго и поныне являются предметом зависти иностранцев, которые лишены возможности всю жизнь заниматься одной темой.

Для большинства западных ученых наука — приятное занятие, а также источник неплохого заработка. В России же главным в работе ученых был не заработок, а интерес. Естественно, что во многих направлениях российская наука достигла огромных успехов, хотя в техническом плане всегда была достаточно слабо оснащена, особенно приборами и средствами вычислительной техники. А школы были. И сейчас в фундаментальной науке, на наш взгляд, нужно ориентироваться не столько на направления, сколько на школы. Если мы поддержим сильные школы, они сами определят свои планы, и будут проводить те исследования, которые окажутся самыми важными для нашего общества.

Количество средств, которые выделяются на фундаментальные исследования, невелико, поэтому, чтобы вести на хорошем уровне работы, придется сокращать число направлений этих исследований. Многие научные школы оказались фактически недееспособными. Сейчас стоит вопрос о поддержке сильных школ, сильных лидеров.

*— Через какое ведомство будут поддерживаться научные школы?*

— Система такая: средства выделяются через Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ), но отбор поддерживаемых школ проводится через специальный совет. Финансирование начнется в конце года, сейчас мы прорабатываем критерии и вскоре станем выделять деньги. Как будет организована процедура в 1996 г., еще предстоит обсудить и решить.

Одно из важных достижений реформы — создание множественных способов финансирования, так называемых фондов, которые дают возможность ученым, активно работающим в приоритетных направлениях, получать деньги не только в институтах. Деятельность фондов все время совершенствуется, увеличивается доля средств, проходящих через РФФИ, Гуманитарный фонд и др. Раньше наше Министерство отвечало в основном за естественные науки, а теперь мы стали оказывать помощь и гуманитарным направлениям. Уже почти решен вопрос об отчислении в Гуманитарный фонд 1% всех денег, выделенных на науку. Если это удастся сделать, улучшится положение специалистов-гуманитариев — юристов, психологов и т.д.

Один из вариантов поддержки российской науки — международное научное сотрудничество. В нынешний переходный период мы были бы готовы вести исследования силами наших коллективов по заказам с Запада или Востока. Это продажа не науки, как многие говорят, а результатов научных исследований.

За два года, что работаю в Министерстве, я посетил огромное количество институтов по всей стране. Размах поражает: за годы социализма построено столько уникальных научных объектов, сколько ни одна страна в мире не имеет. Но, к сожалению, сейчас мы не можем должным образом их эксплуатировать. Особенно трагична судьба недостроенных объектов. Классический пример — ускоритель УНК-600 в Протвино. Туннель почти построен, но если мы дальше будем продвигаться с такой скоростью, с какой выделяются деньги, дай Бог, чтобы он был окончательно готов через десять лет. А нужен ли будет тогда этот ускоритель?

На совещании в Париже мы представили информацию об уникальных российских экспериментальных установках и предложили принять участие в их использовании. Надеюсь, что наши предложения найдут отклик.

Германия уже дала высокую оценку перспективности и оригинальности представленных установок.

— *Идея состоит в том, чтобы продать эти объекты или сдать их в аренду международному научному сообществу?*

— Организационные формы могут быть различными. Приведу пример. Под Москвой есть огромный радиотелескоп диаметром 60 м. Он мало загружен и может раз в 10—20 эффективнее использоваться. Мы с удовольствием пустили бы туда иностранных партнеров, которые проводили бы там исследования — совместно с нами или без нас — и давали средства на содержание телескопов, что нам было бы крайне выгодно.

Появилась идея создания совместных лабораторий, полностью или частично расположенных в России. Мы можем заниматься подготовкой кадров по тем направлениям, где у нас передовые позиции.

— *Это будет что-то типа недавно созданного в Петербурге Международного математического института им. Л. Эйлера?*

— Скорее это будут более мелкие образования. Не стоит рассчитывать на то, что иностранный партнер выложит средства на целый институт. В коллективах из 50 или 30 человек можно очень быстро наладить сотрудничество и вести его плодотворно.

— *А как проходит реформа в Российской академии наук?*

— Реформа Академии назрела уже давно, лет 20 назад, но тогда на нее не решились, а теперь реформа наложилась на отсутствие средств и стало вдвойне труднее ее проводить. Если раньше это можно было сделать изящно и красиво, то сейчас приходится проводить ее в чрезвычайно тяжелых экономических условиях. Все отяжки любого решения приводят к большому сложности.

Сейчас в Академии уже появилось осознание необходимости преобразова-

ний. На последнем заседании Президиума РАН Ю.С.Осипов сказал о том, что нужно искать варианты адаптации Академии к новым условиям. Была предпринята попытка обсудить реорганизацию отделений РАН. К сожалению, пока только Отделение информатики готово пойти на это, остальные заявили, что в этом нет необходимости. Но первый шаг сделан.

Академия наук и ее институты должны самореформироваться. Было бы очень неправильно навязывать Академии, а тем более институтам единую схему. У каждого из них своя специфика, и лучше всего, если для каждого будет разработана конкретная модель. А положительные примеры уже есть. Институт ядерной физики им. Г.И.Будкера и Институт катализа им. Г.К.Борескова Сибирского отделения РАН сумели организовать эффективную международную кооперацию, за счет которой обеспечили хороший уровень финансирования научных исследований и зарплаты сотрудников. Или Институт спектроскопии в г. Троицке, где сокращен управленческий аппарат, а отделам предоставлена финансовая самостоятельность. При этом Институту удалось сохранить свой научный рейтинг, количество публикаций не упало даже после существенного сокращения численности сотрудников.

Я думаю, что, как говорится, процесс пошел, к нему надо привлечь внимание общественности, ведь как только появляются положительные примеры, события начинают развиваться очень бурно.

Теперь перейдем к прикладным наукам. Для любой индустриальной страны эта сфера — стратегически важная. Именно через нее реализуются на практике результаты фундаментальных исследований. Количество научно-исследовательских работ (НИР) у нас в стране просто грандиозно. При Министерстве есть институт, который ведет учет законченных НИР. Там огромная библиотека, зарегистрировано больше миллиона отчетов. Не все понимают, что обществу собственно



нужна не наука как таковая и даже не научные исследования, а использование их результатов. А у нас фундаментальные науки образуют мощную реку, прикладные — полноводную, а приложения — слабенький ручеек.

Сейчас наступило время, когда нам нужно серьезно проанализировать имеющиеся у нас возможности по завершенным прикладным научно-исследовательским работам и попытаться их использовать у себя или выгодно продать зарубежным партнерам. Для этой цели мы создаем специальные агентства, которые должны помогать людям находить партнеров за рубежом и правильно оформлять научные сделки. Ведь зарубежные предприниматели пытаются скупить за гроши результаты огромных исследований, и часто им это удается, потому что человек, доведенный до отчаяния жизненными обстоятельствами, вынужден идти на уступки ради того, чтобы решить сиюминутные проблемы.

Для нас очень важно научиться работать на западном рынке. Ведь не секрет, что у наших разработок зачастую непривлекательный внешний вид, они требуют существенной доработки. Простейшая кооперация сводится к тому, чтобы изготавливать основные узлы здесь, потом компоновать их за границей, осуществлять там маркетинг, защиту, продажу и обслуживание. Выходить на рынок со своими правилами безнадежно, нам надо привыкать к международным стандартам. Недавно мы создали с сенатом Берлина одно такое агентство (его бюро территориально находится в Институте кристаллографии РАН), оснастили его с помощью немецкой стороны.

Германия очень заинтересована в активном сотрудничестве с Россией в области технологий. Европа настороженно относится к тому, что Америка скупает все российские разработки. Безусловно, конфронтация между Америкой и Европой в области технологий очень серьезна. Немцы все прекрасно понимают и подходят к сотрудничеству не с позиций сиюминутной выгоды.

Сенат Берлина стремится серьезно и долго работать с нами. Все готовится к тому, что в России скоро произойдет технологическая революция. Россия — огромный рынок для новых технологий. Наше оборудование на заводах сильно устарело, и мы будем вынуждены приобретать новое. Естественно, имея опыт совместной работы с нами, Германия могла бы первой прийти на наш рынок.

*— В Московском государственном университете открылось много небольших фирм, в которых разрабатываются наукоемкие технологии, — технопарки. Имеют ли они отношение к государственным ведомствам?*

— Как правило, технопарки зарождались при вузах, есть немало работающих технопарки в МГУ, в Петербургском электротехническом университете, в Московском техническом университете. Сейчас это движение стало расширяться и проникать в такие крупные военные институты, как «Астрофизика». Для меня было неожиданностью, что эта крупная фирма, которая занималась разработкой мощных военных лазеров, в рамках своего технопарка стала выпускать качественный, довольно дешевый валидол. Они пошли простым путем: разработали хорошую замкнутую систему поиска и экспертизы проектов — неважно каких, лишь бы эффективных, экономически обоснованных, приносящих максимальную выгоду. Люди всегда будут лечиться, поэтому медицинские проекты — беспроигрышные. Еще одно гарантирующее успех направление — это методы защиты, например, от поражения током.

И это, вообще говоря, самое главное из того, что сейчас здесь происходит, — те разработки, которые удастся ориентировать на потребности человека, даже в наш трудный век хорошо реализуются, и оборот средств получается достаточно быстрым.

Сейчас мы рассматриваем варианты долевого участия государства в некоторых разработках, проводимых технопарками. Привлекательно то, что

фирмы плохой проект сами поддерживать не будут — они рискуют своими деньгами.

— *А вы рассчитываете на возврат вложенных денег?*

— Тут могут быть разные варианты. Мы готовы поддерживать какие-то проекты и на безвозвратной основе. Я считаю, что большая часть прикладных работ должна финансироваться на возвратной основе. Для этой цели полтора года назад при Министерстве мы создали специальный Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере. Возглавляет его мой предшественник И.М.Бортник. Этот Фонд имеет 0.5% от всех бюджетных средств на гражданскую науку. Мы специально приняли решение не поддерживать большие государственные структуры, для которых этих денег все равно не хватит. Для проведения реформы в научной сфере важно организовать малые предприятия, в которых авторы идей могли бы реализовать их сами. В этом Фонде существует экспертиза, и по ее рекомендациям выдаются средства на возвратной основе. Процент не превышает половины кредитной ставки банка. Бывают и беспроцентные ссуды.

Фонд работает весьма эффективно, и, думаю, эту схему надо распространять на хорошо работающие технопарки. Можно было бы, конечно, организовать новую государственную структуру, которая вела бы экспертизу и реализацию проектов, но, мне кажется, этот путь менее эффективен. Участвуя на паях в частном деле, можно добиться большего успеха с меньшими деньгами.

Вкладывая свою долю, мы приумножаем средства и, главное, развиваем малый бизнес, роль которого в современном обществе исключительно высока.

— *А куда идут возвращенные деньги?*

— Они не вернутся в Министерство, а будут аккумулироваться в Фонде, где их пустят на те же

уставные цели. Может случиться так, что со временем мы вообще сможем денег в Фонд не давать, т.е. он перейдет на режим самоокупаемости, хотя я думаю, что это произойдет еще нескоро. Денег не так много, и надо их вкладывать и вкладывать, чтобы научный бизнес стал развиваться. Фонд ведь не только проекты поддерживает, но и инфраструктуру, конференции, издание книг, аналитических обзоров.

Но покрупнее проблемы у НИИ, которые всегда работали на большие проекты, связанные с обороной. Эти уникальные предприятия попали в тяжелейшее положение, лишившись заказов. Понимая сложность ситуации, три года назад Министерство пошло на очень рискованный шаг и стало создавать государственные научные центры (ГНЦ).

— *Вы имеете в виду центры типа Арзамас?*

— Нет. Те центры находятся в ведении Минатома — они называются федеральными. Про них мы не говорим. Я имею в виду государственные научные центры, созданные по специальному Указу Президента. В соответствии с этим Указом, они получают дополнительное финансирование и льготы. Таких центров в настоящее время 60. Я бы сказал, их стало слишком много. Желание войти в их число столь велико, что конкурс там гигантский: несколько сотен центров стоят в очереди. Я считаю, эту идею в достаточной степени размыли. Государству было бы по карману содержать около 20 центров.

На первом этапе, когда этих центров и было столько, удалось их фактически спасти, но, к сожалению, мы плохо использовали шанс для проведения реорганизации. Надо было, видимо, с самого начала поставить жесткое условие. А так те деньги, которые им были выделены, в значительной степени пошли на сохранение, а не на реорганизацию. Кстати, статус центра присуждается не навечно — на два года, а потом мы должны

подводить итоги и в принципе можем его снять. Такой статус имеют сейчас, к примеру, Институт физики высоких энергий (ИФВЭ, Протвино), Физико-энергетический институт (ФЭИ, Обнинск), Институт теоретической и экспериментальной физики (ИТЭФ, Москва), Курчатовский институт, ЦАГИ, ВИАМ, Кораблестроительный институт им. А.Н.Крылова в Санкт-Петербурге, несколько НИИ химического профиля. В конце года будет выставка достижений этих центров.

— *Вы говорите, что у этих центров есть льготы. Какие?*

— Да, есть, в частности, по уплате за электроэнергию, но, к сожалению, в Москве эти льготы не реализуются: здесь так много центров, что администрация города не может компенсировать потери энергетиков. А вот в Санкт-Петербурге центры эти льготы получают. Но есть и определенные ограничения — они, например, не имеют права приватизироваться, сдавать в аренду помещения без специального разрешения. Есть еще целый ряд ограничений. После выставки будем обязательно анализировать работу каждого центра, а дальше встанет вопрос о том, как эту систему трансформировать, поскольку она потребляет очень значительную долю бюджета Министерства.

— *Не возникнет ли здесь почвы для коррупции?*

— Коррупция может возникнуть в любом деле, в котором делят или дают средства... В общем, вопрос о финансировании ГНЦ серьезный, есть много проблем, ставших для Министерства головной болью. Хотя, безусловно, нам удалось поддержать ключевые институты в период обвала заказов, и это сыграло исключительно положительную роль. Но сейчас все надо делать так, чтобы постепенно центры, проводящие прикладные работы, начали рассчитывать не только и не столько на бюджет, иначе он просто этого не выдержит.

— *Расскажите, пожалуйста, как производится экспертиза проектов. Насколько она объективна?*

— Когда распределяются деньги, надо обязательно убедить людей в том, что они расходуются рационально. Здесь важно сделать процесс отбора проектов прозрачным, и контроль за средствами тоже должен быть открытым. Я это чувствовал, когда еще работал в Институте общей физики, и, придя в Министерство, предложил организовать Координационный совет по научно-техническим программам в фундаментальной физике и астрономии, на котором бы обсуждались все крупные проекты. Министр идею одобрил, мы собрали совет, в котором около тридцати человек, специалисты по разным областям физики, среди них — академики с мировым именем, например, А.Ф.Андреев, А.В.Гапонов-Грехов, Ю.В.Прохоров. Этот совет призван обсуждать как те программы и крупные проекты, которые мы ведем, так и вновь предложенные. Совет работает уже два года, и опыт его работы показал, что публичное обсуждение среди грамотных, квалифицированных людей идет в очень уважительном стиле, и в то же время он не пропускает через свое сито ничего сомнительного. Уже само существование такого совета — очень важный фактор. Теперь, когда нам предлагают реализовать некий проект на полтора миллиарда, мы ставим вопрос о нем на Координационный совет, и во многих случаях на этом дело и заканчивается — не все готовы к публичным обсуждениям своих проектов. Весной мы запросили у председателей советов государственных научно-технических программ короткие отчеты о проделанной работе, об ожидаемых результатах, о необходимых средствах. Сопоставив, будем решать, что и в каком объеме финансировать. Важная отличительная особенность Координационного совета в том, что он неспециализированный. Чтобы правильно определять приоритеты, важно иметь более «широкий» совет.

— Как вы считаете, Координационный совет изменит известную «застойную» практику, когда «вхожий» в верха академик добивался особой поддержки?

— Думаю, что да. Когда крупные проекты предлагают академики, министр тоже рекомендует рассмотреть их на Координационном совете. После одобрения советом вероятность положительного решения очень велика. А если проект отвергнут, то, уверен, министр не пойдет против общественного мнения.

— Как по-вашему, престиж науки в глазах общества и политиков утрачен навсегда?

— Не все так плохо. В этом году конкурсы на технические специальности сильно возросли. Например, на физическом факультете МГУ в этом году конкурс составил три человека на место, такая же статистика в МФТИ. Причем все отмечают, что и уровень абитуриентов стал выше. Видимо, причин тут несколько. Жить в нашем криминальном капитализме неуютно, даже если получаешь много денег. Встречаясь с коммерсантами — бывшими учеными — обнаруживаешь, что многие мечтают вернуться в науку, построить свою лабораторию, заняться снова настоящим делом. Это как некая путеводная звезда, ее в жизни важно иметь. По той же причине и родители снова хотят дать образование своим детям.

Кроме того, привлекает то, что хорошие студенты имеют возможность продолжить свое образование за рубежом. Я руковожу на общественных началах отделом в Институте общей физики РАН, встречаюсь со многими молодыми людьми и понял: если человек имеет желание поехать учиться за рубежом, не надо ему препятствовать. Приехав в зарубежную лабораторию, он станет нашим представителем, с этой лабораторией у нас появится постоянный контакт. Обычно уехавшие думают о том, чтобы вернуться в Россию и продолжить работу здесь, если ситуация наладится и они

сумеют себя здесь материально обеспечить.

— А какая-нибудь статистика по отъездам и возвращениям у вас есть?

— Точной нет, по грубой оценке уехало меньше 10%. Но я за границей видел, что в некоторых лабораториях наши люди уже составляют костяк, и на семинарах русский язык становится рабочим. Но дальше все зависит от нас: если мы науку не реформируем, пустим все на самотек, очень нескоро создадутся условия для возвращения наших людей на Родину. Если мы преодолеем трудности, а я в это верю, многие вернуться, и мы даже выиграем от того, что они сохранились в науке да еще приобрели большой опыт за границей.

Об авторитете науки у политиков. Недавно в Совете Федерации проходили слушания по поводу национальной безопасности, и там прозвучало много интересных мотивов. Первый: США мечтают занять место мировой лаборатории и, понимая, что наука — самое перспективное дело, ведут соответствующую целенаправленную политику. Второй мотив, высказанный заместителем секретаря Совета Безопасности: будущее России — в сохранении ее научного потенциала. Постепенно происходит осознание роли науки даже в таких кругах. Это вселяет надежду.

— А теперь почти риторический вопрос. Как вы считаете, эти реформы направлены только на то, чтобы наука не умерла, или вы все же надеетесь, что она будет развиваться?

— Я бы сказал так: просто тратить силы на то, чтобы обеспечить выживание науки, было бы неправильно. Мы должны смотреть хотя бы чуть-чуть вперед. Едва живая наука обществу не нужна. Наука должна опять стать престижной, привлекать молодежь, только в этом случае она сможет сохраниться.

Пусть чиолненность научных работников будет меньше, но больше результатов мирового уровня. Нужна

наука только первого сорта, высшего качества.

Научный потенциал не должен быть выброшен на улицу, его надо эффективно использовать. Ученые — элита нашего общества. Не случайно именно научные работники, особенно физики, добиваются успехов в бизнесе. Мы теряем в научной сфере ресурсы. Многие научные учреждения в Москве по сути сменили род деятельности. Если по-умному распорядиться научной собственностью, она могла бы стать серьезной статьей дохода, поддерживающего научную сферу. Нужно законодательно дать возможность строить на базе умерших или умирающих институтов новые, необходимые для науки организации, такие как технопарки, бизнес-инкубаторы. Система же прикладной науки вообще не имеет многих важных звеньев инфраструктуры — ведь чтобы реализовать научные достижения, необходимо иметь маркетинговую и консалтинговую службы, группу анализа и прогноза, службы защиты, рекламы, сертификации продукции и пр. Мы скоро будем строить новые здания, чтобы разместить там все это.

— Вы считаете отношение к науке общества показателем его уровня?

— Это так, но и научное сообщество должно себя очень грамотно вести, а наше — спасовало перед многими трудностями. Например, только сейчас на телевидении начали возрождаться кое-какие научные передачи. Но, допустим, астрологические прогнозы идут ежедневно. Люди привыкли и даже им верят. А сколько других псевдонаучных передач на телевидении! В том, что к науке нет большого уважения в обществе, я бы не стал винить только общество.

— Расскажите, пожалуйста, как идет процесс формирования бюджета науки на 1996 г.

— Обычно сначала правительство поэтапно разрабатывает проект, Минфин ведет согласование с различными

ведомствами. В этом году такая процедура прошла в июне, и министр науки Б.Г.Салтыков вместе с президентом Академии Ю.С.Осиповым и министром финансов В.Г.Пансковым обсудили предполагаемые ассигнования на науку. Цифры оказались совершенно неутешительными: если в текущем году предполагалось выделить на научные исследования около 2.4% от расходной части бюджета, то на будущий год отчисления планировалось существенно понизить.

Минфин, естественно, экономит деньги — это его задача, мы его понимаем, но согласиться не можем. К примеру, в первоначальном варианте было взято за базу не общее финансирование 1995 г., а только те деньги, которые, видимо, предполагало выделить правительство в своем проекте до обсуждения в Думе. Б.Г.Салтыков потребовал, чтобы все было приведено в соответствие с Постановлением правительства за № 360 от 17 апреля этого года о выделении на гражданскую науку не менее 3% от расходной части бюджета, и это принесло определенный результат. Сейчас бюджет представлен на обсуждение в Думу, где, естественно, будут внесены коррективы. Я надеюсь, что, как и в прошлом году, Дума поможет нам увеличить долю бюджета, выделяемую на науку.

Но после того, как бюджет будет сверотан, объем финансирования определен, начнется каждодневная работа по реализации этих планов. Например, в 1993 г. по плану было выделено 1.164 трлн. руб., а фактически — 849 млрд, т.е. процентов 80, в 1994 г. обещано было 5 трлн. руб., а выделено 2.8 трлн., т.е. процентов 60. В 1995 г. обещано 6 трлн. руб., а сколько будет выделено, зависит от того, как нам удастся отстоять свои позиции. Дело министра и соответствующих финансовых управлений — добиться получения денег.

Огромная безответственность в научной сфере связана с тем, что Минфин только обещает нам определенную сумму, мы же добросовестно

расписываем ее по статьям расходов: в Академию наук, в фонды, в проекты и т.д. Ученые, исходя из этих сумм, строят свои планы. Минфин обещанных денег полностью не дает, мы не даем всем остальным. Люди, которым не додали денег, не чувствуют себя ответственными за свои обязательства. И такая безответственность пронизывает всю структуру снизу доверху. Эту тенденцию нам надо обязательно преодолеть. От боевых качеств министра тут очень многое зависит. И они у него есть, хотя методы — не те, что у силовых министров. Б.Г.Салтыков выступает всегда четко, резко, его авторитет в Кабинете министров достаточно высок, не последнюю роль играет то, что он один из самых «старых» министров — работает в этом ранге уже четыре года.

— Как идут выплаты в 1995 г.?

— По ситуации на июль годовой план финансирования выполнен примерно на 70%. Бюджетная политика страны становится более жесткой, и, хотя по разным статьям бюджета план выполняется неодинаково, по науке в этом году — даже чуть лучше, чем в среднем.

— Хотелось бы знать, как вы оцениваете роль научно-популярных журналов в поддержке престижа науки.

— Должен сказать, что у российских журналов есть поле для совершенствования. Человека нельзя заставить читать журнал, который не вызывает у него интереса или какого-то приятного чувства. Вот иностранный журнал — он просто кричит: «Возьми меня в руки! Открой!» Открываешь и сразу зачитываешься. А вид наших научно-популярных журналов зачастую серый, статьи написаны суконным языком. Наши уважаемые ученые, вообще говоря, не слишком утруждают себя тем, чтобы изложить свои результаты красиво и понятно.

— Сейчас вообще не стремятся излагать — ни красиво, ни некрасиво. Для журналов типа нашего, опирающихся на авторов — научных работников, а не журналистов, это просто катастрофа!

— Действительно, катастрофа! Надо сказать, что сейчас огромное значение имеют такие факторы, как пропаганда науки. Мы должны все время лоббировать. На Западе огромные средства тратятся на то, чтобы убедить общество в необходимости развития науки. Мы нуждаемся в этом еще больше.

В любом деле, особенно таком важном и сложном, как реорганизация научной сферы, требуется системность и последовательность. Необходимо сформулировать задачи, приоритеты, подходы. Надо четко соизмерить наши возможности и желания. Общество должно определить, сколько средств выделить на науку. Мир действительно бесконечен, и если дать ученым волю, то можно науку развить до такого уровня, что половина населения будет заниматься исследованиями. Здесь встает вопрос, какую фундаментальную науку общество может себе позволить. Должен быть найден компромисс, и он определяется прежде всего экономическим положением страны и его естественно-научной базы. Сейчас наша страна, видимо, может себе позволить гораздо меньше, чем раньше.

В последние месяцы мы разработали проект научной доктрины, в которой сформулировали свои позиции по этим проблемам, а также по вопросам организации научных исследований и использования их результатов, объемов средств, выделяемых на науку, и форм их представления. Научная доктрина — это по сути протокол о намерениях между научным сообществом и обществом. В ней сказано, какой видит научное сообщество роль науки, чего общество хочет от нее. Проект доктрины мы уже обсудили в правительстве, и когда она будет принята, появится, наконец, основательная законодательная база для реорганизации науки.

# Финансирование науки в России и США в 1993—1995 гг.

Т. Ю. Лисовская

Москва

**КАЖДОМУ**, кто попытается сопоставить ассигнования на науку в разных странах, очень скоро станет ясно, что самое сложное — разобраться в финансировании именно нашей, российской науки. По поводу бюджета американской науки публикуется масса журнальных статей (см., напр.: «Physics Today», 1995. № 4), группы экспертов регулярно выпускают обзоры, в которых анализируются приоритеты и тенденции развития отдельных областей науки и техники, соотношение объемов финансирования оборонных и гражданских секторов.

К сожалению, насколько нам известно, подобных публикаций о нашей науке в доступных изданиях не существует. Нам кажется, что вопросы бюджетной

политики в области науки должны сейчас интересовать читателей нашего журнала, и мы предполагаем на его страницах опубликовать ряд аналитических материалов на эту тему. Здесь мы приведем с некоторыми замечаниями данные по бюджету науки России за последние годы, полученные в Планово-финансовом управлении Министерства науки и технической политики РФ и Финансово-экономическом управлении РАН. Мы благодарны сотрудникам этих учреждений А.А.Горину, Э.Е.Антипенко и А.И.Коношенко, предоставившим информацию по структуре нашего научного бюджета, содержащуюся в таблицах.

Для сравнения будут приведены данные о статьях федерального бюджета США, относящихся к науке.

В табл. 1, 2 собраны самые общие сведения о бюджетах науки двух стран в 1993—1995 гг. (В официальных американских документах используется термин «R&D» т.е. «Research and Development», он примерно соответствует нашему понятию «научные исследования и разработки».) Отметим, что американская наука в значительной степени субсидируется за счет вливаний от частных фирм. В данной статье мы не рассматриваем эту часть финансирования, равно как и субсидии из бюджетов отдельных штатов.

Несмотря на внешнее сходство структур бюджетных отчислений России и США — примерно одинаковое соотношение военного и гражданского секторов науки, приблизительно оди-

Таблица 1

Бюджетное финансирование науки в России (данные Миннауки).

|  | 1993  |       | 1994  |       | 1995  | 1996    |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
|  | план. | факт. | план. | факт. | план. | проект. |
| Расходная часть федерального бюджета (ФБ) (в ценах соответствующих лет, трлн. руб.)                          | 32.0  | 34.1  | 194.5 | 146.4 | 248.3 | 428.95  |
| Ассигнования по статье «Фундаментальные исследования и содействие научно-техническому прогрессу»: трлн. руб. | 1.19  | 0.85  | 5.05  | 2.79  | 6.06  | 11.06*  |
| в % к ФБ   | 3.7   | 2.49  | 2.59  | 1.91  | 2.44  | 12.87** |
| в сопоставимых ценах 1991 г.*** (млрд. руб.)   |       | 4.89  | 6.58  | 3.56  | 2.92  | 3.01**  |
| Ассигнования по статье «Национальная оборона — НИОКР»  |       |       | 2.43  |       | 4.93  | 3.94**  |
|  |       |       |       |       |       | 4.59**  |

Примечание. \* Вариант Миффина. \*\* Вариант Миннауки. \*\*\* Рассчитано Центром исследований и статистики науки Миннауки РФ и РАН по дефлятору ВВП.



Таблица 2

**Бюджетные ассигнования на научные исследования и разработки (Research and Development) в США (по данным аналитического обзора Albert H. et al. Research and Development Budget and Policy Project. Congressional action on Research and Development in FY 1995 Budget).**

|   | 1993  | 1994  | 1995<br>план. | 1996<br>проект. |
|---|-------|-------|---------------|-----------------|
| Расходная часть федерального бюджета (в текущих ценах, трлн. долл.) | 1.408 | 1.484 | 1.518         |                 |
| Ассигнования на Research and Development (млрд. долл.)              |       |       |               |                 |
| граждн. сектор  | 29.0  | 31.2  | 32.6          |                 |
| обор. сектор  | 41.3  | 39.6  | 39.9          |                 |
| всего   | 70.3  | 70.8  | 72.5          | 72.9            |
| в % к ФБ  |       |       |               |                 |
| гражд. сектор   | 2.1   | 2.1   | 2.1           |                 |
| обор. сектор  | 2.9   | 2.7   | 2.7           |                 |
| всего   | 5.0   | 4.8   | 4.8           |                 |

наковый процент отчислений от расходной части бюджета и валового внутреннего продукта (ВВП) — они коренным образом отличаются. Прежде всего цифры недвусмысленно демонстрируют, насколько мы беднее, причем это касается не только бюджетов научных, но и федеральных в целом, а также валовых внутренних продуктов (в пересчете на душу населения и сравнительную покупательную способность рубля и доллара разница составляет примерно 10 раз).

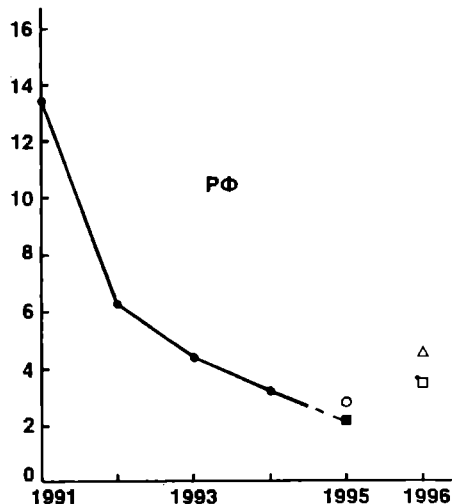
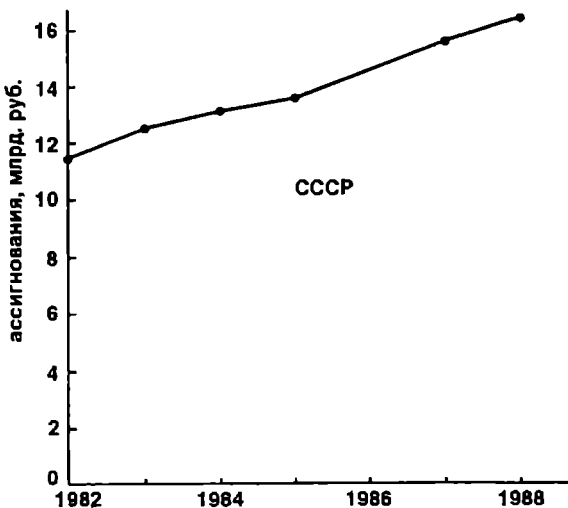
Но есть и другие важные отличия. Статья «R&D» бюджета США состоит из многих десятков пунктов и законодательно закрепляет ассигнования на конкретные научные центры, университеты и даже некоторые лаборатории, а также определенные программы и проекты. Российский бюджет в части науки является, по существу, «трансфертным» и распределяет средства в основном между министерствами и ведомствами, так что выяснить, например, сколько средств выделяется на разработки в области медицины, необычайно трудно. Мы попытались хотя бы в общих чертах понять структуру

«военной» части российского научного бюджета, сравнимого по величине с «гражданским», но, к сожалению, получить какие-то сведения на этот счет не удалось. На наш запрос в Министерство обороны был получен ответ, содержащий совет обратиться за этими сведениями в Министерство финансов, откуда нас отправили обратно в Министерство обороны... Поэтому и вопрос об объеме реального финансирования научных учреждений, находящихся в ведении Министерства обороны и Минатома, как известно, имеющих большие финансовые проблемы, остается открытым. Всесоюзные ядерные центры, такие как Арзамас-16, Челябинск-26, Красноярск-70 и др., финансируются за счет военных расходов Министерства по атомной энергии РФ (1 трл. руб. в бюджете 1995 г.), частично они получают деньги по прямым контрактам с министерствами. Во всяком случае ни Министерство науки, ни Академия наук их не субсидируют, хотя последние частично финансирует пять центров двойного подчинения (например, Санкт-Петербургский институт ядерной физики, Госу-

дарственный оптический институт и др.). Все это тоже осложняет детальное сопоставление бюджетов.

Обратимся теперь к динамике бюджетных ассигнований на науку. Прежде всего обращает на себя внимание то, что в 1993 г. и особенно в 1994-м не удалось получить даже те небольшие деньги, которые по плану выделялись на научно-технические исследования — план по финансированию науки в целом в 1994 г. был выполнен только на 55%! (Фактически, этим была сведена на нет деятельность лоббистов науки в Думе, добившихся увеличения ассигнований в 1994 г. с 4.5 до 5.05 трлн. руб. Реально же получено 2.79 трлн. руб.) Правда, уже в первом полугодии 1995 г. положение несколько улучшилось, годовой план по семи первым месяцам выполнен на 39.9%, а по Российской академии с региональными отделениями — даже на 49%. Основные поступления пришлось на май-июнь и явились результатом переговоров министра науки Б.Г.Салтыкова с министром финансов В.Г.Пансковым и вице-премьером А.Б.Чубайсом.

✓ Ясно, что, как и у



- по бюджету 1995 г.
- по тенденции на 1 полугодие 1995 г.
- △ проект Миннауки на 1996 г.
- проект Минфина на 1996 г.

*Бюджетные ассигнования на научные исследования и разработки гражданского назначения (по «Народное хозяйство СССР. Статистический ежегодник». М.; для РФ приведены данные Миннауки в ценах 1991 г., рассчитанных по дефлятору ВВП Центром исследований и статистики науки Миннауки РФ и РАН).*

любого министерства, у Министерства науки и Российской академии наук складываются сложные отношения с Министерством финансов, проводящим, особенно в области науки и культуры, весьма жесткую финансовую политику. Сложности усугубляются тем, что выделение денег происходит по разным схемам: часть поступлений, например деньги на Академии, Российский фонд фундаментальных исследо-

ваний, региональные отделения РАН, выделяются Министерством финансов непосредственно адресатам. В Министерство науки поступают только суммы на финансирование национальных приоритетных и некоторых федеральных программ, а остальные — направляются министерствам для выполнения программ и проектов по планам, сформированным в Министерстве науки.

Эти схемы за несколько последних лет были отлажены и неплохо функционировали. Но в последние месяцы появились неприятные тенденции — Министерство финансов, где нет экспертов по науке, похоже, пытается присвоить себе некоторые функции Миннауки. Так, в августе месячные лимиты были сокращены на 50 млрд. руб. (примерно 10% месячного бюджета науки), причем, урезано было в основном финансирование крупных институтов — Курчатовский институт получил на 20% меньше, Объединенный институт ядерных исследований — на 16.9%. Эти необоснованные вторжения неспециалистов могут привести к нежелательным из-

менениям всей структуры финансирования науки.

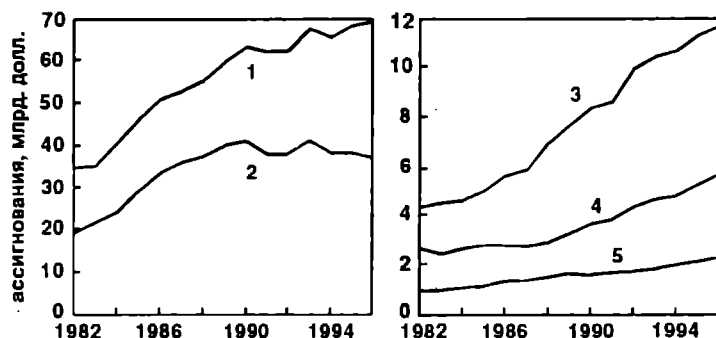
Что касается проекта научного бюджета 1996 г., то вначале его варианты, предложенные Минфином и Миннауки, отличались в 1.5 раза. В результате обсуждения на заседании правительства (31.07.95) позиции двух ведомств сблизились, и сейчас объем финансирования «гражданской» науки в 1996 г. установлен на уровне 11.06 трлн. руб. Конечно же, эта цифра не окончательная и будет все время пересматриваться вплоть до утверждения бюджета 1996 г. в Думе.

Посмотрите график, показывающий динамику «гражданской» части научного бюджета в СССР (до 1989 г.) и в России (рис. 1). Приведенные к ценам 1991 г. (т.е. пересчитанные с учетом инфляции), цифры впечатляют: по сравнению с 1991 г. ассигнования упали почти в 6 раз! Последний отрезок, обозначенный пунктиром, к сожалению, пока не означает перелома тенденции: просто это — планируемые, а не фактические цифры, а куда лягут реальные цифры — увидим через год. Глядя на эту

Таблица 3

Распределение ассигнований на науку в 1993—1995 годах (млрд. руб.)

|   | 1993 г.           |                   | 1994 г.           |                  | 1995 г.           |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
|   | план.             | факт.             | проект.           | факт.            | план.             |
| Всего по республиканскому бюджету   | 1164.03<br>(100%) | 848.9<br>(100%)   | 5047.6<br>(100%)  | 2791.5<br>(100%) | 6060.03<br>(100%) |
| Фонд фундаментальных исследований   | 30.22<br>(2.6%)   | 18.1<br>(2.1%)    | 201.8<br>(4%)     | 102.2<br>(3.7%)  | 404.2<br>(6.7%)   |
| Российский гуманитарный научный фонд  | —                 | —                 | 28.5<br>(0.6%)    | 5.3<br>(0.2%)    | 30.3<br>(0.5%)    |
| Фонд содействия развитию малых предприятий в научно-технической сфере   | —                 | —                 | 22.54<br>(0.5%)   | 10.8<br>(0.4%)   | 30.3<br>(0.5%)    |
| Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, выполняемые учреждениями академий наук и вузами — всего | 249.6<br>(21.4%)  | 204.4<br>(24.1%)  | 1141.9<br>(22.6%) | 920.6<br>(33.0%) | 1655.7<br>(27.3%) |
| из них:   |                   |                   |                   |                  |                   |
| Российская академия наук, включая региональные отделения  | 141.3<br>(12.2%)  | 119.6<br>(14.1%)  | 683.9<br>(13.5%)  | 515.0<br>(18.4%) | 1112.4<br>(18.3%) |
| Россельхозакадемия  | 24.2<br>(2.1%)    | 18.4<br>(2.17%)   | 120.0<br>(2.4%)   | 94.6<br>(3.4%)   | 150.3<br>(2.4%)   |
| Российская академия образования   | 3.7<br>(0.3%)     | 2.6<br>(0.3%)     | 13.3<br>(0.3%)    | 9.8<br>(0.3%)    | 18.7<br>(0.5%)    |
| Государственный комитет Российской Федерации по высшему образованию   | 63.6<br>(5.5%)    | 51.3<br>(6.04%)   | 276.9<br>(5.5%)   | 260.3<br>(9.3%)  | 292.9<br>(48%)    |
| НИОКР, выполняемые в рамках программ и приоритетов Миннауки России — всего  | 191.46<br>(16.5%) | 113.76<br>(13.4%) | 1159.2<br>(23.0%) | 373.8<br>(13.4%) | 1208.9<br>(19.9%) |



Динамика финансирования по статье «Research and Development» федерального бюджета США (по материалам обзора в «С&Е». Февраль 1995 г. С. 18). 1 — все исследования; 2 — оборонный сектор; 3 — здравоохранение; 4 — энергетика; 5 — финансирование по Национальному научному фонду.

плавную кривую, создается впечатление, что неуклонное падение ассигнований на российскую науку — резуль-

тат продуманной политики, проводимой властями.

Динамика научного бюджета США, несмотря на

замораживание отдельных отраслей в некоторые годы, на протяжении последних 15 лет показывает устойчи-

Таблица 4

**Выполнение плана финансирования РАН на I полугодие 1995 г. (по данным Финансово-экономического управления РАН) (млрд. руб)**

|  | План<br>1995 г. | Уд. вес в<br>объеме, % | I полугодие 1995 г. |                            |                                     |
|--|-----------------|------------------------|---------------------|----------------------------|-------------------------------------|
|  |                 |                        | план                | в % к<br>годовому<br>плану | фактически<br>профинан-<br>сировано |
| <b>Всего</b>   | 713.3*          | 100                    | 305.7               | 42.8                       | 258.6                               |
| В том числе:   |                 |                        |                     |                            |                                     |
| распределено по учреждениям                          | 549.6           | 77                     | 235.2               | 42.8                       | 219.9                               |
| Целевые расходы                                      | 163.7           | 23                     | 70.4                | 42.8                       | 38.8                                |
| Из них:  |                 |                        |                     |                            |                                     |
| поддержка изданий научных журна-<br>лов              | 9               |                        |                     |                            | 5.1                                 |
| приобретение научной литературы<br>для библиотек     | 6               |                        |                     |                            | 4.1                                 |
| государственные стипендии ученым                     | 10              |                        |                     |                            | 2.5                                 |
| капитальный ремонт основных фон-<br>дов              | 15              |                        |                     |                            | 7.6                                 |
| ремонт научно-исследовательских<br>судов             | 3               |                        |                     |                            | 0.7                                 |
| приборостроение                                      | 4               |                        |                     |                            | 1.5                                 |
| централизованные расходы Прези-<br>диума РАН         | 2               |                        |                     |                            | 1.1                                 |
| международные научные связи                          | 5.5             |                        |                     |                            | —                                   |
| научные экспедиции и стационары                      | 7               |                        |                     |                            | 1.6                                 |
| поддержка работ молодых ученых                       | 2               |                        |                     |                            | —                                   |
| поддержка приборной базы                             | 15              |                        |                     |                            | 1.4                                 |
| оказание помощи в содержании<br>жилого фонда         | 4.5             |                        |                     |                            | 2.9                                 |
| поддержка приоритетных направле-<br>ний исследований | 65              |                        |                     |                            | 2.0                                 |
| резерв руководства Академии                          | 15.7            |                        |                     |                            | 8.3                                 |

Примечание. \* В порядке индексации выделено дополнительно 58 млрд. руб.

Из резерва руководства Академии, в I полугодии 1995 г., было выделено (млн. руб.) на:

поддержание изданий институтов — 85; проведение конференций, съездов — 586; удорожание аренды — 95.6; удорожание охраны — 60; погашение задолженности по коммунальным услугам — 3650; всего — 4476.6.

вую тенденцию к росту государственных ассигнований. Правда, уменьшение вложений в ряд направлений фундаментальной науки произошло в последние годы за счет уменьшения инвестиций от частных фирм. В США тоже проходит реформа науки, выражающаяся в первую очередь в перераспределении денег между оборонными и гражданскими научно-техническими сферами. Этот процесс вообще характерен для нашего «послевоенного» времени (имеется в виду конец «холодной» войны), и

администрация Б.Клинтоня последовательно проводит курс на уменьшение роли оборонных отраслей науки. Но в США и в «гражданской» науке происходит структурная перестройка: в последние годы наиболее быстрыми темпами растут отчисления на исследования, связанные со здравоохранением, а увеличение ассигнований на исследования в области энергетики, к примеру, настолько незначительно, что не компенсирует инфляцию. Так что укоренившееся в общественном сознании представ-

ление об эпохе заката науки относится в основном к нашей стране.

Г.В.Козлов подробно рассказал о направлениях реформирования научно-технической сферы. В цифрах, приведенных в табл. 3, можно увидеть некоторые результаты этого процесса. Обращает на себя внимание увеличение роли различных фондов, распределяющих деньги в виде грантов, получаемых на конкурсной основе, в первую очередь РФФИ. Набирают силу Фонд содействия развитию малых предприятий в науч-

но-технической сфере и Российский гуманитарный фонд. Увеличивается финансирование международных программ и сотрудничества в целом.

Перейдем теперь к ситуации в Российской академии наук, поскольку она затрагивает очень многих наших читателей. Как же распределяются выделяемые РАН деньги и почему их так катастрофически не хватает?

Прочитав Постановление Президиума РАН от 16 мая 1995 г. «Финансовый кризис большинства учреждений РАН обострился в связи с продолжающимся ростом стоимости тепла и электроэнергии, коммунальных услуг, аренды и охраны помещений, тарифы на которые выросли с начала года до 3—5 раз. В результате уже в апреле текущего года Академия оказалась в катастрофическом положении. Задолженность институтов Академии перед энергетиками и коммунальными службами становится хронической и в ряде случаев сопоставима с годовым объемом их бюджетного финансирования... Средняя зарплата работников РАН в марте составляла 242 тыс. руб. (против 281 тыс. руб. в декабре 1994 г.). Учреждения Академии вынуждены отправлять работников в неплатимые отпуска, переводить их на неполную рабочую неделю, задерживать выплату заработной платы. Все это, а также невозможность реализовать решения Правительства РФ о повышении заработной платы, и без того не компенсирующем реальный рост стоимости жизни, создает в институтах РАН обстановку острой социальной напряженности... Вызывает тревогу состояние основных фондов учреждений Академии, особенно комму-

никаций, теплосетей, энергохозяйства, значительная часть которых введена 20—30 лет назад. Непринятие срочных мер по их капитальному ремонту в течение летне-осеннего периода, для осуществления которых потребуется не менее 50 млрд. руб., может уже этой зимой привести к многочисленным аварийным ситуациям, полной остановке ряда институтов...»

Это эмоциональное Постановление, которое правильнее было бы назвать криком отчаяния, было принято в мае, правда, в июне-июле ситуация с финансированием несколько улучшилась (табл. 4), хотя оно по-прежнему ниже, чем предусмотрено Законом РФ о бюджете на 1995 г.

Как же распределяются выделяемые в РАН деньги? Оказывается, есть ряд защищенных целевых статей бюджета РАН, например приобретение научной литературы для библиотек институтов, капитальный ремонт основных фондов и пр. Остальные деньги распределяются по Отделениям РАН, а внутри Отделений — по институтам (табл. 5). Все изменения в распределении бюджетного финансирования по отделениям РАН и научным центрам могут производиться только по решению Президиума Академии. Внутри отделений деньги распределяет бюро, причем не чаще, чем раз в квартал. Итак, деньги доходят до института, и их явно не хватает на все. Любопытно, что на этом этапе зарплата уже не является защищенной статьей, и директор должен решать, на что в первую очередь расходовать деньги: выплатить долги за электроэнергию или заплатить зарплату сотрудникам. (По-видимому, вскоре на смену типичному в доперестроечные годы представи-

тельному старичку-академику придет оборотистый директор-администратор. Это, собственно, процесс нормальный — на Западе уже давно именно такие люди управляют институтами или университетами как сложным хозяйством.) В среднем 50% денег (а с учетом налогов и отчислений в Пенсионный фонд и Фонд медицинского страхования — 70%) идет на зарплату, 20—30% — на коммунальные услуги, оставшиеся суммы, если они есть, можно, ни в чем себе не отказывая, тратить на собственно научные исследования и командировки.

Конечно, на эти деньги нельзя ни проводить экспериментальные исследования, ни заниматься техническими разработками, ни просто удержать сотрудников, получающих в некоторых институтах зарплату в 100 тыс. руб., да и ту — нерегулярно. По официальным данным численность сотрудников Академии за последние три года упала на 20—30%, фактически же эта цифра гораздо больше.

И все же очень многие научные коллективы работают в полную силу, в них приходит молодежь, покупаются новые дорогие установки. Чем же это объяснить? Спасают гранты — в первую очередь от Международных фондов, РФФИ, а также участие в приоритетных программах и проектах. Только коллективы, получившие гранты или финансируемые по программам, как правило, и могут жить и заниматься дальнейшими исследованиями. Правда, сумма, отчисляемая этими коллективами на счета родного института, иногда достаточно велика, что позволяет подкармливать и других сотрудников.

Кроме того, некоторые институты, чтобы вы-

Таблица 5

**Показатели финансирования научных учреждений Российской академии наук на 1995 г. (по данным Финансово-экономического управления РАН)**

| Учреждения РАН  | Профинансировано в I квартале (млн. руб.) | Удельный вес в сумме распределяемого финансирования в июне—декабре (%) |
|---|---|--|
| <b>ОТДЕЛЕНИЯ:</b>                                       |   |  |
| Математики  | 494.7                                     | 0.53   |
| Общей физики и астрономии                               | 14909.1                                   | 16.65  |
| Ядерной физики  | 5273.7                                    | 5.75   |
| Физико-технических проблем энергетики                   | 2283.7                                    | 2.49   |
| Проблем машиностроения, механики и процессов управления | 2834.2                                    | 3.09   |
| Информатики, вычислительной техники и автоматизации     | 6439.9                                    | 7.02   |
| Общей и технической химии                               | 9156.9                                    | 10.00  |
| Физико-химии и технологии неорганических материалов     | 2283.7                                    | 2.49   |
| Физико-химической биологии                              | 5936.4                                    | 6.58   |
| Физиологии  | 1835.7                                    | 2.10   |
| Общей биологии  | 4824.9                                    | 5.26   |
| Геологии, геофизики, и геохимии и горных наук           | 4982.4                                    | 5.43   |
| Океанологии, физики атмосферы и географии               | 2805.5                                    | 3.06   |
| Истории   | 2372.7                                    | 2.59   |
| Философии, социологии, психологии и права               | 1569.8                                    | 1.71   |
| Экономики   | 2313.2                                    | 2.59   |
| Мировой экономики и международных отношений             | 1723.7                                    | 1.88   |
| Литературы и языка                                      | 1082.7                                    | 1.28   |
| <b>Итого</b>  | <b>73122.9</b>                            | <b>80.43</b>   |
| <b>НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ:</b>                                  |   |  |
| Дагестанский  | 915.5                                     | 1.10   |
| Карельский  | 1266.3                                    | 1.50   |
| Кольский  | 4642.1                                    | 5.16   |
| Уфимский  | 532.0                                     | 0.58   |
| Кабардино-Балкарский                                    | 138.9                                     | 0.30   |
| <b>Итого</b>  | <b>7494.8</b>                             | <b>8.64</b>  |

жить, сдают свои площади в аренду, участвуют в организации коммерческих предприятий, причем самим институтам дано право решать вопрос о доле, отчисляемой от этой деятельности на их счета прибыли (минимум 20%). Но, по официальным данным, доходы институтов от этой деятельности и аренды невелики: в 1994 г., например, они составили менее 1% от бюджетов институтов. Число коммерческих предприятий, чьими учредителями являются институты, неуклонно падает — они либо разоряются, либо уходят в чистую

коммерцию и отделяются от институтов.

И последнее. Как нам объяснили в Финансово-экономическом управлении РАН, все доходы, будь то арендные, коммерческие или бюджетные, а также расходы института проходят через бухгалтерии и обязательно попадают в ежеквартальные отчеты, представляемые в это управление. В последнее время от руководства институтов стали требовать еще более детальных отчетов. Утверждается, что ученый совет любого института вправе ознакомиться с ними.

При всей печальной картине, которая предстает при анализе отношения наших властей к науке, складывается впечатление, что структурная перестройка в ней идет.

Выживают наиболее активные, преданные науке, работоспособные и умеющие рекламировать свои результаты научные коллективы. С будущего года планируется адресная поддержка научных школ, совершенствуется система выделения грантов, и, может быть, мы еще будем свидетелями возрождения былой славы российской науки.

# Есть такая наука — алкология

А. В. Немцов



*Александр Викентьевич Немцов, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела наркологии Московского научно-исследовательского института психиатрии Министерства здравоохранения и медицинской промышленности РФ. Основные научные интересы — психофизиология и психалингвистика алкоголизма, эпидемиология потребления алкоголя и его последствий.*

**Д**ВЕНАДЦАТЬ лет назад силою обстоятельств мне пришлось сместить мои научные интересы из психиатрии в наркологию, а точнее — в алкологию. А еще через два года я получил «в подарок» антиалкогольную кампанию: именно экстремизм ее задач и методов сделал кампанию грандиозным и довольно чистым экспериментом, раскрывшим многие внутренние пружины потребления зеленого змия.

Глобальные алкогольные тенденции проявились в СССР, несмотря на «железный занавес» и резкие отличия нашего социально-политического устройства от западного<sup>1</sup>. Даже сама кампания была уродливым воплощением сформировавшихся к началу 80-х годов общемировых установок, но отличалась от них вульгарным прагматизмом и полным пренебрежением к выводам алкологии.

Вернуться к этой теме меня побудила публикация в «Химии и жизни»<sup>2</sup>.

Алкология как наука, изучающая проблемы потребления алкоголя, родилась в 20—30-х годах нашего века в связи с бурным развитием городов, что вынудило регулировать отношения больших масс людей, живущих на малом пространстве. Тогда среди горожан преобладали мигранты, которые всегда потребляют больше спиртных напитков, чем их оседлые соседи, что и породило серьезные алкогольные проблемы.

Тогда же в общественном созна-

© Немцов А.В. Есть такая наука — алкология.

<sup>1</sup> Немцов А.В. Потребление алкоголя как глобальная проблема // Природа. 1990. № 1. С. 69—78.

<sup>2</sup> Андреев Е.М. Есть такой фактор — сволочизм жизни // Химия и жизнь. 1995. № 1. С. 51—56.



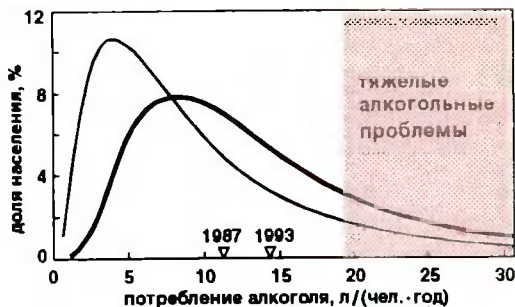
нии отношение к алкоголизму и пьянству сместилось с чисто моральных позиций в область психологии и медицины. Формирование новой науки стимулировал также сокрушительный провал «сухого закона» в США (1920—1933), имевший широкий резонанс в мире.

Сегодня алкология — это комплексная наука, в которой много химии, но еще больше жизни. Поскольку главный объект ее исследования — потребители спиртного, в нее входят психология, социология и философия.

Долгое время полагали, что алкоголизм и пьянство сопутствуют бедности. Однако сейчас ясно: пьют все — и малообеспеченные, и зажиточные. Правда, про алкогольные проблемы богатых часто узнают, когда они попадают в клинику с циррозом печени или другими осложнениями пьянства.

Французский исследователь С. Ледерманн, описывая количественное соотношение людей, много и мало пьющих, не обнаружил каких-либо четких границ между абсолютными трезвенниками и больными алкоголизмом. Между ними располагается множество переходных форм потребления спиртных напитков. Все эти группы жестко связаны со среднестатистическим потреблением<sup>3</sup>, изменение которого сопровождается соответствующим изменением количества тяжелых пьяниц. Один из основных постулатов Ледерманна состоит в том, что сравнительно небольшое увеличение душевого потребления приводит к значительному росту числа много пьющих и других негативных последствий.

Все эти отношения можно выразить простой формулой: **доступность** → **потребление** → **ущерб**, из чего следует, что главным объектом профи-



*Распределение российских потребителей спиртного в 1987 (тонкая кривая) и 1993 гг. Треугольники — среднестатистическое потребление. Область потребления с тяжелыми алкогольными проблемами выделена цветом. Увеличение потребления на 32% увеличивает долю людей с тяжелыми проблемами на 75%.*

лактического вмешательства должен быть общий уровень потребления.

Нельзя сказать, что алкология не замечает положительные эффекты алкоголя. И дело не только в возможном уменьшении риска сердечно-сосудистых заболеваний при умеренном потреблении спиртного (например, одна рюмка в день). Главное — в его положительном эмоциональном воздействии.

Однако при общих опросах населения алкоголики обнаруживают куда больше положительных эффектов спиртного, чем умеренно пьющие люди. Возможно, в этом проявляется результат отбора: алкоголиками становятся те люди, которые изначально получают от алкоголя больше приятных ощущений.

Финские исследователи показали, что степень положительных эмоций больше связана с частотой опьянения, нежели с общим количеством выпитого, и что с увеличением потребления положительные эффекты нарастают медленнее, чем негативные. Сильнее всего положительные эффекты проявляются при относительно низких уровнях потребления — от 0.5 до 2.0 л чистого алкоголя в год.

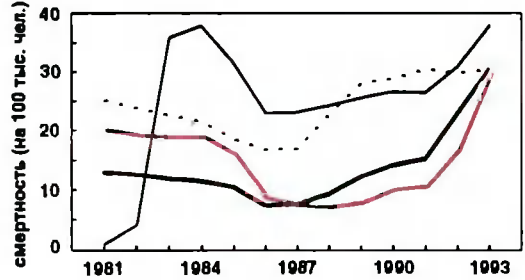
Однако современная европейская

<sup>3</sup> Этот не слишком удачный термин пришел к нам из XIX в., а там он был отголоском крепостнических отношений. Термин обозначает среднее потребление алкоголя, содержащегося во всех спиртных напитках, выпитых всем населением, выраженное в литрах чистого спирта на человека в год.

культура давно ушла от этого невинного уровня. Сегодня негативные последствия настолько преобладают над позитивными, принимают столь грубые социальные формы, что положительные психологические эффекты становятся предметом серьезного изучения сравнительно редко. И это не единственное упущение алкологии. Такая позиция имеет вполне реальные причины: потребление алкоголя в 70-е годы во многих странах достигло катастрофического уровня. Естественно, что в таких условиях исследования проводились преимущественно в областях, где был наибольший ущерб, при этом объектом пристального внимания стали не большие алкоголизмом (3—7% популяции), а пьяницы, которые составляют 30—40%. В связи с этим, а также с тем, что узко биологический подход к проблеме алкоголизма почти не дал полезных результатов, интересы науки сместились с углубленных поисков основ алкоголизма на социальные программы, направленные на снижение общего потребления алкоголя.

Это, однако, не значит, что алкология ратует за сухой закон. В 80-х годах эксперты ВОЗ, обследовав 11 стран, от социалистической Польши на востоке до половины штатов США, пришли к заключению, что относительно безопасным для страны потреблением можно считать уровень ниже 8 л алкоголя в год на человека. В 1992 г. Европейское бюро ВОЗ приняло программу по снижению к 2000 г. потребления алкоголя на 25%. Россия как член Европейского бюро ВОЗ также включалась в эту программу, хотя именно 1992 г. стал особенно драматичным для алкогольной ситуации в стране.

Потребление крепких напитков, как и всякое социальное явление, имеет довольно сложную структуру причин. У большинства людей главной выступает потребность изменить свое психическое состояние: либо поднять настроение, либо снять напряжение. Но эти две потребности сами по себе лежат на пересечении многих других



*Динамика самоубийства (пунктир), убийства (тонкая линия), смертей от автодорожных травм и смертельных отравлений алкоголем (цветная кривая) в России в 1981–1993 гг. Видно, что убийства значительно выросли даже по сравнению с 1984 г., но только в последние 2–3 года, а вот самоубийства как главный показатель внутреннего напряжения в обществе только в 1993 г. достигли уровня 1984 г.*

явлений: индивидуальных, психологических или микро- и макросоциальных. Несколько упрощая, можно сказать, что алкогольная потребность — эквивалент или интегральное выражение несовершенства жизни.

Даже такой приятный способ существования, как компания, почти никогда не обходится без выпивки, которая по сути служит своеобразным фармакологическим костылем на пути душевного сближения людей. Вот почему одну из социальных функций алкоголя обозначают как «коммуникативный допинг» (например, отсюда начинается путь к алкоголизму менеджеров).

Человек — исходно стадное существо, и потому для него характерна сила групповых привязанностей. Однако вся история человечества — это еще и стремление к материальному благополучию, усложнение социальной структуры общества и рост индивидуализма. А в результате происходит расслоение общества, создающее дополнительные преграды между людьми. И тут проявляется одна из адаптивных функций алкоголя.

Такая роль универсальна: она и в

бедности, и в богатстве, и в беде, и в радости, что и сделало алкоголь самым распространенным психотропным препаратом в мире. Вот почему алкогольная потребность населения — нештучное дело. Однако на пути ее реализации встречается множество регулирующих механизмов — как естественных, внутренних, так и внешних. Да и сама потребность — функция многих переменных.

Не будем далеко ходить за примерами. Возьмем столь характерные для XX в. мировые войны, будь то первая или вторая. Обе сопровождались снижением потребления. Я не говорю о России или СССР, тут все не как у людей: в первую мировую — подобие сухого закона, а ко второй — созрел тоталитаризм. В отличие от нас естественно снижалось потребление во всем мире, включая нейтральные страны. А ведь война — мощный источник напряжения. Однако обычные житейские заботы оказываются сильнее. Кроме того, во время войны нарушаются мирные экономические связи и отношения, что мешает сохранять прежние привычки.

«Но миром кончаются войны», и после второй мировой, приблизительно с середины 50-х годов, когда были залечены основные раны, во всем мире, но особенно в Европе и Северной Америке, вместе с ростом материального достатка начался неудержимый рост потребления алкоголя. Благополучнейшая тогда Швеция за 30 лет — с 1946 по 1976 г. — увеличила потребление на 129%.

Значит, количество пристрастившихся к спиртному возрастало, несмотря на улучшение условий жизни и труда, сокращение рабочей недели. На самом деле множество людей не знали, как и чем занять свое свободное время, а спиртное помогало решить эту неожиданную проблему (были, конечно, и другие причины). Однако увеличение потребления не может быть беспредельным. В этом алкоголизация населения напоминает пандемии смертельных заболеваний: после вымирания неустойчивых к ин-

фекции в популяции начинают доминировать толерантные.

Начавшееся во многих странах на переломе 80-х уменьшение потребления было связано с предшествующим ростом негативных проблем, которые наряду с другими явлениями, включая политические, составляют антиалкогольные факторы, действующие постоянно, но особенно активно — на вершине потребления.

Первым из государственных деятелей в 60-е годы «схватился за голову» Шарль де Голль, президент Франции, где потребление было особенно большим — в 1965 г. 17.3 л/чел. Его антиалкогольные правительственные акты вместе с другими факторами сделали свое дело. С конца 60-х Франция первая в мире стала снижать потребление алкоголя, второй была Италия, за ней последовали другие страны.

Лет через 20 окончательно выяснится причина массового снижения потребления в начале 80-х. И, может быть, мы получим еще одно доказательство, что потребление алкоголя — циклический процесс. Периоды продолжительностью в 50—80 лет уже были описаны в США и Австралии.

Подобный путь, вплоть до остановки роста потребления спиртного в начале 80-х, проделал СССР, отгороженный от мира «железным занавесом». Правда, остановились мы на очень высоком уровне. Для России 1984 г. к 10.5 л чистого алкоголя госпродажи (официально — «потребление из государственных ресурсов») надо добавить 3.3 л самогона. Эти данные последние годы рассчитывались Госкомстатом РСФСР и были рассекречены в 1988 г.

Тут следует сделать небольшое отступление. Расчеты самогона производились на основе так называемых семейных бюджетных обследований и закупок сахара населением, а самогон из других продуктов не учитывался. Хотя, по данным МВД, в России только три четверти этого питья получали из сахара, остальную часть — из картофеля, крупы, сахарной

свеклы и др. С учетом этого алкоголь самогона составил в 1984 г. 4.4 л. Таким образом, перед началом антиалкогольной кампании Россия выпивала 14.9 л чистого спирта на человека в год, а Франция тогда же — 13.5. Вот и получается, что по уровню потребления мы были «впереди планеты всей».

Что это значит — 14.9 литров подушного алкоголя? Умножив это число на 2.5, получим потребление, выраженное в литрах 40-градусной водки (37.25 л). Умножим еще на 2 и перейдем к исконной российской мере, знаменитой «бутылке» — 74.5 полулитровые бутылки водки на человека в год.

Но это — в расчете на каждого жителя страны (детей до 15 лет можно исключить). Кроме того, российские женщины пьют спиртные напитки в два-три раза реже и в два раза меньше, чем мужчины. Значит, в 1984 г. на долю мужчин в России приходилось около 130 бутылок в год, т.е. в среднем почти по бутылке на три дня. Много это или мало?

Новое советское руководство, пришедшее к власти 11 марта 1985 г., менее чем за два месяца решило, что много, и поэтому без какой-либо подготовки 1 июня 1985 г. начало антиалкогольную кампанию. Через два года продажа спиртных напитков снизилась на 63% по сравнению с 1984 г. Самогоноварению объявили войну; вырубались виноградники, в переплавку отправлялась водочная тара.

Однако уже с 1986 г. пошел бурный рост самогонварения, несмотря на то, что 300—400 тыс. человек ежегодно привлекались к судебной ответственности (1987 и 1988), а 10 млн. — к административной.

По данным Госкомстата РСФСР, производство самогона по сравнению с 1984 г. выросло в 1987 г. на 85% и достигло 6.1 л/чел./год. Однако к этой величине, как указано выше, следует добавить  $\frac{1}{4}$ , чтобы получить представление об истинных размерах самогонварения. При такой оценке потребление снизилось всего на 20%.

К сожалению, с 1988 г. наметились перебои в снабжении сахаром, и

точность оценки самогонварения резко упала, что вынудило Госкомстат РСФСР с 1990 г. отказаться от расчетов. Потребовался новый метод оценки реального потребления алкоголя в России. И такой метод удалось задействовать благодаря антиалкогольной кампании.

Суть этой кампании состояла в том, что за два года потребление очень быстро снизилось, но уже в 1987 г., по данным Госкомстата, этот процесс прекратился, а с 1988 г. продажа спиртного стала увеличиваться, знаменуя начало конца антиалкогольной кампании.

На фоне резкого сокращения потребления (1985 и 1986) столь же резко снизились все зависимые от алкоголя переменные (психозы, смерти от циррозов печени, панкреатитов, отравления и другие насильственные смерти<sup>4</sup>). И все это было жестко связано с сокращением потребления алкоголя, еще раз демонстрируя, что много пить все-таки очень вредно.

Важно подчеркнуть, что все зависимые от алкоголя показатели снижались быстрее, чем само потребление, что соответствует постулату Ледермана о том, что тяжелые последствия алкоголя изменяются сильнее, чем уровень его употребления.

В 1987 г. увеличилось количество насильственных смертей. Отравления алкоголем стали расти в 1988 г., а через год к ним прибавились алкогольные психозы и смерти от циррозов печени. Легко предположить, что все эти изменения связаны с ростом реального потребления алкоголя.

Приведенные факты можно поверить в Москве, где самогон получают в основном из сахара, закупки которого во второй половине 1985 г. резко упали. До тех пор колебания продажи сахара в Москве в течение нескольких лет зависели главным образом от летних закупок во время сбора садового урожая.

<sup>4</sup> К ним относят убийства и самоубийства, смерти в результате автодорожных травм, падений с высоты, отравлений, пожаров и др.

Уровень продажи сахара во второй половине 1985 г., за исключением июля, можно принять за пищевую норму, которая, кстати, была близка к расчетам Института питания АМН СССР. А сверхнормативные закупки сахара в 1984—1986 гг. допустимо связать с производством самогона. Тогда получаем представление о реальном потреблении алкоголя в Москве.

При сопоставлении этих расчетов с показателями зависимых от алкоголя явлений выяснилось, что его реальное потребление отражается соотношением насильственных смертей пьяных и трезвых (данные областных бюро судебно-медицинской экспертизы).

Для последующих лет надо было решить обратную задачу: по количеству умерших насильственной смертью в пьяном и трезвом состоянии рассчитать реальное потребление алкоголя как в Москве, так и в других регионах России. До 1988 г. такая оценка потребления алкоголя в России хорошо совпадала с расчетами Госкомстата РСФСР: расхождения составляли 3—9% в разные годы.

Расчеты по новому методу показывают, что после снижения в 1985—1986 гг. потребление алкоголя начало возрастать в 1987 г. Рост продолжался в 1988 и 1989 гг., после чего наступила некая стабилизация — 12.5 л подушного алкоголя.

Новый виток начался в 1992 г., достигнув пика в 1993 г. Россияне пришли к «докампанейскому» уровню потребления (14.5 л), окончательно «закрыв» антиалкогольную кампанию.

Соответственно изменились и все зависимые от алкоголя явления, включая ожидаемую продолжительность жизни мужчин вплоть до 1993 г. Тогда почти линейная и жесткая связь этого показателя с потреблением алкоголя нарушилась, видимо, за счет новых, уже внеалкогольных факторов. Но, исключив 1993 г., можно рассчитать урон, нанесенный России алкоголем: это — 65 тыс. смертей, сокращение жизни мужчин на 10 месяцев и на 4 — женщин в результате каждого литра

подушного алкоголя сверх 9—10 л.

Таким образом, антиалкогольная кампания сберегла жизнь почти миллиону российских граждан, хотя плохого в ней было много. И самая большая беда состоит в том, что, проводя ее безграмотно, дискредитировали антиалкогольную идею. Теперь потребуются много времени, чтобы возродить в российском обществе прежние настроения. И тут, к сожалению, российская алкология — слабая помощница.

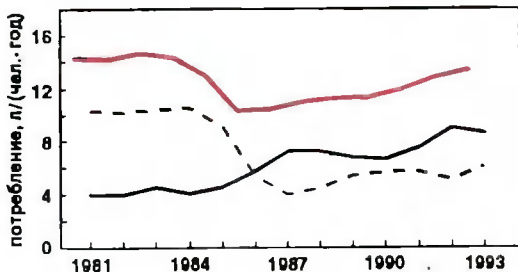
Долгое время эта наука была закрытой, да и не наукой вовсе. Разрешалось заниматься, почти исключительно, проблемой алкоголизма. Идеологические установки не позволяли даже приблизиться к решению популяционных задач. А всякая общность, особенно такая специфическая, как советская, имела свои особенности потребления. Переносить богатый западный опыт на нашу почву надо с большой осторожностью.

Сейчас, когда сняты идеологические препоны, наша алкология вместе со всей российской наукой попала в полосу экономического кризиса. И снова невозможны дорогостоящие социологические исследования, и мы по-прежнему не знаем точно, как, сколько и почему пьют россияне.

Кроме того, у алкологии есть препятствия психологического свойства. Сегодня выпивка пустила глубокие корни в повседневной жизни. Это касается всего населения, в том числе — власть имущих.

С другой стороны, выпивка остается под гнетом негативной социальной оценки, что порождает в порядке психологической защиты огромное количество предрассудков о полезности алкоголя, о его лечебных возможностях при широком круге заболеваний.

Все это формирует в бытовом сознании ложные представления. Быть может, ни одна житейская проблема не имеет такого количества «специалистов». Отсюда и легкость, с которой некоторые ученые «переходят» из своих специфических областей в область алкологии. Тем более, что у



Оценка реального потребления алкоголя в России в 1981—1993 гг. (цветная кривая) и потребления нерегистрируемого государством алкоголя (оценка автора). Пунктир — госпродажа алкоголя в те же годы (данные Госкомстата РФ).

этой науки много соприкосновений с другими дисциплинами.

Вспоминается, как один уважаемый экономист в начале антиалкогольной кампании объяснял высокое потребление алкоголя «усталостью от лжи и бестолковости» застойного периода социализма, как будто при капитализме тогда совсем не пили. Другой, тоже уважаемый, социолог, на страницах «Недели» приветствовал безграмотную антиалкогольную кампанию, называя ее «объявлением войны... чуме XX века»<sup>5</sup>.

Надо сказать, что алкогольные проблемы, как всякие острые социальные явления, легко обрастают экстремизмом взглядов и крайней поляризацией точек зрения. Это особенно ярко проявилось во время антиалкогольной кампании, когда идеологические установки отпустили вожжи экстремистов трезвости. Тогда в стране нашлось много людей, ратующих за введение сухого закона. Теоретическая база «сухозаконников» не была изощренной и подавалась в форме устрашающих лозунгов, например: «Каждая рюмка убивает тысячу нервных клеток».

По мере сворачивания антиалко-



Соотношение ожидаемой продолжительности жизни мужчин в России в 1984—1993 гг. по ординате (данные В.М.Школьникова) и среднегодового потребления алкоголя (оценка автора).

гольной кампании «сухозаконники» теряли почву под ногами, ряды их редели, но самые стойкие до сих пор собирают свои съезды. Недавно чуть было не организовали Партию трезвости (вспомним, что Партия любителей пива уже есть). Сейчас происходит мобилизация «сухозаконников» под флаги национальной идеи. И вот уже «ломехузы»<sup>6</sup> спаивают Россию.

Есть и другой полюс алкогольного экстремизма, где защищается высокое потребление спиртного. Именно так выступил со статьей «Есть такой фактор — сволочизм жизни» Е.М.Андреев, которому «приятно все-таки внести свой вклад... в борьбу с борьбой»<sup>7</sup>, забывая, что в антиалкогольной деятельности должна быть не столько борьба, сколько регулирование потребления. А рост «сволочизма жизни» должен повышать ответственность руководства страны в этом деле.

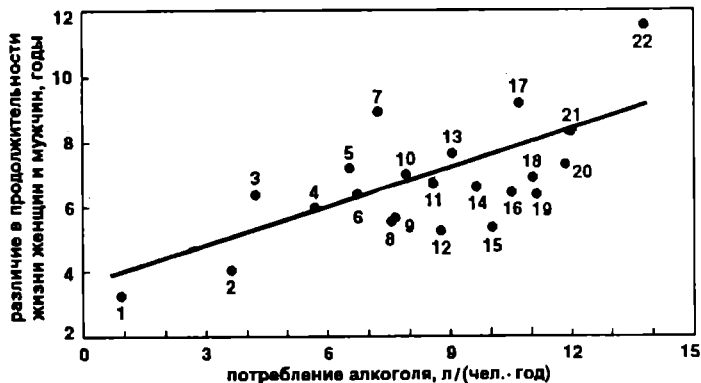
Но забывчивость — это не вина, это беда. Вина же демографа в том, что, борясь против основных положений алкологии, он, сотрудник Госком-

<sup>5</sup> Бестужев-Лада И. Чума XX века // Неделя. 1987. № 32—35.

<sup>6</sup> Так называется книга Ф.Г.Углова, по названию особых жучков, проникающих в муравейники, где они откладывают свои яйца. Личинки ломехуз выделяют секрет, содержащий наркотическое вещество, что приводит к вымиранию муравейника.

<sup>7</sup> См. сноску 2.

Соотношение различий в продолжительности жизни женщин и мужчин с потреблением алкоголя в ряде стран мира: 1 — Израиль, 2 — Исландия, 3 — Норвегия, 4 — Швеция, 5 — Румыния, 6 — Албания, 7 — Польша, 8 — Ирландия, 9 — Великобритания, 10 — Болгария, 11 — Италия, 12 — Греция, 13 — Чехословакия, 14 — Бельгия, 15 — Дания, 16 — Австрия, 17 — Венгрия, 18 — Швейцария, 19 — Германия, 20 — Португалия, 21 — Франция, 22 — Россия (данные В.М.Школьников). Видно, что с ростом потребления



алкоголя разрыв между продолжительностью жизни женщины и мужчин увеличивается.

стата, не заметил лежащие у себя под боком данные: оценку российского самогоноварения. А эти, по словам автора, «частности» уже в 1986 г. составили половину алкогольного потребления. Не видя реальных фактов, он с легкостью сравнивает данные потребления алкоголя в России с аналогичными в других странах. При этом мы, естественно, «выглядим совсем неплохо»<sup>8</sup>.

Между тем алкология уже давно показала неплотность такого сравнения, поскольку зависимые от алкоголя проблемы проявляются в разных условиях жизни по-разному. Например, смертность от алкогольных циррозов печени зависит не только от количества выпитых спиртных напитков, но также от качества и доступности медицины, сроков обнаружения заболевания, интенсивности лечения, богатства медикаментозного арсенала.

Недавно удалось рассчитать количество жителей США и провинции Онтарио (Канада), больных циррозом печени, которые не умерли, потому что лечились от алкоголизма или состояли в Обществе анонимных алкоголиков.

У нас есть еще одна беда — качество посмертного диагноза. Во всем мире алкогольные циррозы со-

ставляют 60—80% от всех смертельных циррозов печени, а у нас — только 3% (Госкомстат РФ, 1992 г.).

Вот почему простое сравнение потребления алкоголя в разных странах требует большой осторожности, особенно если это касается продолжительности жизни. Не удивительно, что такой показатель в руках автора вышеупомянутой публикации не коррелировал с уровнем потребления. Можно обойти эту трудность, сравнивая продолжительность жизни мужчин и женщин в отдельных странах, живущих в сходных условиях, но по-разному относящихся к выпивке. При таком подходе, по расчетам В.М.Школькова, продолжительность жизни хорошо коррелирует со среднелюдовым потреблением алкоголя.

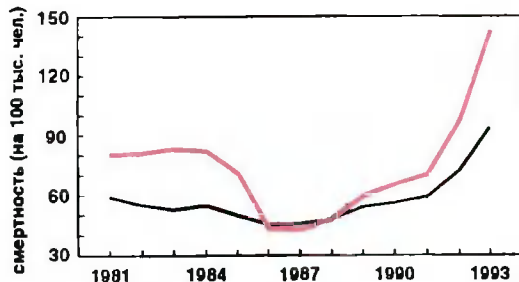
Основной тезис Андреева странным образом напоминает доводы сильно пьющих людей и состоит в том, что алкоголь — «средство защиты... от неприятностей и огорчений», а посему бороться с пьянством «не только бесполезно, но и просто вредно»<sup>9</sup>.

Но нам не уйти от того, что «сволочизма» в российской жизни все-таки очень много: это и «квартирный вопрос», и неквалифицированный труд, и бедность большинства населе-

<sup>8</sup> Там же. С. 53—54.

<sup>9</sup> Там же. С. 51.





*Динамика насильственных смертей в состоянии алкогольного опьянения (цветная кривая) и в трезвом состоянии в 14 областях России в 1981—1993 гг. (данные областных бюро судебно-медицинской экспертизы).*

ния, и недоедание — особенно животных белков, овощей и фруктов.

В самые последние годы к этому прибавились правовой «беспредел» и рост преступности, а также широкая информированность населения об этих процессах, ранее тщательно скрываемых. Но, может быть, главная беда последних лет — это утрата привычных смыслов жизни и неопределенность будущего у большинства россиян.

Однако все эти явления, их влияние на продолжительность жизни россиян требуют тщательного исследования, ибо не все здесь просто, а ссылку на то, что «умом Россию не понять», не отнесешь к сильным научным аргументам. И сравнивать нынешние показатели нужно не с 1987 г., как у нас часто делают, а с 1984 г., после которого, в результате антиалкогольной кампании, многое из того, что определяет продолжительность жизни, значительно улучшилось.

Продолжительность жизни, по данным В.М.Школьникова, резко сократилась в 1993 г. за счет повышения смертности пожилых людей. Однако до того, начиная с 1985 г., изменения ожидаемой продолжительности жизни более чем на 90% были связаны с потреблением алкоголя, которое и до 1985 г. было в России запредельно высоким. Поэтому еще предстоит по-настоящему «взвесить»

вклад в российскую смертность «сволочизма жизни», а точнее — отдельных его составляющих. И требуется тут не кавалерийский наскок, не игра в слова, а тщательные социологические и демографические исследования.

Тем более, что употребление алкоголя может быть не только результатом «сволочизма жизни», но его составной частью. Это можно показать на примере выявленной преступности: в 1988—1992 гг. доля трезвых преступников ежегодно увеличивалась на 4%, а пьяных — на 13%. Приблизительно такой же разрыв был среди убийц — 13.4 и 18.6% (данные Госкомстата РФ); особенно он велик в приросте среди убитых, трезвых и пьяных — 12.6 и 39.9% (данные областных бюро судебно-медицинской экспертизы, 1987—1990 гг.).

Эти цифры показывают, что в современной России алкоголь — мощный деградирующий фактор, резко усугубляющий социальное неблагополучие в стране. Криминогенная роль алкоголя очевидна. Другие явления еще предстоит исследовать, однако некоторые из них уже сейчас ясно проступают на поверхности российской жизни.

В последние годы у российской алкогольной драмы есть простое экономическое объяснение. Это — так называемые рыночные реформы: с декабря 1990 г. по июль 1994 г. общий индекс цен на продукты питания вырос в России в 1229 раз, а на алкогольную продукцию — «всего» в 421 раз, т.е. спиртные напитки подешевели в 3 раза относительно других продуктов (вспомним соотношение цен на «бутылку» и колбасу в эти годы).

Причина такого перекося — появление на алкогольном рынке огромного количества фальсификатов алкогольной продукции. В отличие от самогона прежних лет их главным источником стал дешевый технический спирт из непищевого сырья. Это позволило резко снизить цену «бутылки» за счет катастрофического снижения ее качества. В результате количество смертельных отравлений алкоголем в стране выросло за 1993 г. на

73% и достигло 45 тыс. За два года (1992 и 1993) насильственные смерти пьяных увеличились в два раза (на 103%), а трезых — на 57%. Нужны ли другие доводы в пользу регулирования потребления алкоголя?

Но надо и бороться — не столько с пьянством, сколько за государственную монополию на изготовление и продажу алкогольной продукции, против мощных криминальных структур, наводнивших рынок фальсификатами и скрывающих до 80% акцизных налогов

от государства, которому нечем выплачивать зарплату.

Таким образом, на первый план в нашей стране выдвигаются политические, экономические и антикриминальные задачи регулирования алкогольного рынка. Дурацкая антиалкогольная кампания умерла, и да здравствует разумная алкогольная политика. Ее эффективность должна проявиться в снижении среднего уровня потребления спиртных напитков, который сейчас катастрофически высок.

## НОВОСТИ НАУКИ

### Этология

#### Лесные обитатели во хмелю

В период цветения коcosовой пальмы жители тропической Шри-Ланки подвешивают к соцветиям, из которых выделяется сахаристый нектар, глиняные горшки. Примерно через 10 суток накопившаяся в них сладкая жидкость начинает бродить и в результате

получается издавна популярный на острове напиток — пальмовое вино.

Однако в последнее время в сезон пальмового виноделия островитяне испытывают большие неудобства: их сон нарушают дикие вопли и шум, а наутро горшки с соком частенько оказываются перевернутыми, их содержимое — выпитым или вылитым на землю.

Подобные дебоши устраивают лесные обитатели — крысы, летучие мыши и

обезьяны. Привлеченные сладким запахом брожения, они совершают набеги на «винные» деревья, а напиваясь «до потери сознания», и ведут себя соответственно.

Оказалось, что и среди животных есть алкоголики, влекомые уже непреодолимой для них страстью. Как с этим эффективно бороться — пока столь же неясно, как и с пьянством в среде Homo sapiens.

New Scientist. 1995. V. 145. № 1959. P. 68 (Великобритания).

## Сейсмогенный разрыв или сейсмогенный слой?

Б. В. Григорьянц



*Бабкен Вартанович Григорьянц, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник кафедры геологии и геокибернетики Государственной академии нефти и газа им. И.М. Губкина. Основные научные интересы связаны со структурным контролем нефтегазоносности, грязевым вулканизмом и сейсмичностью.*

**О**ГРОМНЫЙ интерес к проявлениям сейсмичности и очевиден, и понятен. Конец 80-х и начало 90-х годов настоящего столетия ознаменовались достаточно высокой активностью земных недр, которая оказалась весьма ощутимой для человека. Землетрясения в Закавказье, на территории Армении и Грузии, в Иране и Турции, в юго-западной части США, в Калифорнии, на Японских о-вах и Сахалине носили, к сожалению, ярко выраженный разрушительный и даже катастрофический характер. Они сопровождалась помимо разрушений и немалым числом человеческих жертв.

Естественной поэтому оказалась и реакция на эти события со стороны сейсмологической науки. Она проявилась прежде всего в большом числе публикаций с вполне понятным стремлением осмыслить это страшное стихийное бедствие, разобраться в его природе. Об активности такого рода научных исследований можно судить уже по тому, что Спитакскому землетрясению в Армении 7 декабря 1988 г. посвящено несколько десятков статей; за десяток перевалило число статей, в которых рассматриваются особенности проявления Рачинского землетрясения в Грузии 29 апреля 1991 г. Была публикация о них и в «Природе»<sup>1</sup>.

Если теперь попытаться сопоставить свидетельства высокой сейсмической активности с результатами проведенных научных исследований, нетрудно будет убедиться, что в оценках причин сейсмичности вообще

© Григорьянц Б.В. Сейсмогенный разрыв или сейсмогенный слой?

<sup>1</sup> Шебалин Н.В., Борисов Б.А. Спитакское землетрясение // Природа. 1989. № 4. С.69–72; Землетрясения — уроки и проблемы (спец. вып.) // Природа. 1989. № 12; По следам Рачинского землетрясения // Природа. 1993. № 4. С.25–44.

и мелкофокусной в частности (с последней прежде всего связаны разрушительные и катастрофические землетрясения) сколько-нибудь заметных изменений не произошло. Сейсмологические исследования проводятся фактически в традиционном русле выяснения возможностей прогнозировать землетрясения.

Не говоря о том, что прогноз землетрясений, как и вообще любого другого природного явления, не только допускает вероятность ошибок, но и совершенно не исключает неожиданностей, что убедительно подтверждается землетрясениями последних лет, он, кроме того, квалифицирует это явление как неизбежное стихийное бедствие. Сейсмичность связывается почти исключительно с процессами, происходящими на больших глубинах — в лучшем случае в низах земной коры, а скорее — за ее пределами, в мантии Земли. Сейчас такие представления выглядят тем более убедительными, что блоковые движения земной коры могут быть хорошо увязаны с горизонтальными перемещениями в пространстве литосферных плит, а проявления сейсмичности — с их коллизией, с возможностью возникновения при этом сейсмогенных разломов, к которым приурочены очаги землетрясений.

Против этой популярной точки зрения трудно возражать, имея в виду глубокофокусную сейсмичность с глубиной залегания очагов землетрясений, измеряемой десятками и сотнями километров. Но едва ли это представление может быть универсальным, надежно определяющим и природу мелкофокусной, приповерхностной сейсмичности.

#### ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИРОДА ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ

Традиционный взгляд на землетрясение как на явление, обусловленное перемещениями блоков земной коры по сейсмогенным разломам глубокого, чаще мантийного заложения, предопределяет пассивную роль зем-

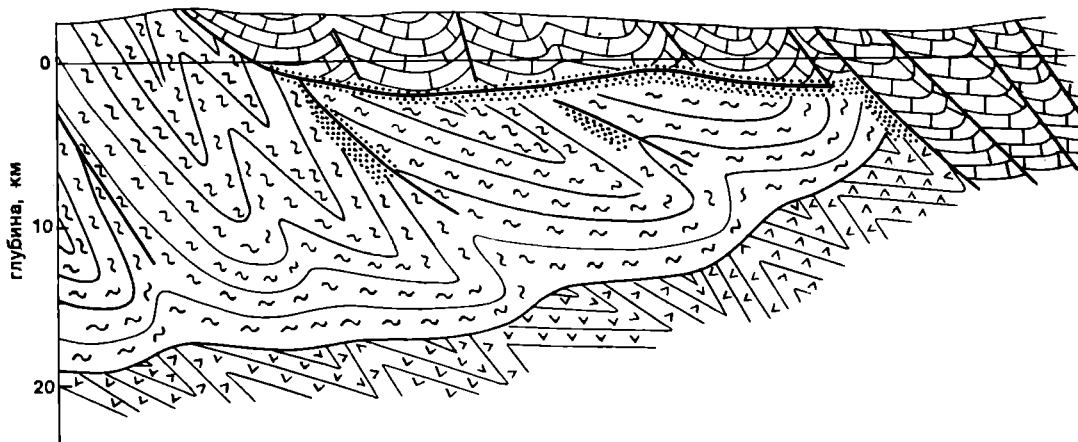
ной коры в сейсмическом процессе<sup>2</sup>. И он (этот взгляд) вступает в явное противоречие с такими фактами, как небольшие (первые километры, а то и первые сотни метров) глубины залегания очагов землетрясений и в первую очередь разрушительных и катастрофических, сугубо локальный, резко ограниченный в пространстве характер распространения таких землетрясений (при том, что протяженность сейсмогенных разломов нередко измеряется сотнями и даже тысячами километров).






Для оценки геологической позиции разрушительных и катастрофических землетрясений, помимо принадлежности их очагов к самой верхней части земной коры, важно подчеркнуть локализацию этих очагов не в консолидированном комплексе отложений, не в кристаллическом фундаменте, как это принято считать, а в осадочном чехле. Проведенный автором анализ геолого-геофизических материалов по ряду сейсмически активных регионов бывшего Советского Союза, в частности по Шемахинскому району Азербайджана, Спитакскому району Армении, Рачинскому району Грузии, Кумдагскому району Туркмении, наглядно показал, что очаги землетрясений, располагаясь в осадочном чехле, характеризуются строгой привязкой к мощным толщам малоплотных высокопластичных пород<sup>3</sup>. На скоростных разрезах земной коры и прежде всего ее осадочного чехла они выделяются как волноводы, или астенослои, в отличие от смежных литопластин (интервалов разреза с более высокой плотностью характеристической пород и более высокими скоростями прохождения сейсмических волн).

Принципиально важным фактором сейсмичности земной коры является как раз чередование в ее вертикальном разрезе астенослоев и литопластин. Оно определяет огромный энергетический потенциал, сосредоточенный

<sup>2</sup> Борисов Б.А., Рогожин Е.А. Сейсмогенный разрыв // Природа. 1989. № 12. С. 26—31.

<sup>3</sup> Григорьянц Б.В. Новый аспект решения проблемы сейсмичности // Физика Земли. 1994. № 4. С. 88—96.



-  Литопластина
-  Сейсмогенный слой
-  Кристаллический фундамент
-  Зоны высокой аккумуляции флюидов и высокой сейсмической напряженности
-  Тектонические нарушения (разрывы)

*Принципиальная схема строения верхней части земной коры в эпицентральных зонах мелкофокусных (приповерхностных) землетрясений. Здесь и далее: на шкале глубин «0» соответствует уровню мирового океана.*

именно в астенослоях. Последние представляют собой неравновесные системы, в пределах которых из-за плохой проницаемости среды флюидонасыщение может быть только неравномерным. И это наиболее существенно: неравновесие в астенослоях (или отсутствие равновесия в них) — обычное или весьма характерное для них состояние.

Ясно, что такая система не может быть пассивной. Стремление к равновесию выражается в конечном итоге в автономных процессах пространственного перераспределения и, как следствие его, пластической деформации пород в астенослоях, в зарождении в них разрывов, по которым и происходит разрядка сейсмической напряженности. Эта разрядка

в залегающих над астенослоями литопластинах и производит деструктивную работу, проявляющуюся в виде землетрясений, если литопластина располагается непосредственно на поверхности Земли.

Все это означает, во-первых, что очаг землетрясения, как достаточно определенно писал Ю.К.Щукин, «должен рассматриваться не как линейная протяженная трещина (разлом), а как трехмерное тело (объем)»<sup>4</sup>, и, во-вторых, что тектонические нарушения или разрывы, осложняющие строение поверхностных литопластин в регионах активной мелкофокусной сейсмичности, не могут иметь глубокого заложения и квалифицироваться в качестве сейсмогенных. И потому наблюдения за перемещениями по таким разрывам смежных блоков пород над земной поверхностью могут лишь свидетельствовать о характере развития непрерывного процесса разрядки сейсмической напряженности, происходящей в приповерхностном астенослое или в очаговой зоне именно в момент наблюдения, без каких-либо свидетельств того, когда и как этот эволюционный процесс может скачкообразно измениться.

В соответствии с изложенным,

<sup>4</sup> Щукин Ю.К. Сейсмоопасные зоны и сверхглубоков бурение // Сов. геология. 1991. № 8. С. 43—45.

приповерхностный астенослой в регионах активной мелкофокусной сейсмичности необходимо рассматривать в качестве сейсмогенного слоя. Сейсмическая напряженность в нем создается, очевидно, высокой концентрацией флюидов на участках проявления или заложения тектонических нарушений и в подошвенной части литопластины. И в том и в другом случаях неизбежно дробление и растрескивание пород, в том числе пластичных, и их превращение в коллектор, в емкость для аккумуляции любых подвижных компонентов. С такими структурными условиями следует в первую очередь связывать справедливость утверждения Дж.Бурруса и Дж.Л.Рудкевича, что «уплотнение пород с низкой проницаемостью приводит к появлениям аномально высоких давлений, обычно в сочетании с высокой пористостью»<sup>5</sup>.

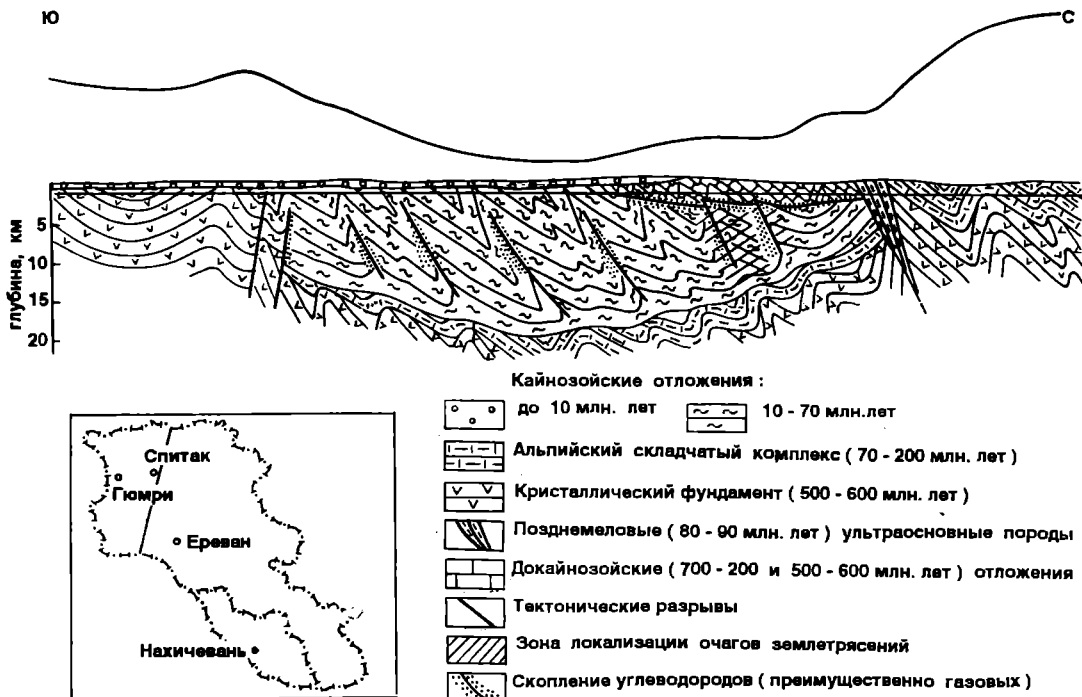
Необходимо подчеркнуть, что комплекс геологических данных и геофизических материалов позволяет надежно установить положение сейсмогенного слоя в разрезе земной коры тектонически активных регионов и определить геологические условия проявления сейсмичности. С помощью этих же источников информации могут быть определены и возможности моделирования процессов флюидной динамики в сейсмогенном слое, с которой связаны характер и морфология пластической деформации пород, своеобразие обстановки формирования в сейсмогенном слое залежей газового или смешанного газового и жидкого состава и, наконец, разрядки сейсмической напряженности.

Регионы высокой сейсмической активности характеризуются, как правило, сложным геологическим строением. Часто для них характерно развитие покровной тектоники — аномального строения земной коры, при котором молодые породы оказываются перекрытыми более или даже значительно более древними образованиями. Такое

строение земной коры представляет собой одно из важных условий активного проявления сейсмичности. Слагающие покровную пластину древние породы, если они тем более представлены метаморфическими, вулканогенными или кристаллическими образованиями, чаще всего отличаются от залегающих под ними молодых отложений контрастно высокой плотностью. А такая последовательность в разрезе как раз и создает обстановку ярко выраженной конвективной неустойчивости молодых отложений астенослов, выступающего в роли генератора разрядки сейсмической напряженности. Это расположение пород может быть наглядно показано на примерах Спитакского района Армении и Рачинского района Грузии, сейсмическая активность которых значительно надежнее обосновывается покровным строением земной коры.

Сейсмичность и покровное строение земной коры могут рассматриваться как хорошо ассоциирующиеся друг с другом явления и, соответственно, понятия. Пример Спитакской эпицентральной зоны землетрясений дает наиболее четкую картину геологической обстановки, обеспечивающей высокую сейсмическую активность района. На приведенном разрезе верхней части земной коры хорошо видно расположение очаговой зоны землетрясений в толще малоплотных пластичных пород (астенослой) кайнозойского поверхностного выполнения Араксинской впадины. В этой толще непрерывно, причем неизбежно, протекают процессы неэстранного перераспределения флюидов, следствием чего является пластическая деформация пород, их смятие в складки, и возникновение в осевых частях последних зон аккумуляции флюидов. По мере возрастания при этом поровых давлений до аномальных значений, превышающих нагрузку (или давление) вышележащей толщи плотных пород (литопластина), разрядка напряженности в виде выбросов порций флюидов, раскалывающих поверхностную литопластину, т.е. совершающих

<sup>5</sup> Буррус Дж., Рудкевич Дж.Л. Моделирование бассейна и разведка нефти и газа // Геохимия нефти и газа. 1994. № 1. С. 32—39.



*Геологический разрез верхней части земной коры Армении и план района с указанием линии профильного разреза. Верхняя часть кайнозойских отложений представлена осадочными грубообломочными и излившимися в результате извержения вулканов породами. Основная часть кайнозойских отложений поверхностного выполнения Араксинской впадины состоит из пластичных гипсоносно-соленосных и глинистых пород. Альпийский складчатый комплекс включает вулканогенные породы и сланцы. Покровные докайнозойские отложения представлены вулканогенно-осадочными, метаморфическими и кристаллическими породами. Вверху — кривая наблюдаемого поля силы тяжести, свидетельствующая о глубоком залегании плотных пород фундамента и приуроченности к региональному минимуму мощной толщи пластичных пород (сейсмогенный слой).*

деструктивную работу в виде землетрясений, становится столь же неизбежной.

Однако возникающие при выяснении причин сейсмичности какого-либо региона представления о возможном покровном строении должны находиться в хорошем согласии с конкретными

геологическими и геофизическими его особенностями. Достаточно существенную роль могут при этом играть и сейсмологические данные: очаговая зона землетрясений, или облако их афтершоков, должна определенно совпадать с интервалом разреза земной коры, где по геофизическим параметрам выделяется астенослой.

#### СЛЕДУЮЩИЙ ШАГ

Предложенное объяснение геологической природы опасных для человека проявлений сейсмичности требует, разумеется, надежной проверки. И это, пожалуй, не менее важная в методическом плане сторона обоснования связи сейсмичности с автономными процессами пространственного перераспределения флюидов в астенослое, а вместе с ними и вмещающих эти флюиды пород. Такая проверка может и, как надеется автор, должна быть осуществлена с помощью



бурения скважин<sup>6</sup>, разумеется, для начала одной, в пределах Спитакского сейсмоактивного региона Армении. В ходе такого бурения можно вскрыть неглубокозалегающий сейсмогенный слой, представленный в названном регионе толщей гипсоносно-соленосных и глинистых пород кайнозойского (до 60—70 млн. лет) возраста. Следовательно, удастся подтвердить покровное залегание пород, возраст которых исчисляется первыми сотнями миллионов лет (мезозой, ранний палеозой и поздний протерозой). Бурение позволит конкретно ответить и на вопрос, насколько справедливо мнение о том, что сейсмичность связана с высокой концентрацией (в виде залежей) флюидов, которые в условиях Армении, как и во многих других регионах, могут быть скорее всего представлены нефтяными углеводородами.

Думается, однако, что самым важным или даже главным результатом такого бурения явится возможность решить проблему разрушительной и катастрофической сейсмичности с помощью регулирования процессов разрядки сейсмической напряженности,

происходящих в земной коре на глубинах, вполне доступных для современной техники бурения. При этом могут быть сохранены не только человеческие жизни, что является основной целью прогноза землетрясений, но и нормальные, привычные условия жизнеобитания людей, естественная природная среда. Вместе с тем, регулирование сейсмической напряженности, осуществляемое отбором или извлечением из недр такого полезного природного сырья, как газ и нефть, или, иначе говоря, разработкой их залежей, может и, очевидно, окажется, для Армении в частности, существенным фактором ее экономического развития.

В заключение следует особо подчеркнуть экономический аспект обоснования геологической природы мелкофокусной сейсмичности. Он определяет очевидную связь этого явления со своеобразием локализации газонефтяных залежей в сейсмически активных регионах, с их привязкой к приразломным зонам дробления пород непосредственно в сейсмогенном слое, перспективы газонефтеносности которого чаще всего не подвергались оценке вообще. Ибо сейсмичность и нефтегазоносность всегда рассматривались как генетически различные, не связанные между собой, явления.

---

<sup>6</sup> Весьма убедительная аргументация необходимости бурения глубоких и сверхглубоких скважин в сейсмоактивных регионах приведена в уже упоминавшейся работе Ю.К.Щукина (1991).

# Ядерно-трековые детекторы продолжают служить науке

**Г.Б.Жданов,**

доктор физико-математических наук  
Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН  
Москва

**В.П.Перельгин,**

доктор физико-математических наук  
Объединенный институт ядерных исследований  
Дубна, Московская обл.

**В** АВГУСТЕ прошлого года в Дубне состоялась 17-я международная конференция по детекторам ядерных частиц, в работе которой участвовали ученые более чем из 40 стран. Докладчики касались, в основном, использования твердотельных детекторов, но отчасти — и конкурирующей с ними техники ядерных фотоземлюльсий. Отметим, что метод твердотельных детекторов частиц высоких энергий развивается в течение трех десятилетий, а методу ядерных фотоземлюльсий — около 60 лет.

Конференция ярко продемонстрировала как прогресс самих методик и приборных технологий, так и все более широкие возможности использования трековых детекторов не только в традиционной для них ядерной физике и физике космических лучей, но и в экологии, биологии, медицине, геологии, сейсмологии и даже археологии.

Твердотельные трековые детекторы реализованы на основе различных сред — и полимерных пленок, и органических кристаллов, и стекол. Когда заряженная частица высокой энергии проходит через такую среду, вдоль ее траектории

остаются необратимые нарушения структуры. Они обусловлены выбиванием электронов и разрывом соответствующих межатомных связей и возникают как в кристаллических, так и аморфных телах. Чтобы цепочки нарушений можно было использовать в качестве скрытого (латентного) изображения трека частицы, необходима их весьма высокая плотность на единицу длины следа. Это имеет место либо при достаточно большом заряде исходной частицы (иона), либо при малой скорости ее движения, т.е. в самом конце трека. Способы выявления и счета треков разнообразны. Для превращения латентного трека в реально наблюдаемый нужно произвести химическое травление детектора соединением, содержащим свободные радикалы. Подбирая оптимальный режим химической обработки, добиваются образования каналов диаметром в сотни ангстрем; при этом скорость травления твердого тела значительно выше в месте разрушений, чем на невозмущенной поверхности.

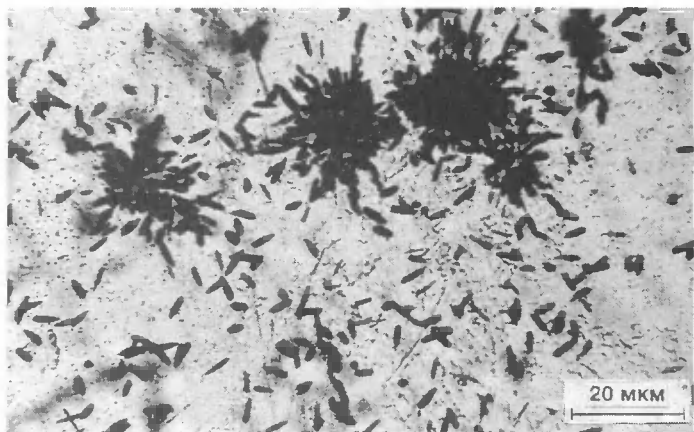
Если требуется детальное изучение структуры трека и выяснение природы образовавшего его иона, необходимы наблюдения под микроскопом. Разработаны специальные электрон-

ные микроскопы, в которых использован туннельный эффект «просачивания» электронов сквозь потенциальные межмолекулярные барьеры. Эти приборы дают возможность фиксировать картины практически молекулярного масштаба после предварительной гальванизации. Кстати, подобного рода микрофотографии, сделанные в институтах Германии и Югославии, производят своеобразное впечатление как оригинальные художественные экспонаты.

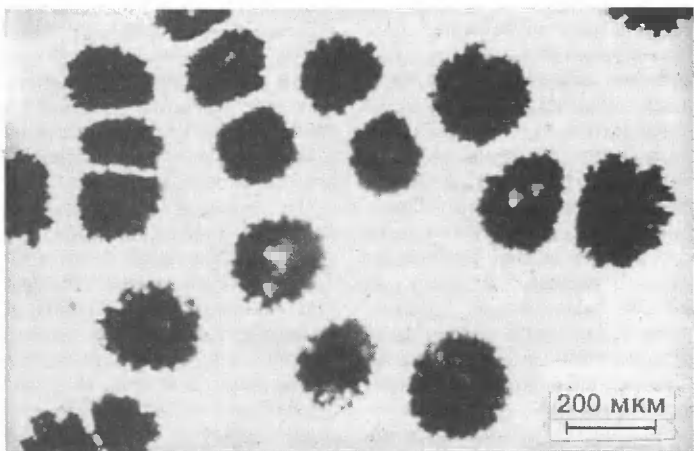
Однако для оперативного счета треков и соответствующих потоков заряженных частиц кропотливая, очень трудоемкая микроскопия совсем не обязательна. Разработан целый ряд остроумных электрохимических и диффузионных методов, с помощью которых число треков легко и быстро определяется. В одном случае — по электропроводности детектора, когда химически активная жидкость служит и в качестве протравливателя детектора и в качестве электролита, обеспечивающего повышенную электропроводность вдоль латентных треков. Во втором — по большей скорости диффузии газа в контрольную камеру сквозь протравленные треки.

Твердотельные детекторы обладают еще одним

*Так выглядят осколки вынужденного деления урана нейтронами в лавсановом детекторе, который находился в контакте с исследуемым метеоритным образцом, содержащим примесь урана.*



*Следы осколков деления, проявленные методом электрохимического травления пластинчатого детектора.*



преимуществом: они как бы запоминают свою «тепловую историю», поскольку сильное (на сотни градусов) нагревание приводит к тепловой аннигиляции — частичному рассасыванию дислокаций в латентных треках и сокращению длины треков.

При всех своих достоинствах твердотельные детекторы не всегда применимы — для решения определенных задач фундаментальной науки более широкие возможности предоставляют ядерные фотоэмульсии. Они отличаются от обычных фотоматериалов повышенным содержанием бромистого серебра и значительно большей толщиной

фотослоя. Разрыв межатомных связей, вызываемый прохождением заряженных частиц сквозь микрокристаллы бромистого серебра, приводит здесь к появлению скрытого изображения в виде микроскопических зернышек свободного серебра (как и в случае светового воздействия), которое можно визуализировать обычной фотографической обработкой. После этого под микроскопом отчетливо видны цепочки следов заряженных частиц.

Преимуществом ядерных фотоэмульсий является их чувствительность даже к однозарядным частицам, а дополнительное наложение магнитного поля позволяет

определять импульсы и знаки заряда проходящих частиц, что для твердотельных детекторов просто недоступно. Трудоемкость обработки накопленной в ядерных фотоэмульсиях информации заметно снизилась в последнее время благодаря интенсивному оснащению микроскопов специальными электронными приставками. И тем не менее при анализе таких наиболее интересных событий, как рождение сотен частиц при взаимодействиях тяжелых атомных ядер высокой энергии, на измерение каждого уходит почти целый рабочий день, что во много раз уступает производительности при работе с

современными твердотельными детекторами.

Такие несомненные достоинства трековых детекторов твердотельного типа, как их дешевизна, простота и оперативность использования, обеспечили серьезный прогресс в контроле за целым рядом источников радиационной опасности не только для избранных профессий (космонавты, пилоты высотных самолетов, персонал АЭС и предприятий атомной промышленности), но прежде всего для населения в целом.

Наиболее широкие масштабы радиационно-экологических работ во многих странах связаны с дозиметрией радона, на который приходится от 60 до 70% излучения от всех естественных источников. В Великобритании, Швеции, Франции, Мексике, Венесуэле составлены карты распределения радона в воздухе, жилых помещениях, шахтах, грунтовых водах, источниках газоснабжения и строительного материалах. При этом фиксируются уровни радиации в пределах 10—1000 Бк на 1 м<sup>3</sup> воздуха и других газов и до 500 Бк на литр воды. В ряде случаев удается проследить влияние на концентрацию радона таких факторов, как локальная геологическая обстановка и свойства грунтов — их влажность, пористость и степень грануляции.

Менее определены, но зато более актуальны в практическом плане перспективы исследования корреляций между концентрацией радона в почве и сейсмическими процессами в прилегающей сейсмоопасной зоне (в частности, по некоторым районам Мексики и Коста-Рики). Экспериментально обнаружена взаимосвязь между содержанием радона и датами сильных землетрясений или из-

вержений вулканов, однако более или менее однозначные предсказания подобных явлений пока невозможны.

Делаются попытки проследить и корреляцию между концентрацией радона по районам и распространением легочных заболеваний. Впрочем, принятое в связи с этим в некоторых странах снижение предельно допустимых концентраций (ПДК) радона еще не имеет достаточно надежных обоснований, поскольку для концентраций порядка 10 ПДК и ниже степень радиационного риска должна быть нелинейной функцией дозы облучения. Уточнение вида этой функции требует статистического материала медицинских обследований десятков тысяч человек, что пока не осуществлено.

Весьма актуальный раздел радиационного мониторинга связан с делящимися элементами и особенно — с плутонием, который распространился по поверхности Земли в виде неравномерных выпадений большого масштаба из аэрозолей после испытаний ядерного оружия и Чернобыльской катастрофы (до этого количество плутония в окружающей среде было на 3—4 порядка меньше). Этот элемент опасен тем, что он включился в воздушный, почвенный и растительный циклы круговорота веществ и способен накапливаться в живых организмах. Пятна выпадений содержат в себе, как правило, так называемые горячие частицы — испускающие  $\alpha$ -частицы пылинки размером несколько микрометров. Обследовани-

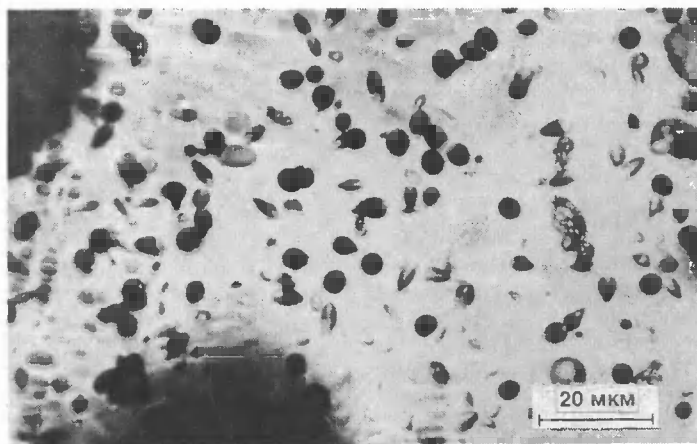
ем таких участков занимается ряд институтов радиологического профиля Белоруссии, Украины, Германии и других стран. Горячие частицы удается надежно регистрировать трековыми детекторами уже при актив-

ности каждой из них порядка 10<sup>-3</sup> Бк. Это означает, что можно обнаружить радиационные загрязнения почвы на площадях в сотни квадратных метров на уровне выше 1 Бк на 1 г грунта, т.е. заметно ниже ПДК плутония по официальным нормам, принятым в нашей стране сразу же после Чернобыльской аварии (0.1 юри на 1 км<sup>2</sup> территории). Темп сканирования местности — около 100 м<sup>2</sup> за рабочую неделю.

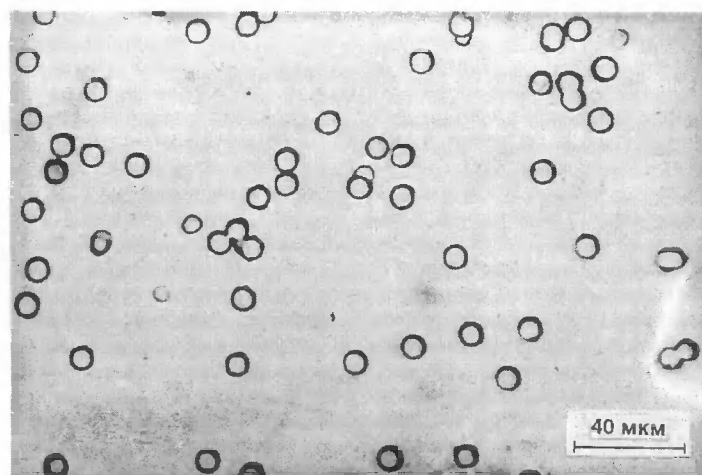
Интересный метод датировки выпадений делящихся элементов путем наложения пленок с ядерной фотоэмульсией на срезы годовичных колец деревьев позволил ученым из Института физики высоких энергий Алма-Аты получать наглядные карты последствий ядерных испытаний в атмосфере с 1949 г.

Гораздо более чувствительный — на уровне 10<sup>-13</sup> г на 1 г — хотя и менее оперативный, метод обнаружения делящихся элементов не только в грунте, но и в тканях живых организмов (например, в легких или в желчном пузыре) был разработан в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна). В его основе лежит облучение соответствующих проб мощными потоками нейтронов на импульсном реакторе ИБР-30. Этот метод позволяет проследить, где именно и как скоро накапливается в живых организмах токсичный плутоний, — задолго до того, как начинает сказываться его пагубное действие.

Немало разработок на основе твердотельных (обычно пластиковых) детекторов было выполнено в институтах Греции, Китая, Чехии и других стран в целях создания очень удобных портативных нейтронных дозиметров для персонала предприятий ядерной



*Следы осколков деления примесного урана в старинном стекле, накопившиеся за сотни лет его археологической истории.*



*Биологические ядерные фильтры из полиэтилентерефталата для очистки питьевой воды.*

энергетики. За счет комбинации пленок разной толщины, после их экспозиции на теле человека и соответствующей (в частности, электрохимической) обработки, можно определить не только общую дозу нейтронного облучения каждого работника за определенный промежуток времени, но и распределение этой дозы по энергетическому спектру нейтронов.

Подобного рода нейтронная дозиметрия была опробована на обычных АЭС и на экспериментальных установках для будущей электроядерной энергетики, в которых для «поджига»

ядерного горючего можно будет использовать интенсивные пучки многозарядных ионов высокой энергии (порядка нескольких ГэВ; такие пучки уже получены на недавно вошедшем в строй ускорителе «Нуклотрон» в Дубне).

И, наконец, особый раздел дозиметрии, связанный с условиями космических полетов, составляет регистрация потоков многозарядных частиц на космических аппаратах. Многолетние исследования, выполненные в Кильском и Московском университетах, показали, что при обычной экранировке кабин космонавтов примерно

50% дозы их облучения обусловлено потоком ядер железа, входящих в состав космических лучей. В периоды повышенной солнечной активности, при ее 11-летнем цикле, приходится учитывать и возможность кратковременных — порядка часа — вспышек ядерной компоненты космических лучей солнечного происхождения. Так было, например, в октябре 1989 г., когда ядра углерода и кислорода приходили от Солнца с энергией до 100 МэВ на нуклон. Подобные факторы радиационной опасности становятся особенно серьезными в условиях космических полетов про-

должительностью около года и более.

В традиционной области применения ядерно-трековых детекторов интересны для релятивистской физики результаты были получены учеными из Германии и России (ОИЯИ, ФИАН), когда на ускорителях проводились эксперименты по взаимодействию тяжелых ионов высоких энергий с металлическими мишенями или тяжелыми ядрами, входящими в состав ядерных фотозмульсий. Обнаружено явление широкоугольного (с поперечными импульсами порядка 1 ГэВ/с) разлета осколков ядер с зарядами четыре и более, что авторы пытаются связать с рождением многокварковых систем.

Эффект постепенного рассасывания треков тяжелых частиц, в частности осколков деления ядер урана и тория в минералах, содержащих эти элементы (например, апатит), может быть использован для восстановления истории формирования горных массивов. Распределение по длинам треков от осколков деления в исследуемых материалах и сравнение с экспериментальными данными по тепловой аннигиляции таких же треков позволяет определять, с учетом известных коэффициентов пересчета, возрасты горных пород, вплоть до временных интервалов порядка 200 млн. лет. Теоретическое моделирование этих процессов можно проводить, исходя из нелинейного характера ионизационного механизма возникновения и рассасывания кристаллических дефектов в зоне так называемых гало латентного изображения следов тяжелых заряженных частиц.

На основе трекового активационного анализа с использованием пучков заряженных частиц были раз-

работаны методы поиска таких полезных ископаемых, как бериллий, висмут, золото, платина, свинец.

Особое направление исследований связано с работами Института океанологии РАН. Выполненная с помощью твердотельных детекторов детальная  $\alpha$ -радиография железомарганцевых конгломератов (так называемых конкреций), залегающих на отдельных участках экваториальной зоны дна Тихого океана, помогает оценить как сроки их формирования, так и направления отложений (аккреции) вещества. Благодаря этому уточняются представления о роли различных биологических и гидротермальных процессов в толще океанских вод в происхождении и законах распределения этих уникальных подводных ископаемых.

Если обратиться теперь от океанских глубин к космическим высотам, то хотелось бы упомянуть многолетние исследования плотности следов тяжелых ядер космического излучения на разных глубинах метеоритов (типа хондритов), проводимые в Институте геохимии РАН. Подобные исследования проливают свет на самые ранние стадии образования Солнечной системы, поскольку они позволяют оценить темпы сгущения протопланетной материи в столь далекие от нас времена.

Удачно применил твердотельные детекторы О'Сюлливан (Ирландия) в своем уникальном эксперименте по 69-месячной экспозиции на космических аппаратах 192 стоек переслоенных свинцом лавсановых детекторов, помещенных в термостат и прокаливанных затем на ускорителе. Оказалось, что ядра группы урана ( $Z \geq 88$ ) в космических лучах имеют несколько большую распро-

страненность, чем это следовало из прежних опытов других исследователей. Что касается оценки содержания ядер с  $Z \geq 110$ , то она согласуется с результатами изучения силикатов в метеоритах В.П.Перельгиным (в этом случае экспозиция составляет много миллионов лет при значительно меньшем объеме детекторов).

Рассмотренные выше в достаточно общих чертах основные области практических применений трековых детекторов отнюдь не исчерпывают всего их диапазона, не говоря уже о чисто технических проблемах усовершенствования самой методики. Нами не были, в частности, затронуты исследования тонкой структуры кристаллических дефектов в зоне латентных треков ядерных частиц, интересные для специалистов достижения в области автоматизации процессов выявления, счета и наблюдения структуры латентных треков, теоретические исследования сложных физических процессов при их образовании. Не коснулись мы и оценки художественных достоинств причудливо разветвленных микроструктур вокруг латентных треков, «декорированных» методом гальваники. Об этом, а также о поликарбонатных биологических фильтрах молекулярного масштаба для очистки питьевой воды, об определении времени постройки старинных зданий при помощи исследования плотности следов осколков от деления урановых примесей в стеклах этих зданий и других проблемах читатель сможет узнать из трудов конференции<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Proceedings of the 17th International Conference on Nuclear Tracks in Solids. Dubna, 24–28 August 1994 // Radiation Measurements. 1995. V. 24, № 1–4.

# ШИРОКИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Физические величины достаточно часто изменяются в очень широком диапазоне. Яркие примеры этому дает астрофизика. Так, плотность вещества в окружающей нас Вселенной меняется более чем на 40 порядков: от менее чем  $10^{-30}$  г/см<sup>3</sup> в межгалактическом пространстве до  $10^{11}$  г/см<sup>3</sup> в нейтронных звездах. Вариации же на 4—5 порядков, как будет видно из дальнейших примеров, очень распространены в природе. Отметим попутно такой эмпирический факт: в логарифмически-широких диапазонах изменяются, как правило, те величины (масса, температура, плотность, концентрация), значения которых принципиально положительны.

Вопрос, какое распределение оптимально описывает наблюдаемый большой разброс значений, решается путем анализа экспериментальных гистограмм. При этом необходимо, чтобы и интервал надежных измерений также был логарифмически широк, в противном случае ошибка при вычислении средних значений и дисперсии распределения может оказаться неожиданно большой. С таким примером читатели недавно ознакомились в статье Н.С.Паникова «Таежные болота — глобальный источник атмосферного метана» («Природа», 1995, №6, С.14). Поэтому так важен теоретический анализ широких распределений, часто позволяющий избегать «подводных камней» при неполной информации об исследуемых процессах.

В остром столкновении мнений Б.В.Карасева и Б.А.Трубникова представлены два взгляда на общность логнормальной и степенной аппроксимаций логарифмически-широких распределений. Обе позиции базируются на широком спектре экспериментальных примеров с авторской интерпретацией результатов. В стремлении Карасева и Трубникова найти единый подход к многообразию естественных процессов проявляется наша тяга к упрощению, которая далеко не всегда бывает оправдана. С этой точки зрения интересен пример распределения, приведенный в статье А.В.Бялко и выявляющий свойства одновременно и логнормальной, и степенной зависимости. Речь идет об экспериментальной статистике численных коэффициентов в физических текстах и об их теоретическом модельном распределении. Хотя модель построена на простых рекуррентных правилах всего с одним свободным параметром, ее результат — распределение коэффициентов — представляет собой фрактал, который трудно представить непрерывными распределениями.

По материалам дискуссии вряд ли можно сделать окончательное заключение о правильности одной из точек зрения в каждом конкретном случае, в ней ярко проявляются те сложности, с которыми приходится сталкиваться при изучении широких распределений. Зачастую эти сложности превосходят уровень, принятый в нашем журнале, однако обращение к ним оправдывает необычайная широта приложений.

## Логарифмически-нормальное распределение

Б.В.Карасев,

кандидат физико-математических наук

Москва

**Ц**ЕЛЬ предлагаемой заметки — обратить внимание на исключительно широкое распространение в природе логарифмически-

нормальных (логнормальных) распределений.

Два года назад на страницах журнала<sup>1</sup> уже обсуждались причины генерации

универсальных распределений. Они связывались с подобием природных систем, причем приводились многочисленные примеры одного такого распределения и предлагались теоретические подходы, объясняющие его возникновение. Приведенные статистические закономерности были названы «законом

© Карасев Б.В. Логарифмически-нормальное распределение.

<sup>1</sup> Трубников Б.А. Закон распределения конкурентов // Природа, 1993, №11, С. 3; Бялко А.В. Конструктивность закона конкуренции // Там же, С. 14.

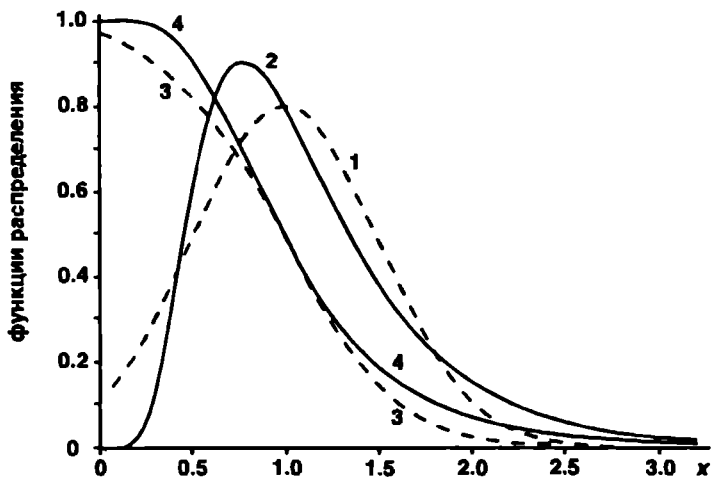
распределения конкурентов». Согласимся с насущной необходимостью обсуждения проблем, связанных с возникновением подобию систем в природе. Признаем актуальность выдвигания модельных подходов, объясняющих наблюдаемые несимметрии. Однако покажем, во-первых, что часть приведенных авторами распределений на самом деле логнормальна, а во-вторых, обсудим причины универсальности логнормальных распределений.

Чтобы аргументировать дальнейшее рассмотрение, остановимся на некоторых свойствах логнормальной функции. Плотность вероятностей двухпараметрической логнормальной функции имеет вид

$$f(x) = (2\pi\sigma^2)^{-1/2} \exp\{-[\ln x - L]^2 / 2\sigma^2\},$$

где  $x$  — переменная,  $L$  — постоянная,  $\sigma^2$  — логарифмическая дисперсия распределения. Логнормальная функция обладает заметной асимметрией в линейных координатах, ее величина зависит от  $\sigma$ . При малых  $\sigma$  гауссова и логнормальная функции близки, при больших  $\sigma$  асимметрия для логнормального распределения увеличивается и растет вероятность появления больших значений переменной. В логарифмических переменных график логнормального распределения становится симметричным (гауссова вида). Путем естественного преобразования  $a = (\ln x - L) / \sigma$  можно получить нормированные гауссовы распределения, таблицы которых приводятся в учебниках по статистике. При больших значениях параметра интегральное гауссово распределение можно выразить следующим образом:

$$F(a) = \int_a^\infty f(a) da \approx \\ \approx (2\pi)^{-1/2} a^{-1} \exp[-a^2/2],$$



Сравнение распределений с дисперсией  $\sigma=0.5$  в среднем  $\langle x \rangle = 1$  в линейных координатах. Кривая 1 — нормальное или гауссово (дифференциальное), 2 — логнормальное (дифференциальное), 3 — нормальное интегральное, 4 — логнормальное интегральное распределение.

откуда следует приближенно параболическая форма кривых в двойных логарифмических координатах при больших  $a$ . В случае трехпараметрического логнормального распределения в качестве гауссовой переменной иногда рассматривается величина  $\ln(x - b)$ , где  $b$  — константа.

Рассмотрим важный для сравнения с наблюдаемыми распределениями вопрос о наклоне кривых интегральных распределений. При увеличении значений переменной угол наклона интегральной логнормали увеличивается. Поэтому если начинать анализ кривой с той ее части, которая представляется гиперболой (прямой, наклоненной под  $45^\circ$  в двойных логарифмических переменных), и пренебречь информацией при малых и больших значениях переменной, то средний угол наклона кривых может оказаться близким к гиперболическому.

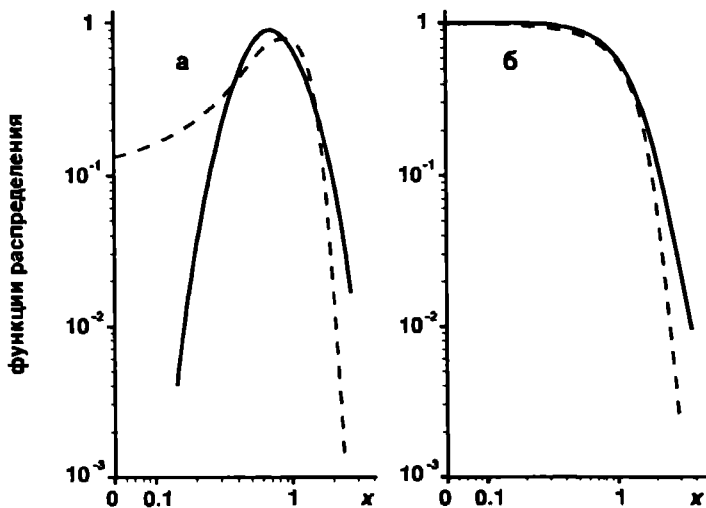
Мне неоднократно приходилось освещать проблемы, связанные с широким применением к описанию

природных явлений логнормального распределения. Методы обработки статистической информации являются предметом изучения самостоятельной дисциплины — прикладной статистики. Она требует применения набора определенных приемов для исключения выводов, имеющих ограниченную значимость. При анализе использования функций распределения в различных областях знаний можно проследить одну и ту же картину становления статистического метода.

По-видимому, обсуждение вопроса о модельных подходах, объясняющих генерацию статистических распределений, необходимо начинать со статистического описания неоднородной структуры

<sup>2</sup> Карасев Б.В. Статистический подход к изучению природы и некоторые закономерности распределения вещества Земли // Пути познания Земли. М., 1971. С.131; Он же. Логнормальное распределение // Современные проблемы гидрогеологии, инженерной геологии и экологии. М., 1994. С.182.





Дифференциальная (а) и интегральная (б) формы нормального (штриховая кривая) и логнормального закона в двойных логарифмических координатах. Дисперсия  $\sigma=0.5$ , среднее значение  $\langle x \rangle = 1$ .

окружающей среды. На первых этапах обработки статистических данных исследователи обычно используют гауссову функцию распределения. Однако эта закономерность, имеющая хорошее обоснование в классической математической статистике, часто неадекватно отражает эксперимент.

Для описания эмпирических закономерностей предложено много различных функций распределения. Зачастую это связано с ограниченным объемом выборочных данных и позволяет применять к ним сразу несколько функций. При изучении материалов по использованию функций распределения в различных областях знаний можно проследить один и тот же способ применения статистического подхода: авторы, изучающие, например, диспергирование твердых тел и жидкостей, распределения зерен в поликристаллических телах и агрегатов в эмульсиях, распределения неоднородностей элементов поверхности в географии, размеров

карстовых образований, кратеров и т. д., обычно используют сходные наборы функций. Усложняет картину описания статистической неоднородности и возможность представления данных в виде дифференциальных или интегральных кривых. На форму распределений может оказывать влияние и неоднородность статистического материала, связанная с различным масштабом опробования (размером шага гистограммы), — этот вопрос будет рассмотрен ниже.

Принципиальный для прикладной статистики спор развернулся в начале нашего века на страницах журнала *Biometrika* между математиками Кептейном и Ван-Увеном, с одной стороны, и Пирсоном — с другой<sup>3</sup>. Первые показывали, что путем логарифмического преобразования эмпирические распределения можно привести к форме гауссовой функции. Кептейн даже построил прибор типа

доски Гальтона, который при насыпании в него однородных шариков генерировал не нормальное гауссово, а логнормальное распределение, подтверждающее схему пропорционального эффекта, которую предложил Кептейн. Пирсон предложил свою систему кривых, основанных на гипергеометрической функции, которая была пригодна для аппроксимации всех видов статистических распределений. Однако упрямые практики от статистики часто применяют логарифмическое преобразование для нормализации исходных распределений. Логарифмическое преобразование переменной как способ простой обработки статистической информации с целью получения симметричных графиков распределения, признается и современными специалистами прикладного статистического подхода.

В ряде случаев необходимо вводить нижний предел переменной, например размер животных и растений, уровней высот земной поверхности или глубин океанических впадин. Очевидно, что во многих случаях для переменной должен существовать и верхний предел, хотя формально математические уравнения предполагают его бесконечным. Обычная гауссова формула содержит два параметра (суммарная частота нормируется на 1), но возникает необходимость в использовании трех- и четырехпараметрических функций. Так, система функций, основанная на четырехпараметрическом логнормальном распределении (так называемое уравнение Джонстона), может отразить все разнообразие природных распределений не хуже, чем семейство кривых Пирсона.

Частотные гауссовы распределения применяются при изучении закономерностей многих физических явлений; существует, однако, мнение,

<sup>3</sup> *Biometrika*. V.5. Parts I,II. P.168.

что в социологии такую форму распределений использовать нельзя. Ограниченный объем социологической информации приводит к необходимости описывать явления не частотными зависимостями, а ранговыми распределениями, получаемыми путем ранжирования изучаемых величин — присвоения порядкового номера статистическим данным, расположенным в ряд по мере возрастания или убывания изучаемого признака. Такие ранговые распределения часто подчиняются степенному закону Ципфа, причем наклон кривой распределения может меняться в зависимости от точности измерения изучаемого признака<sup>4</sup>.

Закон Ципфа хорошо подходит для описания рангового распределения частоты встречаемости слов в языках. Однако в этом и подобных ему примерах в качестве характеристики ранга используется не некоторое собственное свойство объекта (размер, масса...), а частота или вероятность появления, которая и определяет ранг. Таким образом, частота ранжирует сама себя и может быть соотнесена с величиной исследуемого признака лишь при получении дополнительной информации.

В литературе по статистическим исследованиям отмечается, что в том случае, когда изучаются частотные характеристики распределения реальных свойств объектов для приведения данных к виду гиперболического распределения Парето  $N = A(x - x_0)^{-1}$  ( $N$ , например, число лиц, получающих доход, равный или больший  $x$ ,  $A$  — параметр нормировки), то из общего диапазона исключаются те доходы, которые меньше некоторого значения  $x_0$ . Так, в некоторых западных исследованиях при обработке стати-

стики доходов лиц не учитываются те, кто не платит налогов.

Перейдем к критическому рассмотрению концепции конкурентных распределений. Нашей целью является не критика конкретных, специально подобранных примеров, а лишь демонстрация того, что для той статистики, которая обсуждается в статьях Трубникова и Бялко, возможно применение логнормального распределения.

Трубников приводит обширную подборку распределений, которые, по мнению автора, близки к гиперболе и тем самым подтверждают постулируемый им принцип распределения конкурентов. Прежде всего обратим внимание на некоторые вольности в обращении с исходными данными. Проанализируем статистический материал, приведенный в его таблицах. Во-первых, оба распределения по доходам ограничены со стороны малых  $x$ , т.е. из рассмотрения изъяты элементы, определяющие отклонение распределений от подгоночного. Во-вторых, если применить критерий Колмогорова, который определяет значимость расхождения между теоретическим и статистическим распределениями, то можно сделать вывод о неприменимости математического описания распределения формулой закона конкуренции при больших  $N$ . Возможно, распределения можно согласовать, если изменить наклон кривой, но тогда возникает вопрос о приложимости теоретической модели. Данные по распределению частных состояний в США представлены в статье Трубникова и в табличном, и в графическом виде. Даже если не учитывать изъяты в графике данных при малых  $x$ , «завал» в конце графика можно объяснить, представляя результаты в логарифмически вероятностных коор-

динатах, в которых логнормальная функция есть прямая линия.

Даже внешний вид ряда распределений, обсуждаемых в упомянутых статьях, свидетельствует о возможности описания их с помощью логнормального распределения. Так, распределение государств по площадям, как очевидно из рисунка в работе А.В.Бялко, является типичным примером логнормального распределения.

В работе Трубникова приведены примеры интегральной и дифференциальной форм закона Лотки для распределения числа ученых по количеству опубликованных каждым из них статей. Если интегральное распределение на левой части рисунка рассматривается в неискаженных математическими преобразованиями координатах, то очевидно, что производная от интегрального спектра должна иметь разные наклоны в разных частях графика, что не согласуется с правой частью рисунка, на которой представлен дифференциальный спектр. В книге С.Хайтуна приводятся сведения о том, что еще в 1957 г. У.Шюкли предложил аппроксимировать распределение Лотки логнормальным распределением. Сходное мнение высказывали позже Д.Пельц и Ф.Эндрюс, Д.Прайс, Д.Бивер.

Будем использовать мнение специалистов для аргументации подобного утверждения в других случаях. По мнению Н.К.Разумовского<sup>5</sup>, логнормальному закону подчиняются: распределение взвешенных частиц в воде, в воздухе, частиц при дроблении, химическом осаждении, ситовом анализе; распределение содержания в породе

<sup>4</sup> Хайтун С.Д. Наукометрия. М., 1983.

<sup>5</sup> Разумовский Н.К. Характер распределения содержания металлов в рудных месторождениях // Докл. АН СССР. 1940. Т.28. №9. С.819.

ценных компонентов, в том числе нефти, а возможно, и вообще составных минералов пород.

Проблема распределения доходов населения и экономическая структура общества детально обсуждались в литературе. При этом основной «действующей» функцией, используемой как в отечественных, так и в зарубежных экономических исследованиях, является логнормальная функция<sup>6</sup>. Н.Е.Рабкина и Н.М.Римашевская выступают против применения закона Парето к распределению заработных плат, поскольку при использовании этой закономерности не учитываются доходы низкооплачиваемой части населения.

Логнормальный вид имеют несколько зависимостей в работе Трубникова: города СССР, финансовые состояния США, распределение космических объектов по массам. Логнормальное распределение светимостей галактик (а следовательно, их масс) предложено известным астрономом Е.Хабблом и применялось рядом исследователей; обсуждалась также логнормальное распределение масс звезд и логнормальное распределение астероидов по энергиям<sup>8</sup>. Возможность применения универсального логнормального распределения видов животных по размеру показана А.Хеммингсеном<sup>9</sup>, а для рас-

пределения видов животных и растений по поверхности Земли — Ф.Престоном<sup>10</sup>. К сходным выводам приходит и Л.Численко<sup>11</sup>.

Наиболее часто применяется логнормальное распределение по размерам и массам для частиц пыли. Н.А.Фукс отмечает, что ему подчиняются не только аэрозоли, полученные при диспергировании твердых тел, но и конденсационные аэрозоли хлорида аммония и серной кислоты, аэрозоли капель воды в облаках и туманах<sup>12</sup>. Логнормальный закон наблюдается и для горячих частиц ядерных выпадений и выбросов вследствие катастрофы в Чернобыле<sup>13</sup>. Существенно также отметить, что логнормальное распределение проявляется не только в процессах дробления, но и в процессах коагуляции, слипания и роста полидисперсных структур различного типа.

Попытки представить разнообразный статистический материал на едином графике в большом диапазоне размеров с необходимостью включают в единую статистическую совокупность объекты, не относящиеся к однородным в указанном выше смысле. Такие попытки предпринимались при изучении

распределения лунных структур, а также частиц при взрывном дроблении. Возможно, к ним же относятся и данные Трубникова по распределению вулканического пепла, который образуется на разных стадиях извержений вулканов в различных условиях.

Обратим внимание на иной подход к проблеме интерпретации широких распределений. Кумулятивные распределения часто могут быть разложены на составляющие. Это относится и к структурам земной поверхности с характерным для них многомодальным распределением<sup>14</sup>, и к лунным образованиям, которые дифференцируются на структуры типа морей, цирков, кратеров, лунок, воронок и ямок<sup>15</sup>. Отметим, что пионером в области детализации распределений геоструктур является В.В.Пиотровский<sup>16</sup>. При анализе морфометрического материала он установил существование общего морфометрического ряда с группировкой его размеров вокруг значений, отличающихся в 3.3 раза от соседей по размерам.

Каждая из составляющих, как можно показать, распределена приближенно по логнормальному закону. Степенное распределение для зависимости вероятности возникновения землетрясений от энергии (закон Гутенберга—

<sup>6</sup> Рабкина Н.Е., Римашевская Н.М. Основы дифференциации заработной платы и доходов населения. М., 1972; Aitchison J., Brown J. The Lognormal Distribution. Cambridge, 1957.

<sup>7</sup> Larson R.B. A Simple Probabilistic Theory of Fragmentation // M.N.Royal Astron. Soc. 1973. V.161. №2. P.133.

<sup>8</sup> Алфимова Е.В. Стохастические процессы формирования пояса астероидов в Солнечной системе // Астроном. вест. 1993. Т.127. №5.

<sup>9</sup> Hemming sen A.M. A Statistical Analysis of Differences in Body Size in Related Species // Vidensk. Medd. Naturf. Foren. 1934. V.98. P.125.

<sup>10</sup> Preston F.W. The Canonical Distribution of Commonness and Rarity // Ecology. 1962. №43. P.185.

<sup>11</sup> Численко Л.Л. Структура фауны и флоры в связи с размерами организмов. М., 1985.

<sup>12</sup> Фукс Н.А. Механика аэрозолей. М., 1961.

<sup>13</sup> Израэль Ю.А. Изотопный состав радиоактивных выпадений. Л., 1973; Карасев Б.В. Радиоактивный йод и "чернобыльская болезнь" // Природа. 1994. №3. С.78; Karasev B.V. Fast Moving Migration Components: Theory and Experiment // Nucl. Geophys. 1990. V.4. №1. P.99.

<sup>14</sup> Садовский А.М. О естественной кусковатости горных пород // Докл. АН СССР. 1979. Т.247. №4. С.829.

<sup>15</sup> Флоренский П.В., Забелин Е.И., Мочалов С.В., Пименов Ю.Г. Неравномерное распределение кольцевых структур Луны по их диаметрам // Проблемы геологии Луны. М., 1962. С.206.

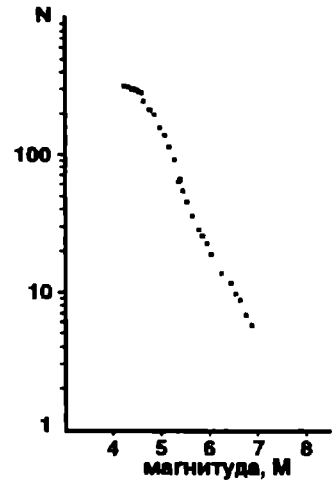
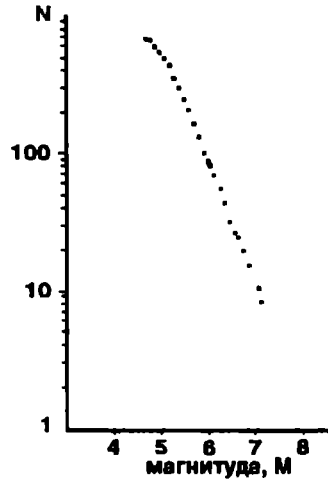
<sup>16</sup> Пиотровский В.В. Использование морфометрии для изучения рельефа и строения Земли // Земля во Вселенной. М., 1964. С.278.

Рихтера) характеризует многочисленные очаги землетрясений. Возможно, каждый из них относится к различным разрядам общего морфометрического распределения.

Теоретический подход к моделированию образования очагов землетрясений с использованием логнормальной функции был предложен В.А.Бакировым<sup>17</sup>. Экспериментальная статистика землетрясений в локальных зонах дает распределения, также близкие к логнормальным.

Итак, однородные объекты часто распределены по логнормальному закону, а группы однородных образований могут распределяться и в соответствии со степенным законом. Модельные закономерности, описывающие этот процесс, должны учитывать многомодальные нерегулярности распределения. Взаимодополняемость модельных подходов является основной логической линией предлагаемого подхода. С учетом этого замечания широкая применимость логнормальной функции просто удивительна. Обсудим причины и следствия этого обстоятельства.

Использование логнормальной функции не менее обоснованно с математической точки зрения, чем применение нормального гауссова закона распределения. Как известно, сумма независимых случайных величин распределяется согласно гауссову закону. Существенным условием является требование равномерной малости независимых слагаемых в сумме и конечности их дисперсии. Нетрудно видеть, что произведение независимых случайных величин оказывается распреде-



Кумулятивные распределения (числа землетрясений с магнитудой выше заданной) для двух районов vicinity Эгейского моря (Карник В. Сопоставление сейсмической активности сейсмических зон Европы // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1969. N 7. С.70).

ленным логнормально, поскольку после логарифмирования произведение превращается в сумму. Гауссова функция выражает распределение аддитивных случайных величин, а логнормальная — мультипликативных. Таким образом, обе функции (каждая в своей области), являются фундаментальными распределениями.

Весьма схожим образом задача решается и в теории дробления. В модели процесса (как и у Трубникова), предполагается, что изменения размеров или масс происходят пропорционально уже достигнутому значению, но эти изменения являются малыми и случайными. Анализ процесса многократного дробления приводит к выводу о том, что в пределе размеры пылинок распределяются логнормально.

Автором предложена и развивается статистико-термодинамическая модель, которая рассматривает возникновение логнормального распределения как реализацию процесса установления своеобразного флуктуационного равновесия<sup>18</sup>. Модель может

быть построена, исходя из гауссова распределения энтропии по объему систем. В основе вывода лежит принцип максимума энтропии. Логнормальное распределение является распределением с максимальной энтропией при условии сохранения логарифмической дисперсии. Пользуясь приемами, статистической физики, можно доказать, что равновесным распределением по энергиям является логнормальная функция. В более общем случае, если в качестве переменной использовать  $\ln(x - b)$ , где  $b$  — константа, равновесное распределение оказывается трехпараметрической логнормальной функцией. Свойства, предсказываемые этой мо-

<sup>17</sup> Бакиров В.А. К вопросу о статистическом законе распределения некоторых типов деформаций земной коры и связанных с ними явлений // Бюл. МОИП, о. геон. 1974. №1. С.143.

<sup>18</sup> Карасев Б.В. Связь между энтропией и распределением вероятностей // Химическая термодинамика и термодинамика. М., 1979. С.5; Он же. Логнормальный закон и флуктуационное равновесие // Новое в гидрогеологии и инженерной геологии. М., 1971. С.41; Он же. Логнормальный закон распределения и сохранение логарифмической дисперсии // Журн. физ. хим. 1980. Т.54. №12. С.3032.

делью, обнаружены для структуры турбулентных процессов, и при карстообразовании<sup>19</sup>.

Интересно отметить, что если вычислить логарифмическую дисперсию для основных равновесных законов статистической физики — распределений Максвелла и Планка, — то она окажется константой, не зависящей от температуры: для максвелловского распределения частиц по скоростям  $\sigma=0.41$ , а для распределения Планка  $\sigma=0.78$ . Согласно данным, обработанным автором, логарифмической дисперсией в весьма узком диапазоне (от 0.3 до 0.6) обладают однородные объекты, размеры которых меняются от  $10^8$  до  $10^{18}$  м. Это зерна катализаторов, порошки, эмульсии, аэрозоли, зерна фотоэмульсий, карстовые образования, кратеры на Луне, блоки земной коры, астероиды, звезды, облака водорода в галактике и сами галактики.

Наиболее интригующее продолжение этих рассуждений заключается в возможном распространении этого подхода на области статистической физики, уже, казалось бы, глубоко освоенные теорией. Вопреки постулатам, изложенным в учебниках, некоторые авторы<sup>20</sup> не без основания считают, что экспериментальные распределения скоростей отличаются от максвелловского. Нами

обработаны результаты измерения скоростей для аргона, азота и гелия, полученные Т.М. Миллером. Отношения средней и среднеквадратичной скоростей к модалной для представленных данных лучше отвечают логнормальному распределению со среднеквадратичным логарифмическим отклонением 0.45.

В природе наблюдается и другое, диктуемое статистической физикой условие достижения равновесия: необходимость квазинеzáвисимости отдельных подсистем, входящих в состав более крупной системы. Оно также может быть учтено с помощью логнормальной функции. Такие модели применимы как для описания сгущивания броуновских частиц, так и галактик<sup>21</sup>.

Можно показать, что предложенная модель в области малых значений масштабов (малых величин площадей, на которых производятся подсчеты) хуже отражает экспериментальное распределение, чем функция распределения с переменной логарифмической дисперсией, использованная в нашей работе. Анализ структуры сред с помощью масштабных зависимостей может выявить размеры структур, образующих преимущественно случайную среду. Он подобен анализу с применением известной в статистике структурной функции. Флуктуации амплитуд волн различной

природы в случайных средах часто подчиняются логнормальному распределению<sup>22</sup>.

Предположение о логнормальной структуре стеклов, сделанное нами на основании изучения диффузионных кривых<sup>23</sup>, было доказано на основе изучения спектров рассеяния нейтронов<sup>24</sup>. Со ссылкой на наши исследования предложен единый подход на базе логнормальной функции к описанию явлений адсорбции, включая и капиллярную конденсацию<sup>25</sup>. Логнормальная функция распределения обнаружена также в микродизиметрии<sup>26</sup>, что подтверждает закономерности флуктуационной модели на микроуровне.

Мультипликативный подход к описанию явлений переноса частиц при диффузии и фильтрации, основанный на предположении о логнормальной структуре сред, позволяет объяснить аномалии в процессах объемного, поверхностного и турбулентного переноса вещества. Анализируя обширный статистический ма-

<sup>19</sup> Нараянан М.А.Б. Экспериментальное исследование универсальной статистической связи между длительностью турбулентной пульсации и ее наименьшей скоростью // Ракетная техника и космонавтика. 1979. Т.17. №5. С.90; Викторова А.С. Рисунок ландшафта. М., 1986.

<sup>20</sup> Miller R.C., Kurch R. Velocity Distributions in Potassium and Thallium Atomic Beams // Phys. Rev. 1955. V.99. №4. P.1314; Miller T.M. Atomic Beam Velocity Distributions with a Cold Discharge Source // J. Appl. Phys. 1974. V.45. №4. P.1713.

<sup>21</sup> Карасев Б.В. Возможность применения логнормального закона к описанию диффузионных явлений // Журн. физ. хим. 1982. Т.56. №2. С.357; Шацова Р.Б. Планковское распределение звезд в окрестности Солнца. Ростов-на-Дону, 1965; Карасев Б.В. Объяснение некоторых закономерностей сгущивания галактик на базе модели генезиса логнормального закона // Письма в Астрон. журнал. 1982. №9. С.527; Crane P., Saslaw W.C. How is the Distribution of Galaxies? // Astroph. J. 1986. V.301. P.1.

<sup>22</sup> Винник Л.П., Дашков Г.Г. Отражения от ядра при атомных взрывах и проблемы внутреннего строения Земли // Докл. АН СССР. 1969. Т.84. №6; Антонова Л.В., Антикаев Ф.Ф., Курочкина Р.И., Нересов И.Л., Раутиан Т.Г., Халтурин В.И. Основные экспериментальные закономерности динамики сейсмических волн. М., 1968.

<sup>23</sup> Карасев Б.В. Исследование профилей диффузии тритиевой воды в воде в большом диапазоне изменения диффузионных пробегов // Журн. физ. хим. 1978. Т. 52. №2. С.1565.

<sup>24</sup> Малиновский В.Н., Соколов А.П., Новиков В.Н. Логарифмически-нормальный спектр низкоэнергетических колебательных возбуждений в стеклах // Препринт №461. Новосибирск, 1990.

<sup>25</sup> Железный Б.В. Капиллярно-сорбционное равновесие в пористых телах // Журн. физ. хим. 1984. Т.58. С.438.

<sup>26</sup> Иванов В.И. Справочное руководство по микродизиметрии. М., 1986.

териал по перемещениям броуновских частиц (до 105 пробегов), можно проследить функцию распределения в области больших значений длин пробегов. Данные близки к логнормальному закону.

Подобие структуры природных сред дает ответ и на вопрос о применимости логнормального распределения при усвоении радионуклидов (в том числе и радиойода) организмами. Эта частная проблема также находит свое естественное решение в рамках общей концепции. Распределение на базе логнормальной функции удачно описывает профили распределения радионуклидов в почвенных разрезах. Модель предсказывает быстрое появление радионуклидов в под-

земных водах и объясняет явление дальней миграции элементов.

Встает вопрос, какие дифференциальные уравнения приводят к решениям в виде логнормальной функции. Можно предложить общий вид такого уравнения в частных производных для функции двух переменных:

$$df/dy = x^m d/dx (x^{m+2} df/dx).$$

При логарифмическом преобразовании координат оно переходит в уравнение фильтрации. Этот вариант обобщает аналогичное уравнение,

<sup>27</sup> Зельдович Я. Б., Сюняев Р. А. Взаимодействие вещества и излучения в горячей модели Вселенной // *Astrophysics and Space Science*. 1969. V. 4. P. 285.

полученное для астрофизических приложений<sup>27</sup>.

Представленные материалы дают возможность читателю ознакомиться лишь с частью эмпирических данных, лежащих в основе выдвигаемой концепции, некоторыми моментами модельного математического подхода и рядом следствий. Удивительное подобие неорганического и органического мира приводит к выводу о возможности применения для описания природы универсальных моделей, основанных на статистико-термодинамическом подходе.

Дискуссионность ряда модельных представлений, возможно, будет способствовать более широкому обсуждению поднимаемых здесь проблем.

## О законе распределения конкурентов

Б.А.Трубников,

доктор физико-математических наук

Российский научный центр "Курчатовский институт", Москва

АВТОРУ приятно узнать, что тема, поднятая им и А.В.Бялко<sup>1</sup> вызвала интерес. Отклик Б.В.Карасева дает возможность, отвечая на критику, продолжить обсуждение проблемы.

Основное содержание статьи Карасева сводится к вопросу о том, какая функция лучше подходит для аппроксимации дискретных экспериментальных точек на

графиках распределения числа  $N$  каких-либо сходных объектов по выбранному для их анализа отличительному признаку  $m$ . Чисто внешнее сходство различных распределений в природе отмечалось и ранее многими исследователями. Так, в книге Б.И.Кудрина<sup>2</sup> содержится примерно 500, как их называет автор, « $H$ -распределений» (буква  $H$  подразумевает гиперболу), в книге С.Хайтуна<sup>3</sup> — около 50, в моей статье — 20, в статье Бялко — 10. Для их аппроксимации разные ав-

торы используют различные математические формулы с рядом подгоночных параметров. Ясно, что определяющими здесь являются лишь соображения простоты.

Вначале полезно отметить, что имеются два существенно различных случая применения статистического анализа. В первом (главном) случае он применяется для уточнения какого-либо физического явления, в основе которого имеется некоторый закон природы. При этом подразумевается, что существует точная формула и соответствующий точный график, отклонения от которого вызваны неизбежной неточностью измерений. В истории научных открытий так было, например,

© Трубников Б.А. О законе распределения конкурентов.

<sup>1</sup> Трубников Б.А. Закон распределения конкурентов // *Природа*. 1993. №11. С. 3; Бялко А.В. Конструктивность закона конкуренции // Там же. С. 14.

<sup>2</sup> Кудрин Б.И. Введение в технетику, 2-е изд. Томск. 1993.

<sup>3</sup> Хайтун С.Д. Наукометрия, М., 1983.

с законом Кеплера или с формулой Планка для излучения «черного тела».

В нашем же (втором) случае речь идет не о законах, выраженных точными формулами, а о заведомо приближенных зависимостях, и в этой, более простой «прикладной статистике», рассуждения Карасева о строгой оценке «доверительных интервалов» (по Колмогорову) явно превышают точность исходного материала. Например, распределение числа городов по числу жителей в принципе не может описываться тонкой формулой, поскольку для разных стран оно будет разным и, кроме того, может меняться с течением времени из-за преимущественного переезда сельских жителей в города, или обратного их оттока (например, в США).

После этих предварительных замечаний вернемся к теме. В начале своей заметки Карасев приводит элементарные сведения о математических формулах и функциях, наиболее часто применяемых для аппроксимации фактических графиков. Напомним, что в нашей статье обсуждались не дифференциальные, а интегральные спектры, которые по определению всегда изображаются спадающими графиками, ряд которых вызывает чисто словесные возражения Карасева. Его критика была бы более наглядна, если бы он воспроизвел на рисунке какой-либо наш график, изобразив на нем и «свою» логнормальную аппроксимацию, продемонстрировав ее более точное соответствие фактическим данным.

Для подавляющего большинства наших графиков сделать это нельзя по трем причинам. Во-первых, нами подобраны распределения с наиболее широкими интервалами изменения переменных числа объектов  $N$  и «массы»

$m$ . Во-вторых, нами специально отбирались те графики, которые наиболее близки к гиперболе (напомним, что графики построены не нами, а взяты из первоисточников). Третьей же «причиной» является то, что интерес здесь вызывает именно большое число таких «гиперболических» случаев (у Кудрина — 500!), и в их происхождении мы попытались усмотреть проявление какой-то общей природной закономерности, названной нами «конкуренцией». Обсудим эти три причины подробнее.

Так, для малых космических тел интервал масс  $m$  охватывает 30 порядков! Интегральная логнормальная функция ошибок, предлагаемая Карасевым, просто не способна их правильно отразить. В общий (гиперболический) график вписываются, например, и известные сегодня астероиды и лунные кратеры, порожденных падением на Луну бывших астероидов. Только если выделить отдельный класс небесных тел, как бы вырезав их из общего графика, то появятся их левый и правый края. И тогда, по-видимому, и можно было бы иногда применить логнормальную аппроксимацию.

Вторая «причина», т.е. специальный отбор графиков, наиболее близких к гиперболе  $N = \text{const}/m$ , обусловлена тем важным обстоятельством, что в этой гиперболе нет подгоночных параметров, кроме константы нормировки. А раз нет параметров, то и не требуется, чтобы какая-либо теория их объясняла. Это выгодно отличает гиперболу от интегральной логнормали с ее тремя параметрами.

Наконец, третья «причина» — наша попытка теоретического объяснения — вызвана именно поразительным обилием графиков, близких к гиперболе. Ее простота (нет

параметров) наводит на мысль, что имеется некий общий простой механизм или процесс, порождающий гиперболу во многих случаях (но, конечно, не всегда, так что и для применения логнормали остается много возможностей). Мы полагаем, что таким общим механизмом является процесс конкуренции, развивающийся во времени.

Возьмем, например, достаточно длинный текст и построим (хотя бы мысленно) два графика распределений по частоте встречаемости для разных букв и для разных слов. Первый график можно считать близким к интегральной логнормали, а второй к гиперболе. Но, во-первых, мы видим, что букв мало (26 или 33), а разных слов много — в русском языке порядка  $10^5$ , что приводит к «широкому» распределению. (Любопытно, что число разных генов в общем для всех живых организмов «языке наследственности» имеет тот же порядок<sup>4</sup>.) Во-вторых, алфавиты почти не меняются, тогда как словарный запас непрерывно обновляется — новые слова вытесняют старые, вышедшие из употребления. Однако полный запас употребляемых повседневно слов вряд ли существенно растет во времени, так что, по-видимому, и словам можно приписать и «конкуренцию» за частоту употребления в речи, и экспоненциально-быстрое внедрение новых слов в язык. Эта картина конкуренции с экспоненциально-быстрым ростом новшеств (в широком смысле) является общей для всех рассмотренных нами примеров с гиперболическими распределениями. Она и позволяет теоретически вывести гиперболу по- существу из

<sup>4</sup> Трубкин В. А., Гаряев П. П., Природа, 1995, №1, С. 21.

простых соображений размерности, которые мы не будем здесь повторять.

По-видимому, наиболее уязвимыми для критики Карасева могут оказаться лишь некоторые наши примеры с более узкими интервалами переменных, но и при этом многие его замечания вызывают возражения. Заметим также, поскольку наши графики построены не нами, а взяты (с целенаправленным отбором) из первоисточников, то, по существу критика Карасева направлена против авторов этих первоисточников.

Так, Карасев со ссылкой на «критиков закона Парето» считает, что в нашей табл. 1 не учтены фирмы США с малым числом работников  $m$ , поскольку таблица построена для интервала от  $m=5$  до  $m=10^4$  и в этом интервале отклоняется от гиперболы не более чем на 15%. Строго говоря, Карасев здесь прав, поскольку наш первоисточник действительно позволяет нанести на график еще одну (всего лишь) точку  $m=2$ . Для нее «теория» дала бы число фирм  $N=4.5$  млн., тогда как в официально зарегистрированном списке их имеется только 3 млн. В этом расхождении Карасев нас и упрекает (справедливо), но скорее всего в действительности в этих цифрах следовало бы учесть множество официально не зарегистрированных семейных фирм с двумя работниками.

Тот же упрек он делает по поводу нашей табл. 2, однако, здесь он совершенно не прав, поскольку в первом столбце таблицы указаны состояния с  $m \gg 10^4$  для 60 млн. семей США, и эта цифра для 1984 г. явно близка к истине! Любопытно, сколько же семей в США насчитывают «критики закона Парето» и

апеллирующий к их мнению Карасев?

Далее он обращается к авторитету специалистов для аргументации утверждения о возможности применения логнормального распределения. К сожалению, и у «специалистов» подчас нет единого мнения. Так, сам Лотка, автор закона для распределения ученых по числу опубликованных ими статей, считал свое распределение гиперболическим. В пользу этого говорит дифференциальный график (правый) в моей статье, заимствованный из книги Г.Доброва<sup>6</sup>. Левый же, интегральный, график заметно отличается от гиперболы (прямой в логарифмических осях). Здесь сказывается неточность исходного материала при довольно малом интервале (распределение слишком «узкое»).

Некоторые ссылки Карасева являются явно устаревшими. В 1972 г. у нас существовала наука под названием «Основы дифференциации заработной платы и доходов населения», и, как пишет Карасев, ее авторы «Н.Е.Рабкина и Н.М.Римашевская резко выступают против применения закона Парето к распределению заработных плат, поскольку при использовании этой закономерности не учитываются доходы низкооплачиваемой части населения». Как уже пояснялось выше, это не относится к статистике по доходам, использованной в нашей работе. Поэтому мы воздержимся от комментариев, но по крайней мере из этой фразы видно, что закон Парето (степенной!) некоторые «специалисты по доходам» считали закономерностью.

Устаревшим является и аргумент Карасева о том, что «логнормальное распределение светимости галактик предложено известным ас-

трономом Хабблом», поскольку современные астрономы используют для них «формулу Шехтера» — степенную на левом конце и экспоненциальную на правом, — но с линейным, а не квадратичным показателем экспоненты. Впрочем, из-за сравнительной узости интервала светимостей галактик здесь, по-видимому, и логнормальная аппроксимация не будет плохой.

Устарела, видимо, и ссылка Карасева на утверждение А. М. Хеммингсена (1934 г.) о логнормальности распределения животных по размерам. Хотя в нашей статье обсуждаются не все животные, а лишь обитатели Мирового океана, мы использовали данные из статьи за 1972 г., где прямо говорится, что в Мировом океане все живые организмы «от бактерий до китов» распределены по весу таким образом, что в одинаковых логарифмических интервалах размеров суммарный вес «живого материала» одинаков, что и означает гиперболу.

В заключение еще раз подчеркнем, что мы пытались обнаружить гиперболу лишь там, где можно применить представление (если угодно, дарвиновское) о формировании гиперболических распределений в результате конкурентного отбора. Это никак не противоречит мнению Карасева и многих других о широкой распространенности распределений, близких к логнормальной функции. Последнюю, однако, скорее всего следует рассматривать просто как одну из возможных аппроксимаций, во-первых, для сравнительно узких по интервалам распределений, и во-вторых, для таких, где не усматривается ситуация конкурентного отбора, возникающая при делении целого на части, сильно отличающиеся по массам или размерам.

<sup>5</sup> Разумнова И. Наука и жизнь. 1990. №5. С.3.

<sup>6</sup> Добров Г.М. Наука о науке. Киев, 1989. С.145.



# Распределение коэффициентов

А.В.Бялко,

кандидат физико-математических наук

Институт теоретической физики РАН, Черноголовка

**Е**СЛИ цифра — разновидность буквы, то числа — это слова. Статистический анализ обычных слов по корпусам однородных текстов выявляет ряд закономерностей<sup>1</sup>, из которых наиболее известен закон Ципфа: частотность слова (вероятность его появления) степенным образом зависит от его ранга — номера в последовательности, упорядоченной по частотности. Поэтому возникает естественный интерес к статистике чисел в физических и математических текстах<sup>2</sup>. Результаты, как мы увидим, окажутся намного содержательней простого ответа на вопрос, выполняется ли закон Ципфа для чисел. В частности, распределение коэффициентов в физических формулах послужит объединяющим примером к дискуссии Б.В.Карасева и Б.А.Трубникова.

Но прежде всего надо заметить, что есть два вида чисел и их статистика принципиально различна.

## ДВА ВИДА ЧИСЕЛ

Есть числа, которые выражают измеренные величины в установленных системных единицах. Они, как правило, имеют размерность, а их значение зависит от выбранной системы единиц. Си-

стемы исторически выбирались, исходя из близких человеку масштабов (например, кг, м, с), но исследования микро- и макромира ушли к существенно иным масштабам, и общий диапазон всех размерных величин стал очень велик. Вопрос о статистике всех размерных чисел представляется довольно абстрактным, но существует одно количественное следствие такой логарифмической широты. Это закон Ньюкомба—Бедфорда<sup>3</sup>: вероятность  $W(n)$  того, что первая цифра размерного числа равна  $n$ , есть

$$W(n) = \lg\left(\frac{n+1}{n}\right); \quad (n=1\dots 9).$$

Этот закон известен более ста лет, но лучше сказать, он — малоизвестен, попытки его переткрытия продолжают.

Чтобы убедиться в действительности закона, достаточно взять любую таблицу фундаментальных постоянных. Вы увидите, что примерно треть из них начинается с единицы (точная вероятность ее появления есть  $\ln 2 = 0.3010$ ). Нетрудно понять, что такая логарифмическая зависимость возникает как результат принятой нами записи больших и малых чисел в десятичной системе (к примеру, мы пишем постоянную Больцмана как  $1.38 \cdot 10^{-23}$ , а не  $10^{-22.86}$  Дж/К, что количественно то же самое). Равномерное распределение мантисс и приводит к присутствию десятичных логарифмов

в формуле для распределения первых цифр. По сути же их статистика несет только ту информацию о распределении числового множества, которая говорит, что оно достаточно равномерно в логарифмической шкале.

Другой вид чисел — это коэффициенты в физических и математических формулах (например: 2, 3,  $1/4$ ,  $\sqrt{2}$ ,  $\pi$ ,  $\ln 2$ ). Они возникают в результате чисто математических операций и поэтому принципиально безразмерны. Коэффициенты, как правило, не очень велики и не очень малы по абсолютной величине. Именно статистика коэффициентов и станет нас далее интересовать. Знак коэффициента будем считать несущественным. Отметим сразу, что закон Ньюкомба—Бедфорда окажется не применим к первым цифрам физических коэффициентов.

Очертим несколькими фразами логику дальнейшего изложения. Первичная информация о распределении коэффициентов была получена их статистическим подсчетом во всех 10 томах «Курса теоретической физики» Л.Д.Ландау и Е.М.Лифшица. При анализе этой статистики удалось установить несколько эмпирических зависимостей для частотностей коэффициентов. В этих закономерностях — принципиальное отличие статистики чисел от статистики обычных слов. Оказалось, что для каждого коэффициента можно указать наиболее вероятный процесс его образования. Это позволило провести моделирование последовательной генерации коэффициен-

© Бялко А.В. Распределение коэффициентов.

<sup>1</sup> Арапов М.В. Количественная лингвистика. М., 1988.

<sup>2</sup> Бялко А.В. Теоретическая и математическая физика. 1991. Т. 88. №1. С.153.

<sup>3</sup> Newcomb S. Amer. J. Math. 1881. №4. P.39; Bedford F. Proc. Amer. Philos. Soc. 1938. V. 78. №39. P.551.

тов. Согласие результатов моделирования с наблюдаемой статистикой устанавливает связь между коэффициентом и его частотностью. И наблюдаемое и теоретическое распределения коэффициентов оказываются логарифмически широкими. Однако их аппроксимация логнормальной или степенной зависимостями удовлетворительна примерно с одинаковой точностью. Или, если угодно, одинаково неудовлетворительна — она промежуточна между теми распределениями, универсальность которых отстаивают Карасев и Трубинов. Наконец, понимание генезиса коэффициентов даст возможность установить точность оценок по порядку величины.

### СТАТИСТИКА КОЭФФИЦИЕНТОВ

В качестве эталонного корпуса текстов был выбран «Курс теоретической физики» Ландау—Лифшица. Он охватывает разнообразные разделы физики, однороден по авторскому стилю и дает представительную статистику коэффициентов. В нем проводился учет коэффициентов во всех формулах, записанных в виде отдельных строк (вне текста), включая задачи и сноски. Технически это осуществлялось последовательной компьютерной записью коэффициентов без учета знака. Формулы со знаками «много больше», «много меньше» и «порядка величины» исключались из подсчета, поскольку они принципиально не содержат численных коэффициентов.

Коэффициенты, содержащие множитель  $\pi$  и его степени, считались отдельно — каждый как единый коэффициент; так например, коэффициент  $2\pi$  не вносил вклад ни в статистику коэффициента 2, ни в статистику

коэффициента  $\pi$ . Аналогично этому считались отдельно дробные коэффициенты с числителями, отличными от единицы, — они не вносили вклада в статистику своих числителей и знаменателей. Производился раздельный подсчет взаимно обратных коэффициентов 2 и  $1/2$ , 3 и  $1/3$ , 4 и  $1/4$ ; все остальные коэффициенты подсчитывались вместе с их обратными. Тожественные формы записи одного коэффициента (например,  $\sqrt{8}$ ,  $2\sqrt{2}$  и  $2^{3/2}$ ) не различались.

Частотности коэффициентов (вероятности их появления в корпусе текстов) оказались весьма упорядоченными, они с достаточной точностью повторялись от тома к тому. Анализ уже первых пробных подсчетов показал, что важную информацию представляет также общее число равенств, не содержащих коэффициентов. В дальнейшем вместе с обычными коэффициентами подсчитывался и не проявляющийся в алгебраической записи коэффициент 1 (единица).

Суммарное (вместе с единицей) число всех коэффициентов в курсе Ландау—Лифшица равно  $N=7.45 \cdot 10^4$ . Для наиболее распространенных коэффициентов результаты сведены в таблицу.

При анализе экспериментальной статистики обращают на себя внимание несколько закономерностей.

1. Частотности тех обратных коэффициентов, которые подсчитывались, ( $1/2$ ,  $1/3$ ,  $1/4$ ) оказываются примерно вдвое меньшими, чем частотность появления коэффициента вместе с его обратным. Это означает равную частотность  $k$  и  $1/k$  и оправдывает совместный подсчет прямых и обратных коэффициентов.

2. Убывание частотности при последовательном удвоении коэффициента происхо-

дит по закону, близкому к степенному.

3. Частотности коэффициентов 3, 4,  $\sqrt{2}$ ,  $\pi$ ,  $2\pi$ ,  $4\pi$  близки между собой по порядку величины.

4. При удвоении коэффициентов, кратных 3 (в последовательности (3, 6, 12, 24, 48)), частотности падают по степенному закону с наклоном (в двойных логарифмических координатах), близким к наклону степеней двойки (1, 2, 4, 8, 16, 32, 64). Так же ведет себя и последовательность 1,  $\sqrt{2}$ , 3,  $\sqrt{8}$ , 7,  $\sqrt{32}$  — знаки вопроса отражает тот очевидный факт, что коэффициенты  $\sqrt{4}$  и  $\sqrt{16}$  совпадают с гораздо более представительными коэффициентами 2 и 4 и не могут быть определены по наблюдаемой статистике.

Эти эмпирические закономерности позволяют моделировать генезис коэффициентов.

### МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЕЛ

В работе автора по статистике коэффициентов на основе этих закономерностей была сделана также попытка осмысления результатов. Рациональные коэффициенты были распределены по классам в зависимости от минимального числа элементарных шагов (сложения и умножения), которые необходимы для получения данного коэффициента из единиц. Коэффициентом нулевого класса постулируется опускаемая в записи формул 1 (единица), она встречается чаще всех остальных. Коэффициенты первого класса: 2 и равновероятный ему коэффициент  $1/2$  — образуются сложением двух единиц и обращением двойки.

Введем вероятность  $p$  элементарного процесса сложения некоторого числа с единицей (предполагая  $p$  малым), а обращение будем

Статистика наиболее распространенных коэффициентов

| Козф. | $k$    | $N_k$ | $\lg(N_k/N)$ | $w_1(p)$ | $\lg w(0.06)$ | Козф.        | $k$    | $N_k$ | $\lg(N_k/N)$ | $w_1(p)$ | $\lg w(0.06)$ |
|-------|--------|-------|--------------|----------|---------------|--------------|--------|-------|--------------|----------|---------------|
| 1     | 1.0000 | 60756 | -0.0088      | 1        | -0.1221       | $\sqrt{2}$   | 1.4142 | 369   | -2.3051      | $4p^2$   | -2.2318       |
| 2     | 2.0000 | 6876  | -1.0348      | $2p$     | -1.3109       | $\sqrt{3}$   | 1.7321 | 26    | -3.4572      | $8p^3$   | -3.0620       |
| 1/2   | 0.5000 | 3669  | -            | $p$      | -             | $\sqrt{8}$   | 2.8284 | 39    | -3.2811      | $32p^4$  | -3.7060       |
| 3     | 3.0000 | 667   | -2.0480      | $4p^2$   | -2.1378       | $2/\sqrt{3}$ | 1.1547 | 12    | -3.7930      | $32p^4$  | -3.5893       |
| 1/3   | 0.3333 | 310   | -            | $2p^2$   | -             | $2^{1/3}$    | 1.2599 | 2     | -4.5711      | $2p^4$   | -4.9837       |
| 4     | 4.0000 | 822   | -1.9573      | $8p^2$   | -1.8961       | $\pi$        | 3.1416 | 424   | -2.2448      | $p^2$    | -2.7220       |
| 1/4   | 0.2500 | 433   | -            | $4p^2$   | -             | $2\pi$       | 6.2832 | 623   | -2.0777      | $2p^2$   | -3.7233       |
| 5     | 5.0000 | 49    | -3.1820      | $16p^3$  | -2.7088       | $3\pi$       | 9.4248 | 25    | -3.4742      | $8p^3$   | -3.7233       |
| 6     | 6.0000 | 156   | -2.6790      | $8p^3$   | -2.8149       | $4\pi$       | 12.561 | 926   | -1.9056      | $2p^2$   | -2.4951       |
| 7     | 7.0000 | 19    | -3.5934      | $32p^4$  | -3.3713       | $8\pi$       | 25.132 | 312   | -2.3780      | $4p^3$   | -3.1733       |
| 8     | 8.0000 | 133   | -2.7483      | $16p^3$  | -2.7824       | $16\pi$      | 50.265 | 56    | -3.1240      | $24p^4$  | -3.6174       |
| 9     | 9.0000 | 33    | -3.3537      | $48p^4$  | -3.3553       | $24\pi$      | 75.398 | 3     | -4.3951      | $48p^5$  | -4.2204       |
| 12    | 12.000 | 57    | -3.1163      | $48p^4$  | -3.3335       | $32\pi$      | 100.53 | 4     | -4.2701      | $112p^5$ | -4.0459       |
| 16    | 16.000 | 37    | -3.3040      | $96p^4$  | -3.2111       | $\pi/2$      | 1.5708 | 137   | -2.7355      | $2p^3$   | -3.4460       |
| 24    | 24.000 | 29    | -3.4098      | $224p^5$ | -3.8342       | $3\pi/2$     | 4.7124 | 19    | -3.7582      | $2p^4$   | -4.0532       |
| 27    | 27.000 | 2     | -4.5711      | $4p^5$   | -4.9394       | $4/\pi$      | 1.2732 | 64    | -3.0660      | $36p^5$  | -3.7056       |
| 32    | 32.000 | 4     | -4.2701      | $320p^5$ | -4.2476       | $2\pi/3$     | 2.0944 | 13    | -3.7582      | $10p^4$  | -3.7225       |
| 48    | 48.000 | 5     | -4.1732      | $960p^6$ | -4.4770       | $4\pi/3$     | 4.1888 | 42    | -3.2489      | $12p^4$  | -3.9049       |
| 3/2   | 1.5000 | 269   | -2.4424      | $2p^2$   | -2.2941       | $8\pi/3$     | 8.3776 | 34    | -3.3407      | $4p^4$   | -3.9401       |
| 4/3   | 1.3333 | 120   | -2.7930      | $16p^3$  | -2.6685       | $4\pi^2$     | 39.478 | 80    | -2.9691      | $6p^4$   | -3.7401       |
| 8/3   | 2.6666 | 32    | -3.3670      | $56p^4$  | -3.1688       | $8\pi^2$     | 78.957 | 34    | -3.3407      | $4p^4$   | -3.9939       |
| 16/3  | 5.3333 | 11    | -3.8308      | $272p^5$ | -3.6664       | $16\pi^2$    | 157.91 | 22    | -3.5298      | $4p^4$   | -4.1030       |

*Примечание.* В столбцах обеих половин таблицы представлены: коэффициент, его численная величина, подсчитанное число появлений в «Курсе» Ландау—Лифшица, десятичный логарифм частотности коэффициента. Два последних столбца из шести относятся к теоретическому представлению вероятностей коэффициентов:  $w_1(p)$  есть первый член разложения теоретической вероятности  $w(p)$  по вероятности  $p$  элементарного процесса суммирования, а в последнем столбце даны логарифмы  $w(p)$  при  $p=0.06$ . Их надо сравнивать со значениями четвертого столбца.

считать процессом, происходящим легко, с высокой вероятностью. Тогда в первом приближении, учитывающем только сложение и обращение, вероятности коэффициентов 2 и 1/2 будут равны  $p$ .

Три рациональных коэффициента второго класса образуются в процессах:

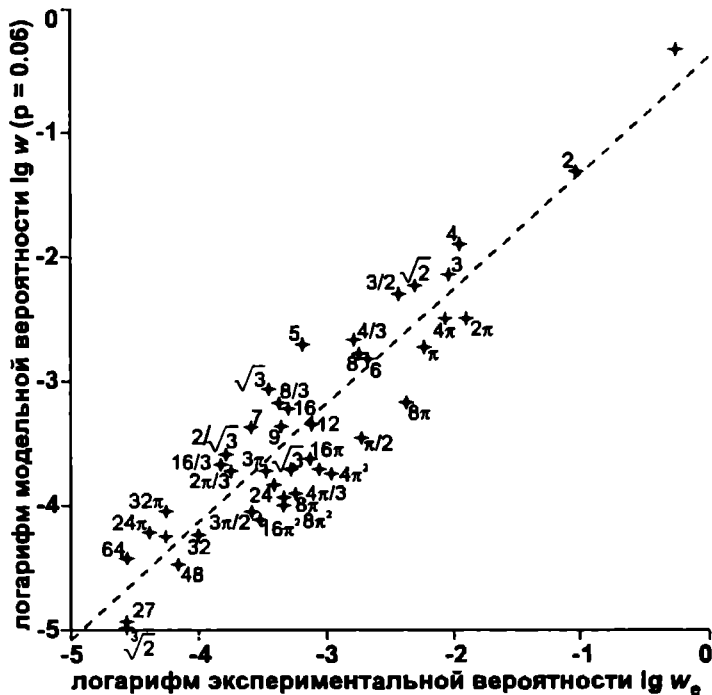
$$3=2+1; \quad 4=2\cdot 2; \\ 3/2=1/2+1.$$

Их вероятности пропорциональны  $p^2$ , а комбинаторные множители для этих вероятностей выписаны в таблице.

Рациональные коэффициенты третьего класса (с вероятностями, пропорциональными  $p^3$ ) образуются в семи процессах:

$$5=4+1; \quad 6=2\cdot 3; \quad 8=2\cdot 4; \\ 4/3=2/3\cdot 2; \\ 5/2=3/2+1=1/2+2; \\ 5/4=1+1/4; \quad 5/3=2/3+1.$$

Ясно, что любой рациональный коэффициент может быть образован сложением, умножением и обращением, причем многими способами. На примере коэффициента 5/2 видно, что некоторые коэффициенты имеют несколько равновероятных путей образования уже в главном процессе, имеющем максимальную вероятность. Кроме наиболее вероятных способов генерации



Сравнение экспериментальной частотности коэффициентов (ось ординат) с теоретической вероятностью (ось абсцисс) при значении параметра  $p=0.06$ . Пунктир проведен методом наименьших квадратов.

коэффициента, существуют и более сложные пути, например,  $2=3 \cdot (2/3)$ , они также вносят свой малый вклад, пропорциональный более высоким степеням элементарной вероятности  $p$ . В более высоких порядках каждый коэффициент имеет все возрастающее число способов образования. Поэтому для вычисления полной вероятности коэффициента надо взять сумму вероятностей по всевозможным путям, а затем полученные вероятности перенормировать.

Сделаем следующий шаг: создадим компьютерную модель генерации коэффициентов, учитывающую эту вероятностную комбинаторику. При этом для проверки гипотез образования новых, усложняющихся классов чисел будем использовать экспериментальную статистику.

Начнем с рациональных чисел. Для построения их модельного распределения введем простые (с единственным параметром  $p$ ) рекуррентные правила подсчета вероятностей для образования новых коэффициентов из уже имеющихся.  $p$  представляет собой вероятность процесса сложения (или вычитания) при элементарном образовании числа. Вероятность же элементарного умножения зададим просто вероятностью «столкновения» двух сомножителей. Итак, вероятности элементарных процессов сложения и умножения, приводящих к рациональным коэффициентам, определяются как

$$w(k_1+k_2) = pw(k_1)w(k_2), \\ w(k_1k_2) = w(k_1)w(k_2).$$

Смысл этих формул очевиден: для образования нового коэффициента из

двух более вероятных надо перемножить их вероятности, а при сложении умножить еще на фактор  $p$ . Вероятности появления обратных коэффициентов будем считать равными вероятности прямых. Полная вероятность образования любого рационального числа, естественно, выражается суммой вероятностей по всевозможным путям, приводящим к данному коэффициенту.

Будем последовательно расширять классы чисел примерно так, как это усложнение прослеживается в истории математики. Уверенность в правильности предлагаемых гипотез образования базируется на том, что результаты хорошо согласуются с наблюдаемой статистикой при одном и том же значении малой вероятности  $p$ .

Обратимся к корневым иррациональностям. Поскольку экспериментальная статистика показывает, что частотность коэффициента  $\sqrt{2}$  порядка  $p^2$ , то исследуем справедливость простого общего принципа: вероятности появления корней уравнения равны вероятности образования самого уравнения. Начнем с вырожденного квадратного уравнения  $x^2 - a = 0$ . Оно возникает в результате алгебраического сложения, поэтому его вероятность равна  $pw(a)$ . Тогда в главном порядке по  $p$  получим:

$$w(\sqrt{2}) = 2pw(2) = 4p^2, \\ w(\sqrt{3}) = 2pw(3) = 8p^3, \\ w(\sqrt{8}) = 2pw(8) = 32p^4$$

и т. д.

Подсчитаем таким же образом вероятность полного квадратного уравнения  $x^2 + ax + b = 0$ , а следовательно, и его корней  $x_1, x_2$ :

$$w(x_1) = w(x_2) = p^2 w(a)w(b).$$

Отсюда видно, что из всех коэффициентов, возникающих из полного квадратного урав-

нения, наиболее вероятным оказывается «золотое сечение» — взаимнообратные корни уравнения  $x^2 - x - 1 = 0$ .

Поскольку мы не обращаем внимания на знаки коэффициентов, то при решении квадратных уравнений возникает и шанс ухода его корней в мнимую область (когда дискриминант отрицателен). В этом случае при моделировании в качестве результата брались модуль комплексного сопряженных корней и арктангенс угла с действительной осью. Так возникают числа, кратные  $\pi$ . Рассмотрим процесс рождения  $\pi$  более подробно.

Первым (и наиболее вероятным) уравнением с комплексными корнями является  $x^2 + 1 = 0$ . Формально вычисленная вероятность его корня  $i$  (мнимой единицы) оказывается равной  $p$ . Мнимая единица достаточно широко употребляется в промежуточных формулах теоретической физики, но производить ее статистический учет не имеет большого смысла, поскольку в физике и математике исторически сложилась тенденция по возможности избегать формул, содержащих мнимую единицу — достаточно вспомнить, что мнимая единица в неявном виде содержится в записи любой тригонометрической функции.

На комплексной плоскости процедура образования коэффициентов  $\pi$  и  $2\pi$  из  $i$  достаточно естественна, — к ним приводят тождества Эйлера

$$-1 = \exp(i\pi); \quad 1 = \exp(2i\pi).$$

Сравнение с экспериментальной статистикой приводит к заключению, что вероятность появления экспоненты также надо учитывать множителем  $p$ . Однако пока мы не стали вводить (или вычислять) вероятности элементарных функций (экспоненты, логарифма, тригонометрических и т.д.), а формально задали вероятности

первых коэффициентов, кратных  $\pi$ , как

$$w(\pi) = p^2; \quad w(2\pi) = 2p^2; \\ w(4\pi) = 2p^2.$$

Это примерно соответствует экспериментальной статистике, вероятности же остальных коэффициентов, содержащих  $\pi$ , вычислялись по уже сформулированным правилам (сложения и умножения) с единственным ограничением. А именно: числа, кратные  $\pi$ , нельзя складывать с рациональными числами. Такой запрет явно следует из экспериментальной статистики коэффициентов, не содержащей ни одного коэффициента типа  $\pi + 1$ . (Известно утверждение физиков-теоретиков: если кто-либо вывел формулу, в которой содержится коэффициент такого типа, надо искать логическую ошибку.) При моделировании запрет был снят по отношению к числам типа  $\pi^2 + 1$ , их вероятности, впрочем, находятся на пределе разрешения.

По аналогии с корнями квадратного уравнения в моделирование были введены и процедуры образования более сложных чисел: кубических (и более высоких степеней) корней и логарифмов натуральных чисел:

$$w(k^{1/n}) = w(k) w(n) p^2, \\ w[\ln(k)] = w(k) p^2.$$

Конечно, для этих классов коэффициентов гипотезы образования могут оказаться неточными — для их проверки наша экспериментальная статистика уже недостаточна. В то же время есть классы чисел, вообще не охваченные предлагаемой схемой моделирования, например, достаточно часто встречающееся в курсе Ландау — Лифшица число Эйлера  $S = 0.5572$ , возникающее как результат интегральной операции. Однако эти числа появляются только в чет-

вертом — пятом порядке по вероятности  $p$ , поэтому вплоть до пятого порядка по  $p$  модельная статистика в целом может адекватно отражать статистику коэффициентов.

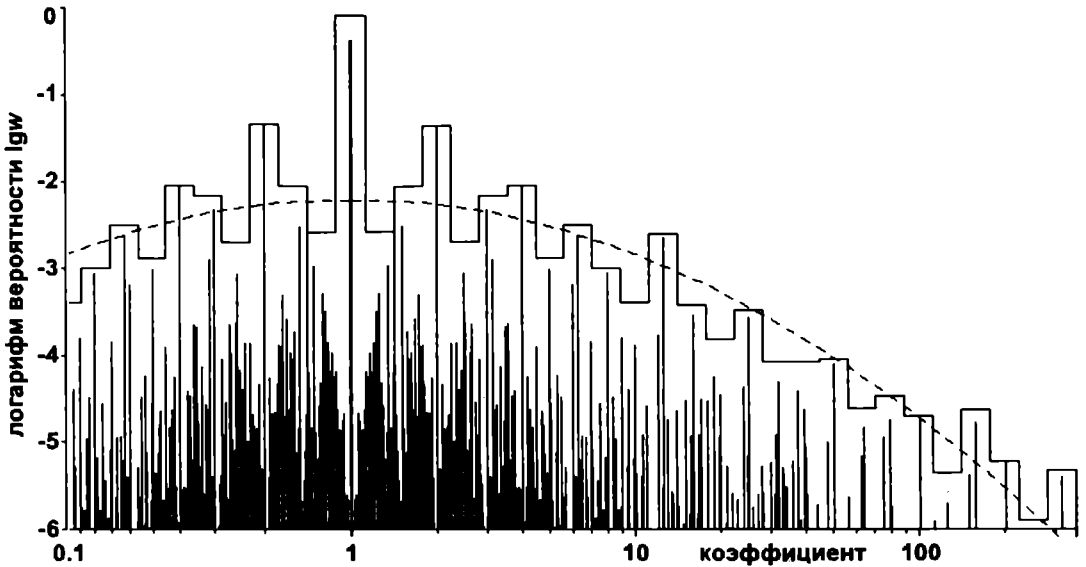
Одинаковое поведение наблюдаемой и предсказанной статистики в широком диапазоне вероятностей позволяет вычислить величину  $p$  из сравнения модельных вероятностей с наблюдаемыми частотностями коэффициентов. Наилучшее согласие между ними осуществляется при  $p = 0.060 \pm 0.005$ .

### ЗАКОН ЦИПФА ИЛИ ЛОГНОРМАЛЬ?

Посмотрите, как необычно выглядит модельное распределение коэффициентов при высоком разрешении. Его резкие всплески и спады сродни фракталам: при увеличении масштаба проявляется все большее число коэффициентов с меньшими вероятностями, но общая картина выглядит примерно одинаково при любом увеличении. Однако это касается только коэффициентов с малыми вероятностями, пики же распределения (в основном степени двойки) ведут себя не самоподобно, а убывают с ростом коэффициента более регулярно, примерно степенным образом.

Особой областью, также отклоняющейся от фрактального (в целом) поведения, является центр распределения, окрестность единицы. Вблизи единицы распределение выглядит особым образом потому, что там оно дублирует в сжатом виде область очень малых (и очень больших) коэффициентов: близкие к единице числа образуются в основном при сложении  $k_2 = 1 + k_1$ , где  $k_1$  мало.

В природе не так уж мало примеров, когда распределения выглядят внешне похожим образом: с логарифмически широким перепадом от максимумов к миниму-



Модельное распределение коэффициентов при  $r=0.06$ . По оси ординат отложен десятичный логарифм коэффициента, по оси абсцисс десятичный логарифм его теоретической вероятности. Каждый вертикальный отрезок соответствует одному коэффициенту. Всего в диапазоне  $k$  от 0.002 до 500 оказалось 1280 коэффициентов с вероятностями выше  $10^{-6}$ , однако на рисунке показана лишь часть распределения коэффициентов, меньших единицы; оно продолжается симметрично правой половине.

Обычно дробную экспериментальную статистику представляют в виде гистограммы; на рисунке показана такая гистограмма с шагом  $\Delta k=0.1 \ln 10$ . Гистограммы с малым шагом убывают более или менее в согласии с логнормальным распределением — парабола, аппроксимирующая гистограмму, показана на рисунке штриховой кривой. Парабола просматривается и в почти сплошной черной области при  $k$ , близких к единице, где вертикальные отрезки сливаются из-за конечного разрешения графика. Однако если посмотреть на высшие точки распределения (пропорциональные  $2^n$ ), то очевидно, что их падение с возрастанием коэффициента происходит не по логнормальной параболе, оно близко к степенному закону, который в наших координатах соответствует прямой линии.

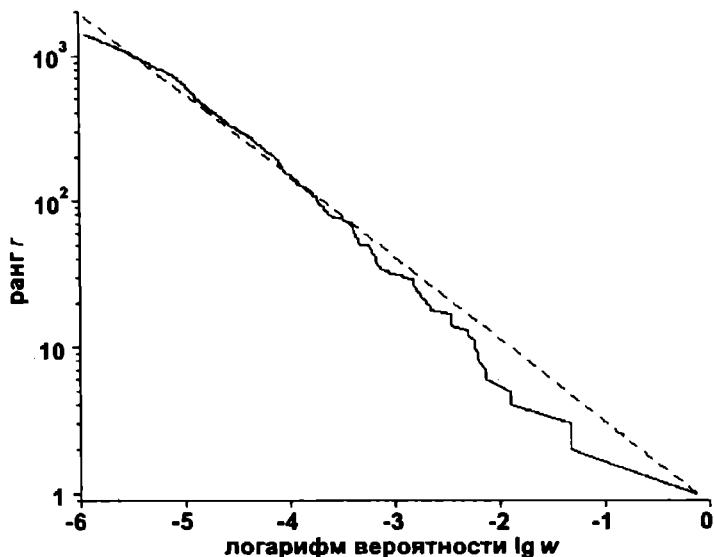
мам, с нерегулярным их чередованием. Вспомните спектры звезд или квазаров с высоким разрешением — см., например, спектры в статье Д.А.Варшоловича, А.Ю.Потехина, (Природа 1995. №4. С. 9, 10) или фотографии колец Сатурна с близкого расстояния. Физически в обоих случаях работает резонанс (механический или квантово-механический), он возникает, когда безразмерное отношение частот (по сути своей коэффициент) кратно небольшому натуральному числу. Поэтому график распределе-

ния коэффициентов можно рассматривать и как наглядное воплощение дискретности числовой оси.

Посмотрим теперь на усредненную зависимость распределения от величины коэффициента. Обычный метод статистического анализа — это построение гистограммы, суммирование всех отсчетов внутри равных интервалов. Очевидно, что в нашем случае интервалы должны быть логарифмически равными. На графике показана такая гистограмма с логарифмическим шагом  $0.1 \ln 10$ . Выбор

шага, конечно, произволен, важно только, чтобы он не совпадал с логарифмами малых натуральных чисел.

Однако при построении гистограммы нас подстерегает логическая опасность: дело в том, что сложение вероятностей, широко распределенных в логарифмической шкале, связано с существенной потерей информации (малые вероятности маскируются на фоне больших). Чем шире шаг гистограммы, тем хуже она отражает поведение большого массива малораспределенных коэффи-



Ранг коэффициента  $r$  в зависимости от его модельной вероятности. Штриховая прямая проведена методом наименьших квадратов, она соответствует степенной зависимости (закону Циффа)  $r \sim w^{0.55}$ . Однако если отбросить три первых коэффициента (1, 2 и 1/2) низших рангов, то лучшей аппроксимацией рангового распределения окажется парабола, соответствующая логнормали.

циентов. Чрезвычайно резкие скачки модельного распределения еще остаются заметны на гистограмме с малым выбранным шагом: с ростом коэффициента в среднем происходит убывание гистограммы, но оно не очень-то регулярно, ее отклонения от аппроксимирующей параболы не настолько малы, чтобы можно уверенно сказать, что распределение коэффициентов в среднем логнормально.

Посмотрим теперь, как выполняется для распределения коэффициентов закон Циффа. Для этого расположим коэффициенты в порядке убывания их вероятности, их номер в этой последова-

тельности и есть ранг. При этом происходит суммирование распределения, зависящего от  $k$ , в направлении сверху вниз, так что величина самого коэффициента уже не имеет значения. Результат этой операции неоднозначен: как видно из графика, его можно интерпретировать и как прямую (что соответствует закону Циффа), и как параболу логнормального распределения.

### ТОЧНОСТЬ ОЦЕНОК

Существует и практическое применение полученного распределения коэффициентов. Оно дает воз-

можность оценить точность физических формул, получаемых по размерности или из качественных соображений, так называемых формул по порядку величины<sup>4</sup>. При выводе этих формул коэффициентный множитель остается неизвестным, именно это обстоятельство и определяет их приближенность.

Если бы распределение коэффициентов оказалось логнормальным, ответ для точности оценочных формул соответствовал бы его логарифмической дисперсии. В нашем случае, когда распределение коэффициентов отличается от логнормального, его дисперсия  $\sigma$  лишь приближенно выражает точность оценочных формул. Вычисление среднего квадрата логарифма коэффициента дает такой результат:

$$\sigma^2 = \langle (\ln k)^2 \rangle = 0.70$$

(угловыми скобками обозначено усреднение). Это означает, что в пределах одного стандартного отклонения (с вероятностью 67%) неизвестный коэффициент находится в пределах от 0.43 до 2.3.

В этом результате (с учетом оговорки о его точности) не содержится много нового для тех, кто в своих работах использует оценочные формулы: традиционно точность оценок считалась равной полпорядку величины (от  $0.32=10^{-0.5}$  до  $3.2=10^{0.5}$ ). Более интересна принципиальная возможность вычисления этой величины.

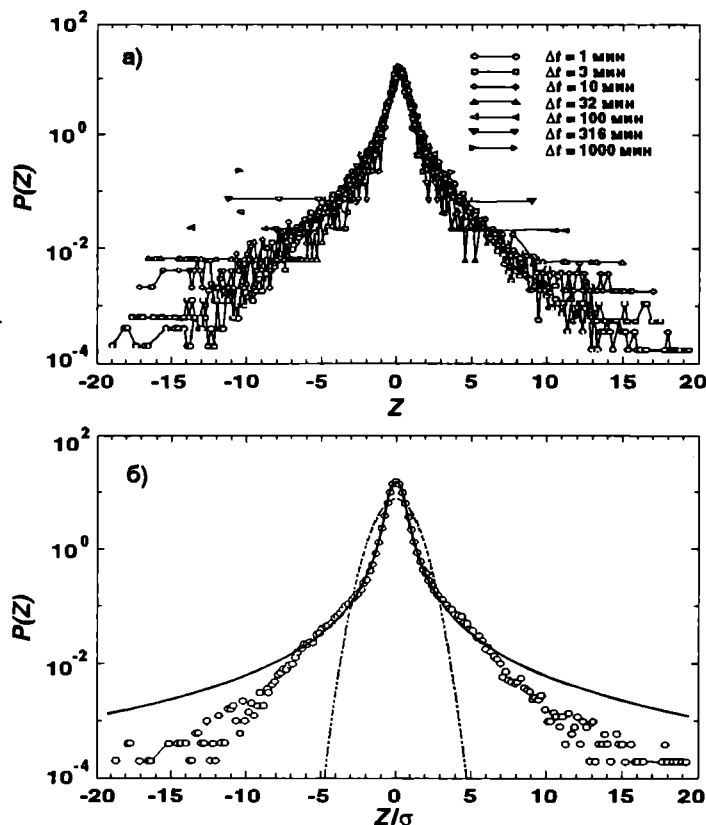
<sup>4</sup> Эти исследования частично поддержаны Международным научным фондом ISF и Миннауки РФ по грантам М47000/47300.

## Закономерности биржевых индексов

Биржевые индексы — это эмпирические показатели, призванные более или менее объективно отражать экономическую активность разных стран. Они подсчитываются как сумма биржевых котировок акций нескольких сот компаний. Индексы обычно публикуются к сведению владельцев акций по завершении торгового дня, однако их динамика с более высоким разрешением по времени представляет практический интерес для брокеров и теоретический — для математиков.

Недавно Р.Мантенья и Х.Стэнли (R.N.Mantegna и H.E.Stanley; Бостонский университет, США) опубликовали результаты статистической обработки 1.45 млн. записей (за 1984—1989 гг.) значений индекса S&P500, который вычислялся по акциям 500 однородных компаний, котировавшихся на Нью-Йоркской фондовой бирже. Если построить распределение случайных изменений суммы независимых величин с общей дисперсией, то оно окажется гауссовым, а динамика этой суммы будет соответствовать поведению броуновской частицы, которая удаляется от начального положения пропорционально квадратному корню из времени.

Однако динамика котировок акций иная: индекс уходит от начального значения быстрее, а распределение изменений биржевого индекса в зависимости от прошедшего времени оказывается не гауссовым. Мантенья и Стэнли нашли, что в логарифмически широком диапазоне времен отсчета  $\Delta t$  от 1 до 1000 мин биржевой индекс  $Z$  подчиняется распределению Леви:



Распределение вероятностей  $P(Z)$  биржевого индекса: а) для приведенных экспериментальных отклонений  $Z$ ; б) сравнение распределения Леви (сплошная) с распределением Гаусса (пунктир) и распределением отклонений с интервалом 1 мин.

$$L_a(Z, \Delta t) = \int_{-\infty}^{\infty} dq \exp(-q^2 g \Delta t) \cos(qZ),$$

причем параметры этого распределения численно оказались равны  $a=1.40$ ,  $g=0.0375 \text{ мин}^{-1}$ . Распределение Леви было получено довольно давно в теории блужданий, не имеющих конечной дисперсии (Levy P. Theorie de l'Addition des Variables Aleatoires. Paris, 1937). Исследуя его формулу, нетрудно увидеть, что распределение Леви для разных временных смещений видоизменяются автомодельно, а уход от начального положения растет со

временем пропорционально  $\Delta t^{1/a} = \Delta t^{0.712}$ . Как уже говорилось, для гауссова распределения соответствующий показатель степени равен 0.5. Размерный параметр  $g$  несколько возрастает год от года, что, возможно, связано с совершенствованием технических возможностей биржи или с увеличением числа брокеров, но показатель степени  $a$  остается весьма стабильным. Этот факт, по всей видимости, отражает неизменность законов, регулирующих экономику и биржевую игру.



Космология

**О возрасте Вселенной**

Известно, что белые карлики — это небольшие и весьма плотные звезды; образуются, когда звезда, подобная Солнцу, «выгорит», полностью истратив свое ядерное топливо, а затем начинает постепенно угасать. Таких умирающих звезд около 10% в нашей Галактике. Ближайший из белых карликов находится всего в 8.6 световых лет от нас — он обращается вокруг Сириуса.

Белые карлики позволяют судить о возрасте всего диска Галактики, так как скорость процессов их охлаждения и затухания известна. В 1980-х годах астроном Д.Уингет (D.Winget; Университет штата Техас в Остине, США), изучая наименее ярко светящиеся белые карлики из всех известных к тому времени, установил, что возраст диска Галактики 9—10 млрд. лет.

Недавно сотрудницы Чилийского университета в Сантьяго М.Т.Руис и М.Такамия (М.Т.Руиз, М.Такатиya) обнаружили существование звезды ESO 439-26 — тоже белого карлика, причем еще более тусклого, чем те, на которых основывался Д.Уингет. Она входит в состав созвездия Гидры и находится в 134 световых годах от Солнца. Ее свечение в видимой части спектра составляет лишь одну 130-тысячную долю яркости Солнца. Спектроскопическое исследование показало, что остывание и затухание этой звезды зашло так далеко, что она теперь выглядит

уже красной и излучает главным образом в инфракрасной части спектра.

Белые карлики остывают и угасают с разными скоростями в зависимости от массы. Более массивные ( $M-M_{\odot}$ ) проходят этот процесс быстро. Если ESO 439-26 относится к подобной категории, то возраст ее не старше возраста древнейшего среди известных белых карликов, и, значит, время рождения диска нашей Галактики можно считать подтвержденным без изменений. Но большинство белых карликов обладает массой, не превышающей и 60% солнечной. Тогда возраст Галактики придется «повысить» примерно с 9 до 12 млрд. лет. К сожалению, определение массы «нового» белого карлика отнимет немало времени, так как для этого необходим более детальный анализ спектра его излучения, чем было возможно до сих пор, учитывая слабое свечение этого объекта.

Не исключена также вероятность того, что ESO 439-26 вообще не принадлежит диску Галактики, а является частью галактического гало — разреженного скопления старых звезд, окутывающего весь диск. Тогда остается предположить, что существует небольшое различие в возрасте самого диска и его гало. Но это противоречит ряду гипотез о происхождении Галактики, утверждающих, что диск образовался после гало.

Чтобы установить, куда отнести ESO 439-26, астрономам следует знать ее истинную скорость (звезды диска и звезды гало суще-

ственно отличаются по скоростям), а для этого необходимо измерить доплеровское смещение ее излучения.

New Scientist. 1995. V. 146. № 1977. P.17 (Великобритания).

Астрофизика

**Черная дыра в окружении мазеров**

Идея о том, что в ядрах галактик скрываются массивные черные дыры, насчитывает не одно десятилетие, но до сих пор астрономы не могли найти этому надежных доказательств. Похоже, группе японских и американских астрофизиков наконец-то удалось это сделать<sup>1</sup>. Наблюдая с помощью многоантенной системы радиотелескопов близкую спиральную галактику M106 (NGC 4258), они обнаружили признаки быстрого движения вещества вокруг невидимого центрального объекта с массой в 36 млн. $M_{\odot}$ .

Эти наблюдения особенно весомы по одной важной причине. Источником принятого на Земле радиоизлучения был не обычный межзвездный газ в галактике M106, а небольшие его сгустки, усиливающие линии излучения молекулы воды с помощью мазерного механизма. Для этого в космических облаках должны быть очень

<sup>1</sup> Miyoshi M., Moran J. et al. Evidence for a black hole from high rotation velocities in a sub-parsec region of NGC4258 // Nature. 1995. V. 373. P. 127.

специфические условия, в которых некий посторонний источник энергии постоянно возбуждает молекулы и держит их во «взведенном» состоянии, готовыми к излучению. На Земле это происходит в очень сложных радиоусилителях — мазерах. Как природа осуществляет это в межзвездных облаках, пока не ясно.

Судя по всему, источником возбуждения молекул воды служит рентгеновское излучение ядра галактики. Возбужденные молекулы излучают на волне 1.35 см. Эффект мазерного усиления делает это излучение очень мощным, несмотря на то что газ остается весьма холодным, а линия излучения — очень узкой. Узкие и мощные линии излучения космических мазеров — это большой подарок для радиоастрономов. Точно измеряя длину волны приходящего излучения, можно по эффекту Доплера определить скорость каждого облачка с ошибкой не более нескольких сотен метров в секунду.

Для объекта, находящегося в миллионах световых лет от нас, это изумительная точность. Но под стать ей должна быть и точность картографирования объекта. Тут японо-американская группа ученых использовала для наблюдения тысячекилометровую сеть из радиотелескопов, установленных в разных точках Северной Америки, а также на Гавайях и о. Пуэрто-Рико. В эту систему VLBA (Very Long Baseline Array) как один из элементов был включен многоантенный радиотелескоп VLA (Very Large Array). Такая «ударная группировка» инструментов позволила определить пространственное положение облаков в ядре галактики M106 с точностью в сотые доли парсека. Зная положение и скорости дви-

жения мазерных конденсаций, удалось построить динамическую модель ядра этой галактики.

Оказалось, что наблюдения прекрасно согласуются с очень простой (и долгожданной!) моделью: плотные облачка, излучающие мазерную линию водяного пара, внедрены в газовый диск диаметром 0.5 пк и толщиной не более 0.003 пк, вращающийся со скоростью около 1000 км/с вокруг ядра галактики. Самая важная информация заключена в том, как вращается этот газовый диск: центральная часть движется быстрее всего, а к периферии скорость уменьшается. Точно так же обращаются планеты вокруг Солнца: быстрее всех — Меркурий, а медленнее всех — Плутон. Связано это с тем, что практически все вещество Солнечной системы сосредоточено в ее центре — в Солнце, которое и управляет движением планет. Следовательно, движением вещества в газовом диске галактики M106 тоже управляет массивный центральный объект. По скорости вращения диска и радиусу его внутренней части (0.13 пк) легко оценивается находящаяся внутри диска масса: 36 млн.  $M_{\odot}$ . А теперь — самое важное: чья это масса?

Поскольку радиоастрономические наблюдения однозначно указывают на сравнительно небольшую массу межзвездного газа в этой области (менее 4 млн.  $M_{\odot}$ ), то «подозрение» может падать только на два типа объектов: нормальные звезды и черные дыры. В принципе, представить себе звездное скопление массой в десятки миллионов  $M_{\odot}$  и размером в доли парсека можно. Но простой расчет показывает, что взаимные расстояния между его звезд-

дами будут около 100 астрономических единиц — это размер Солнечной системы. А ведь скорости движения звезд там, как мы помним, около 1000 км/с. Столкнуться же в такой тесноте, да еще двигаясь так стремительно, совсем недолго: в среднем это должно происходить с каждой звездой один раз за 100 млн. лет. При этом столкновения должны приводить к полному разрушению звезд, следовательно, гипотетическое звездное скопление должно было бы погибнуть весьма быстро (по масштабам галактического времени). Трудно поверить, что мы застали его непосредственно накануне гибели. Да и следов столкновения в ядре M106 не видно.

Остается другая версия: движением газового диска управляет скопление черных дыр или, что более вероятно, одна сверхмассивная черная дыра. Таких очевидных признаков ее существования, как в галактике M106, астрономы еще не получали. В ближайшие годы ядро этой галактики станет самым популярным объектом для испытания новейших технических средств астрономии. Черная дыра должна быть найдена! Верный признак ее присутствия — нарастание скоростей движения вещества с приближением к дыре. Но для наблюдения этого эффекта нужны системы радиотелескопов размером в десятки, а лучше — в сотни тысяч километров. На земном шаре такое не разместить. Придется выводить некоторые радиантенны в космос. Как раз к этому сейчас и готовятся радиоастрономы.

© В.Г.Сурдин,  
кандидат  
физико-математических наук  
Москва

## К нам летит еще одна великая комета

23 июля 1995 г. американские астрономы-любители А.Хейл (A.Hale; Клаудкрофт, штат Нью-Мексико) и Т.Бопп (Т.Ворр; Станфилд, штат Аризона), пользуясь примерно одинаковыми 40-сантиметровыми телескопами, открыли независимо друг от друга неизвестную доселе комету, которая проецируется на созвездие Стрельца.

В течение следующей недели им удалось более чем 200 раз зафиксировать ее положение на звездном небе. Это позволило известному специалисту по малым планетам Б.Марсдену (B.Marsden; Гарвардско-Смитсоновский астрофизический центр, Кембридж, штат Массачусетс) вычислить ее орбиту. Оказалось, что, вылетев из пояса Койпера, находящегося за орбитой Плутона, и сблизившись по пути с Землей, комета-«новичок» совершает полный оборот вокруг Солнца примерно за 3 тыс. лет. Ее орбита сходна с орбитами известных гигантских комет, наблюдавшихся в 1729 и 1811 гг. (время их оборота примерно 2—4 тыс. лет). Последнюю даже связывали с нашествием Наполеона на Россию; комета была настолько яркой, что была видна невооруженным глазом в момент, когда находилась на противоположной от Солнца стороне.

Размеры нового небесного тела пока определить трудно. Судя по яркости свечения при первом наблюдении кометы (а тогда она находилась между орбитами Юпитера и Сатурна на расстоянии более чем 1 млрд. км от Земли), ее

диаметр близок к 100 км.

Вообще любая комета обычно выглядит крупнее, чем она есть на самом деле, поскольку из ее твердого ядра постоянно выделяются газы и мелкие пылевые частицы, сильно отражающие солнечные лучи. Само же ядро в поперечнике чаще всего не превышает нескольких километров. Даже знаменитая комета Галлея достигает всего 16 км в диаметре.

Астрономам известны и гиганты: 200-километровый Хирон, обращающийся между орбитами Сатурна и Урана, и еще более двух десятков подобных тел «неподалеку» от Нептуна и Плутона. Все они постоянно находятся во внешней части Солнечной системы в отличие от кометы-«новичка», которая направляется в ее внутреннюю область.

2 августа астроном-профессионал Р.Мак-Нот (R.McNaught; Англо-Австралийская обсерватория, Кунабаран, штат Южный Уэльс, Австралия) подтвердил открытие американских любителей. На фотопластинке, снятой еще 27 апреля 1993 г., он обнаружил пятно, соответствующее свечению этой кометы как раз в том месте, где она должна была в указанное время находиться. Судя по всему, это небесное тело входит в число своего рода гигантов.

Вопреки некоторым сообщениям, никакая опасность нашей планете не угрожает: комета Хейла—Боппа пролетит примерно в 200 млн. км от Земли, ярко озарив наше небо. Произойдет это в апреле 1997 г., примерно через 20 мес. после открытия кометы.

New Scientist. 1995. V. 147. № 1990. P.5 (Великобритания); The Messenger. 1995. № 81. P. 11 (ФРГ)

## Почему Уран холодный?

Среди четырех планет-гигантов Солнечной системы (Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун) лишь один Уран сохраняет энергетический баланс, все остальные отдают больше тепла, чем получают от Солнца. Причина этой странности до сих пор оставалась необъясненной. Ныне она предположительно названа американскими астрофизиками Р.Холмом (R.Holme; Гарвардский университет, Кембридж, штат Массачусетс) и Э.Ингерсоллом (A.Ingersoll; Калифорнийский технологический институт в Пасадене).

Большая часть планет, включая Землю, вращается вокруг оси, которая более или менее перпендикулярна плоскости ее орбиты. В результате экваториальные области получают от Солнца больше энергии, чем полярные, и в низких широтах климат теплее, чем в высоких. Ось же вращения Урана наклонена относительно плоскости орбиты на 98°: планета вращается как бы «лежа на боку». Вследствие этого в сторону Солнца длительное время обращен то один, то другой ее полюс.

В течение уранового года (соответствующего 84 земным) его полярные районы дольше освещены Солнцем и сильнее разогреваются, чем экваториальные. Американские астрофизики доказывают, что относительно большая разогретость полюсов может приводить к известной нестабильности во внутренних областях Урана. Это вызывает более эффективный отток тепловой энергии из недра планеты к поверхнос-

ти, откуда тепло свободно излучается в космическое пространство. Возможно, что к настоящему времени Уран уже потерял таким образом все то тепло, которое имел к моменту своего образования как отдельной планеты.

У Юпитера, Сатурна и Нептуна наклон осей невелик, так что подобная нестабильность недр не возникает. Поэтому они еще не достигли состояния радиационного равновесия и излучают больше тепловой энергии, чем поглощают от Солнца.

Нептуну неистраченное тепло недр позволяет сохранять на поверхности такую же «высокую» температуру (-214°C), которой обладает Уран, хотя орбита Нептуна проходит более чем на 1 млрд. км дальше от Солнца.

New Scientist. 1994. V. 143. № 1932. P.16 (Великобритания).

#### Физика

### Разрешение ниже «информационного предела»

Обычное разрешение туннельного электронного микроскопа на порядок больше длины волны используемого электрона. Аберрации в линзах объектива ухудшают изображение до предела, называемого «точечным разрешением». Для использования методов корректировки аберраций необходимо знать фазы волн, создающих изображение.

Объект с разрешением меньше точечного может восприниматься микроскопом, но так называемая частичная когерентность рассеянных пучков налагает окончательный предел, известный как «информацион-

ный». П.Д.Неллист, Б.К.МакКаллум и Дж.М.Роденбург (P.D.Nellist, B.C.McCallum, J.M.Rodenburg; Кембридж, Великобритания) показали, что этот предел можно перекрыть.

Существует несколько путей решения фазовой проблемы в электронной микроскопии. Голография была впервые предложена именно для этих целей. Частичная когерентность вызывается конечностью размеров источника электронов, разбросом электронов по энергиям и другими видами электрических нестабильностей. Эти условия ограничивают угол между интерферирующими пучками; образуемая при этом эффективная апертура определяет информационный предел. Соответственно, информация вне апертуры не воспринимается микроскопом, независимо от того, аберирует он или нет.

Новый метод не ограничен информационным пределом, так как для его использования требуется лишь интерференция соседних продифрагировавших пучков, не обязательно с большой разницей в угле рассеяния. По существу этот метод решает фазовую проблему ограничением исследуемой площади образца. Технология заключается в накоплении когерентных микродифракционных картин при различных положениях датчика и восстановлении разностей фаз всех соседних продифрагировавших пучков.

Используя этот метод на микроскопе с точечным разрешением 0.42 нм и информационным пределом 0.33 нм, удалось получить изображение, разрешающее межатомные расстояния до 0.136 нм.

Nature. 1995. V.374. № 6523. P.631 (Великобритания).

#### Социология

### Чему мы верим? Что мы знаем?

Социологи Национального центра изучения общественного мнения при Чикагском университете (США), возглавляемые Т.Смитом (T.Smith), организовали опрос 25 тыс. человек в 20 странах с целью выяснить, в какой степени знакомо население с основными фактами современных точных наук и науки об окружающей среде. Репрезентативно выбранным гражданам было задано 12 одинаковых вопросов. Результаты говорят о весьма распространённом невежестве «среднего человека с улицы» даже в развитых государствах.

Так, лишь 21% всех опрошенных правильно ответили на вопрос, «вызывается ли парниковый эффект озоновой дырой в атмосфере Земли?»: вопреки многократно публиковавшимся в широкой печати сведениям, значительное большинство респондентов связало между собой эти явления.

Вопрос, верно ли утверждение: «Астрология, или изучение звездных знамений, содержит некую научную истину», — только 44% респондентов верно оценили как неправильное. Лишь 36% справедливо отметили, что «все химические вещества, изготовленные человеком, попадая в пищу, вызывают рак».

Почти все земляне примерно одинаково относятся к проблемам глобального порядка: более 73% согласны, что «всякий раз, когда мы используем каменный уголь, нефть или газ, мы усиливаем парниковый эффект, влияющий на климат планеты».

← Самыми научно инфор-

мированными оказались канадцы: по составленной социологами 12-балльной шкале они набрали 7.58 очков; за ними следуют новозеландцы (7.52) и британцы (7.49); США (6.57) заняли лишь седьмое место. Завершают список граждане бывших социалистических стран: Словения (17-е место), Россия (19-е) и Польша, набравшая всего 4.33 балла.

Выяснилось, что в странах с системой образования, построенной по британскому образцу, представление о науках, как правило, более адекватное. Тем не менее, например, Япония, справедливо гордящаяся своей образовательной системой, заняла лишь 12-е место из 20.

Вопрос, «действительно ли человек является основной причиной вымирания растительных и животных видов», оказался более сложным для высокообразованных, чем для «недоучек». Получившие хорошее образование часто отвечали «нет», видимо, зная об эпизодах исчезновения, например, динозавров в отдаленном прошлом, но поскольку содержащийся в вопросе глагол «является» настоящего времени, верным нужно считать положительный ответ, данный большинством малообразованных респондентов.

В среднем мужчины чаще дают верные ответы, чем женщины. Социологи считают это следствием не «органических» причин, а отражением различий в образовании: в странах, где многие школьные дисциплины факультативны, мальчики значительно чаще девочек выбирают точные науки.

Интересен и разброс в ответах в зависимости от отношения респондентов к религии. Так, в США, где силен религиозный фунда-

ментализм, замешательство вызывает вопрос: «Верно ли, что человек произошел от более древних видов?» На него положительно отреагировало лишь 48% американцев, тогда как в среднем по всем странам теорию эволюции поддерживали 70%, а на родине Дарвина — все 82%; в сугубо католической Польше — половина опрошенных.

Скорее с материальным, чем с образовательным уровнем связано отношение к химии. Больше других опасаются встретить химические вещества в своей пище британцы (57%), новозеландцы (53%) и американцы (47%). А вот среди не так уж давно избавившихся от недоедания филиппинцев напрямую связывают все «рукотворные» вещества с заболеваемостью раком не более 29%. В Польше таковых вообще лишь четверо из ста. Зато загрязнения природы выхлопами автомобильного двигателя менее всего склонны опасаться соотечественники Форда: к примеру, несмотря на непроглядный смог в Лос-Анджелесе, многократно демонстрирующийся по телевидению, 77% американцев утверждают, что «машина важным фактором загрязнения атмосферы не служит». Даже в Венгрии 88% населения считают автомобиль «чистым».

В Японии до недавнего времени врачи не вполне бескорыстно прописывали пациентам антибиотики чуть ли не от всех возможных болезней. Не потому ли около 40 из 100 японцев не знают, что «антибиотики убивают бактерии, но не вирусы». Зато в Англии, где вера в действенность клятвы Гиппократова непоколебима, 72% ответили правильно: это утверждение соответствует истине.

Среди граждан России лишь 18% положительно оценивают «научность» астрологии; среди чехов — 23%; в Канаде — 69% легковерных, а в Великобритании — немного более половины.

По-видимому, большинство не рассматривает науку как обязательную и неотъемлемую часть суммы познания. На облик науки в глазах народа больше влияют другие аспекты культуры, чем она сама. Другими словами, надо признать, что люди обычно рассматривают научные проблемы в аспекте культурных проблем, свойственном их собственному народу.

New Scientist. 1995. V.146. № 1975. P.3,7 (Великобритания).

## Глубоководные осьминоги: тесные контакты странного рода

К.Н.Несис,

доктор биологических наук  
Москва

**С**ТЕХ ПОР как обитаемые глубоководные аппараты стали довольно обычным орудием исследования океанов, ученым довелось увидеть из их иллюминаторов немало интересного. Глубоководные животные не особенно боятся аппаратов, и удается подсмотреть такие черты их поведения, которые на мелководных животных, в панике разбегающихся от слепящего прожекторами громадного чудовища, наблюдать вряд ли возможно, разве что в аквариуме.

В декабре 1993 г. американские исследователи, опустившиеся с подводным аппаратом «Алвин» на поверхность обшорного лавового потока, который расположен на краю кальдеры в зоне гидротермальных излияний осевой долины Восточно-Тихоокеанского поднятия (9°50' с.ш.; глубина 2512 м), целых 16 минут наблюдали и снимали видеокамерой на 16-миллиметровую пленку двух осьминогов в процессе спаривания. Всмотревшись, они поняли, что оба осьминога были самцами и притом двух совершенно разных видов. По размеру они различались примерно как такса и сенбернар, и активным был как раз малыш. Сообщение об этом необычном поведении опубликовали наблюдатель Р.А.Лац из Ратджерского университе-

та в Нью-Брансуике, штат Нью-Джерси, и специалиста по осьминогам Дж.Р.Войгт из Филдсовского музея естественной истории в Чикаго<sup>1</sup>.

Исследователи не идентифицировали осьминогов, ограничившись указанием, что оба, похоже, не известные науке виды. Мне представляется, что маленький осьминог беловатой окраски относится к довольно обычному на гидротермальных излияниях виду, которого не раз наблюдали и описывали как «белого осьминога»<sup>2</sup>, хотя научное его название действительно неизвестно. Крупный же, коричнево-фиолетового цвета, скорее всего, принадлежит к роду *Venthoctopus*, широко распространенному в Атлантическом, Индийском, Тихом океанах, Охотском и Беринговом морях, в Арктическом бассейне и других местах. Для гидротерм он — представитель фоновой фауны, никак не привязанной к району излияний. По существующей систематике оба эти рода принадлежат к подсемейству *Bathypolypodinae* семейства *Octopodidae*. Наблюдатели оценили длину туловища мелкого самца в 8 см. Крупный гораздо больше, и если размер малыша определен верно, то этот самец значительно превосходит всех из-

вестных особей своего рода.

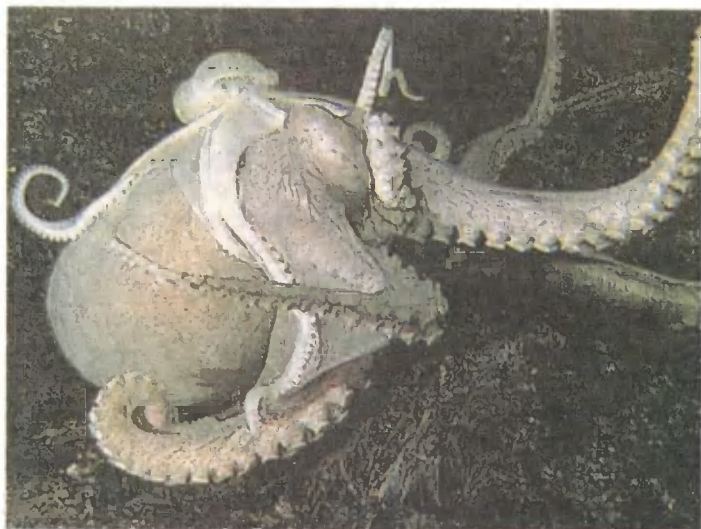
Как почти у всех головоногих моллюсков, у осьминогов при спаривании самец передает самке один или несколько сперматофоров — пакетов со спермой. Сперматофор напоминает длинную и тонкую «сосиску» в плотной оболочке. Внутри него помещается цилиндрок спермы (семенной резервуар), цементное тельце с липким секретом и туго скрученная пружина, до поры до времени удерживающая сперму на месте. Самец передает самке сперматофоры с помощью особым образом видоизмененной руки. Обычно, в том числе и у осьминогов, о которых идет речь, это правая брюшно-боковая (третья, считая со спинной стороны) рука. Ее кончик лишен присосок и напоминает варежку с одним пальцем. Измененная часть руки носит название гектокотиль. «Ладонка» варежки (лигула) слегка расширена, овальная, с загнутыми внутрь боковыми краями, ее средняя часть обычно с поперечными гребнями, как на стиральной доске, а палец (каламус) конический и расположен посередине основания «ладонки». Вдоль руки параллельно присоскам тянется желобок, подходящий к основанию лигулы и каламуса. Самца легко отличить от самки именно по гектокотилу. Спаривание состоит в том, что сперматофор выходит из отверстия воронки самца, движется

<sup>1</sup> Lutz R.A., Voight J.R. Close encounter in the deep // *Nature*. 1994. V. 371. № 6498. P. 563.

<sup>2</sup> Лобье Л. Оазисы на дне океана. Л., 1990. Рис.22.

вдоль гектокотилизированной руки по желобку до лигулы, и самец прочно зажимает его между «пальцем» и «ладошкой», при этом поперечные гребни препятствуют проскальзыванию. Руку со сперматофором самец вводит через мантийное отверстие самки в ее мантийную полость, нащупывает воронковидное устье одного из двух яйцеводов и засовывает сперматофор в отверстие яйцевода прямо в яйцеводную железу, выделяющую наружную оболочку и стебелек яйца. Во время этой операции самец бурно дышит, видно, волнуется, а самка совершенно спокойна. В яйцеводной железе самки в сперматофор начинает осмотически проникать морская вода, она отжимает семенной резервуар вперед, а тот сжимает пружину. Под давлением пружины оболочка в конце концов лопается, пружина вылетает наружу, вытягивает семенной резервуар, а секрет цементного тельца приклеивает сперму к стенкам железы. При нересте яйца проходят через железу и оплодотворяются.

Из иллюминатора подводного аппарата, вплотную подошедшего к осьминогам, было видно, как малыш залез на голову крупного осьминога, совершенно безучастного к его поползновениям, и долго шарил гектокотилизированной рукой по его туловищу: сначала у входа в мантийную полость слева (неудобно: ведь видоизмененная рука — правая),



*Спаривающиеся самцы осьминогов.*

потом по задней части туловища, наконец, у правой части входа в мантийную полость. Тут малыш, 10 минут почти не дышавший, стал дышать хотя и медленно (7—9 раз в минуту), но бурно. Видно, свершилось!

Спаривающемуся самцу осьминога есть отчего волноваться. Ведь он гораздо меньше самки и она вполне может им подзакусить. У некоторых мелководных видов осьминогов одна или несколько пар присосок на руках самца в период полового созревания резко увеличиваются в размерах. При спаривании самец показывает увеличенные присоски самке, как бы говоря: «Не ешь меня, я самец!» У глубоководных осьминогов увеличенные присоски отмечаются редко. Хотя глаза у

них прекрасно развиты, они, скорее всего, полагаются то ли на обоняние, то ли на осязание. Во всяком случае, наблюдавшийся из подводного аппарата малыш как-то успокоил своего громадного по отношению к нему партнера.

Как и почему произошло столь необычайное событие — межродовой гомосексуальный контакт? По мнению авторов статьи, в глубинах океана, где от одного осьминога до другого, может быть, километры, им особо выбирать не приходится. Странно: казалось бы, именно в таких условиях надо быть особенно внимательным, чтобы не попасть впросак. Но так или иначе, исследователям удалось увидеть то, о самом существовании чего трудно было предполагать. Вот уж поистине тесные контакты странного рода!



## Средиземноморская черепаха

А. А. Иноземцев,

доктор биологических наук  
Московский педагогический университет



**НА** ТЕРРИТОРИИ Средиземноморья обитает занесенная в Красную книгу Международного союза охраны природы и природных ресурсов средиземноморская черепаха (*Testudo graeca*). Эта рептилия, принадлежащая к семейству сухопутных черепах (*Testudinidae*), возникших еще в начале кайнозоя, представляет группу древнейших наземных позвоночных, «возраст» которой исчисляется десятками миллионов лет.

В настоящее время средиземноморская черепаха встречается в Северной Африке, Южной Испании, восточных частях Балканского полуострова, в Передней Азии, на территории Сирии, Ирана и Ирака, на западе и востоке Северного Кавказа, в Закавказье. На территории своего обширного ареала вид распадается на пять подвидов, два из которых представлены в России: на черноморском побережье Краснодарского края, и только здесь (нигде в мире этого подвида нет), обитает черепаха Никольского (*T.g.nikolskii*), в Дагестане — иберийская черепаха (*T.g.ibera*).

Характерная особенность всех черепах, и в частности средиземноморской, — покрывающий все тело панцирь, состоящий из спинного (карапакса) и



Ареалы и их границы:

-  иберийского подвида
-  черепахи Никольского

*Границы современных ареалов двух подвидов средиземноморской черепахи на территории СНГ.*

брюшного (пластрона) щитов. Такая защита позволила этим рептилиям в процессе эволюции выжить в суровой борьбе за существование и сохраниться до наших дней почти без изменений. Поэтому-то и выглядят они сейчас как живые ископаемые. Формы их совершенно не современны; они неповоротливы и медлительны... И тем не

менее они продолжают существовать! И это исключительно благодаря своему панцирю, который служит черепахе защитой не только от хищников, но и от перегрева под прямыми лучами солнца, а в холодное время — от излишней потери тепла.

Панцирь средиземноморской черепахи сильно выпуклый, у взрослых особей длиной до 25—28 см, но бывает и больше. Например, длина карапакса, «вымытого» бурным потоком после очень сильного ливня со шквальным ветром из обвалившегося берега лесного Новороссийска, превышала 30 см. Однако таких предельных размеров панцирь достигает только у очень



старых черепах, возраст которых измеряется многими десятилетиями. Теперь столь крупные особи крайне редки, и складывается впечатление, что размеры встречающихся черепах из года в год снижаются. Так, на Черноморском побережье Западного Кавказа максимальная длина карапакса встреченных в 1973—1974 гг. черепах составила 25.1 см, в 1981—1984 гг. — 23.6 см, в 1995 г. — 22.8 см.

Особую прочность панцирю придают покрывающие его роговые щитки, швы между которыми не совпадают со швами между подстилающими костными пластинками. Роговые щитки имеют сложный узор, состоящий из темных по наружному краю неправильной формы колец, число которых, хотя и не соответствует точно количеству прожитых лет, тем не менее свидетельствует о возрасте животного. Обычно в течение первых двух лет кольца образуются через каждые один-два месяца; впоследствии новое кольцо иногда не образуется и за целый год, хотя черепаха продолжает расти и ее линейные размеры увеличиваются. У старых особей роговые щитки панциря настолько стираются и деформируются, что подсчитать число колец становится невозможным.

Масса старых особей, а черепахи растут всю жизнь, и чем старше особь, тем она крупнее, превышает 3 кг. Общая окраска панциря взрослых животных оливковая или оливково-бурая (у обитающих в Дагестане до темно-булой) с темными пятнами; у молодых черепашек — желтая с темными каемками вокруг каждого рогового щитка.

Задняя часть пластрона подвижна, что особенно

важно для самок при откладке довольно больших (длиной от 3.4 до 4.1 см и диаметром 2.9—3.2 см) с твердой скорлупой яиц. Небольшая по сравнению с панцирем голова покрыта сверху крупными симметричными щитками. Большие черепицеобразно налегающие друг на друга щитки покрывают и наружную поверхность передних ног. На задней поверхности бедер есть крупные конические бугры — характерная особенность средиземноморской черепахи. Ноги толстые, столбообразные; пальцы срослись вместе так, что только короткие когти остаются свободными. На передних ногах по пять когтей, на задних — по четыре. Хвост тупой и короткий.

Средиземноморская черепаха населяет довольно разнообразные территории: в восточной части Кавказа она обитает в сухих степях и полупустынях, разреженных низменных лесах, а также на покрытых кустарниками склонах гор; на Черноморском побережье Кавказа — встречается исключительно в лесах («поднимаясь» в горы до 800 м над ур.м.). Можно увидеть ее и на сельскохозяйственных угодьях. По сообщениям исследователей, черепахи охотно посещали виноградники, сады и поля, где лакомились плодами и вегетативными частями возделываемых растений. Однако теперь, видимо, из-за интенсивного использования техники при возделывании и уходе за сельскохозяйственными растениями и плодовыми культурами, значительных доз вносимых минеральных удобрений и распыляемых ядохимикатов, черепахи стали редкими гостями в агробиоценозах.

Активны черепахи только днем. Наиболее подходящая для двигательной

активности черепах температура воздуха 19—26°C. Однако в самые жаркие дневные часы середины лета, черепахи не только скрываются от прямых солнечных лучей в тень, но часто даже зарываются под лесную подстилку, где температура в это время на 1—3°C ниже, чем на ее поверхности, и на 5—6°C ниже температуры воздуха на открытых солнцу полянах или опушках леса. Нередко черепахи заползают под камни, стволы упавших деревьев и в норы. Весной и осенью, особенно в утренние часы, они, наоборот, выползают на открытые места, чтобы погреться в лучах солнца.

На первый взгляд, черепаха медлительна и очень неуклюжа. Однако это не совсем так. Весной, особенно в период размножения, она довольно быстро и много ходит. Выносливость черепахи феноменальна: не замедляя шага, она двигается по ровной тропинке и карабкается по густо поросшему кустарником крутому склону до тех пор, пока не преодолет его. Если случится уласть и перевернуться, черепаха резкими рывками взмахивает конечностями с какой-нибудь одной стороны тела и максимально вытягивает шею, в результате чего панцирь начинает вращаться. Это продолжается до тех пор, пока голова или конечности не коснутся земли или какого-нибудь предмета; после этого черепаха в считанные секунды становится на ноги.

Средиземноморские черепахи, как правило, вегетарианцы. Большую половину рациона черепах Черноморского побережья во второй половине мая — начале июня составляют различные бобовые растения (клевер, чина, вязель, астрагал); часто поедаются также



*Остепленные, покрытые ковылем поляны среди шибляка — места весенней концентрации и спаривания черепах. Древовидный можжевельник (на переднем плане) — типичный вид средиземноморской флоры.*

*Фото С.Л.Перешкольника*

сложноцветные (особенно одуванчик и режуха цикорий), режуха — нижние листья кустарников (например, держидерева), листья злаков (ковыля) и осок, другие растения. Вместе с растениями, видимо, случайно черепаха может проглотить и беспозвоночных — мелких моллюсков вместе с раковинами, насекомых и червей.

Черепахи — пойкилотермные (холоднокровные) животные: при +12—15°C активность их резко снижается, а при более низких температурах они даже впадают в оцепенение. Зимнее время черепахи проводят в спячке, забираясь в норы, расщелины между камнями, углубления в земле, между

корнями деревьев или же зарываясь в землю на небольшую глубину. Места зимовки они покидают рано (в теплые весны — уже в марте) и вскоре (апреле-мае) приступают к размножению. В это время черепахи выползают на открытые места (в лесах — на поляны, вырубку, опушки), где можно увидеть их брачные церемонии, услышать своеобразный, напоминающий громкий стук обтачиваемых морской волной камней друг о друга, звук. Это самец, подойдя к самке вплотную и пряча голову, несколько раз подряд ударяет передним краем своего панциря о панцирь самки. Если это не возымеет успеха и самка спешит уползти или спрятаться, самец пускает в ход челюсти, стараясь укусить ее за ноги, а затем вновь пытается «достучаться». Соотношение полов у взрослых особей близко 1:1.

Через некоторое

время после спаривания (обычно в середине июня), самка откладывает в вырытую в мягком грунте ямку 3—8 белых, почти шарообразных яиц массой 19—23 г. После этого черепаха засыпает кладку землей и тщательно утрамбовывает поверхность, несколько раз проползая по ней.

Примерно через 70—80 дней (в зависимости от погоды) в яйце появляется небольшое отверстие, затем черепашка раскалывает яйцевым зубом скорлупу примерно на треть, и из образовавшейся щели появляются лапы, а вслед за ними и сам крошечный (длина еще очень мягкого панциря всего 3.1—3.8 см масса — 11—19 г) черепашонок. Вылупившиеся черепашки или закапываются глубже по соседству с гнездовой камерой, или выбиваются на поверхность, отползают на несколько метров от своего гнезда и закапываются вновь. Чуть



*Средиземноморская черепаха  
Никольского.*

*Фото С.Л.Перешкольника*

перь уже до весны. Растут черепашки довольно быстро: за первую весну и лето своей жизни (т.е. месяцам к пяти-шести, если не считать длительного пребывания — с октября по май — в состоянии спячки) их панцирь достигает 7—8 см в длину, а масса — примерно 100 г. Однако, после того как длина панциря достигнет 10 см (к середине второго лета), рост резко замедляется. Теперь черепаха «прибавляет» к длине своего панциря около 0.5—0.6 см в год, а после достижения половозрелости, наступающей обычно в возрасте 12—14 лет, панцирь растет еще медленнее. В естественных условиях черепахи доживают обычно до 40—50 лет, однако известно, что в зоопарках есть особи, про-

жившие 100 и даже 115 лет.

Несмотря на очень прочный панцирь врагов у взрослых черепах предостаточно: от енотовидной собаки, лисицы, волка и шакала до птиц семейства врановых и даже сорокопутов. Особенно много гибнет молодых черепашек на первых годах жизни, пока мягкий панцирь еще не может служить им надежной защитой. Свою лепту в сокращение численности этого редкого теперь животного вносят люди. И не только тем, что загрязняют, внося химические удобрения и применяя ядохимикаты, и разрушают среду обитания черепах, превращая немногие оставшиеся нетронутыми участки земли в пашни, виноградники, коттеджные поселки, сады и огороды. Нередок еще браконьерский отлов маленьких черепашек и взрослых особей на живые и не живые «сувениры». В результате числен-

ность средиземноморской черепахи за последние полвека катастрофически сократилась и продолжает падать. Если в 40—50-х годах текущего столетия на территории Дагестана на 1 га подходящих местообитаний (в полупустынях и степях) приходилось до 8—11 особей, то сейчас — примерно одна черепаха на 2 га; на Черноморском побережье Кавказа в изолированном ареале весной, в период размножения, в наиболее подходящих для обитания черепах фисташково-можжевеловых редколесьях в 1973—1974 гг. в среднем встречалось шесть-восемь особей на 1 га, а в 1989—1990 гг. — не более двух-трех.

Ареал и общая численность этого поздно созревающего и медленно размножающегося вида сухопутных черепах на территории России сокращаются. В некоторых местах своего бывшего распространения

средиземноморская черепаха исчезла совсем, и ее ареал раздроблен на отдельные участки (такие изолированные группировки существуют теперь на Черноморском побережье Кавказа). Обитающие на этих участках черепахи оказались генетически обособленными: среди них происходит только близкородственное скрещивание, а разрежение популяции ведет к уменьшению вероятности встреч самцов и самок, снижению репродуктивного потенциала. Все это предопределяет продолжение снижения численности, теперь уже угрожающего самому существованию средиземноморской черепахи Никольского в ее естественном ареале<sup>1</sup>.

Учитывая важность со-

хранения биологического разнообразия Земли, нью-йоркское зоологическое отделение Общества охраны природы поддержало идею и выделило деньги на исследование сокращающегося подвида средиземноморской черепахи (черепахи Никольского) на северо-восточном берегу Черного моря.



О возникновении черепах повествует древнее предание. Восточная легенда гласит, что когда-то в далеком прошлом жившее на Земле могущественное племя воинов-великанов восстало и силой оружия попыталось ниспровергнуть власть богов над собой. В жестоком бою боги перебили великанов, а в их щиты, оставшиеся на поле битвы, вдохнули жизнь... И расплозились, превратившись в черепах, ожившие щиты, чтобы вечно напоминать

всем живущим о всемогуществе богов и страшном их гневе.

Сейчас черепахи вымирают. В трансформируемой человеком Природе, они — чудом сохранившиеся живые ископаемые. Кажется, им нет уже места на Земле и час их пробил... Однако, несмотря на возможные трудности, черепах (и, конечно, средиземноморскую) необходимо сохранить. И не только потому, что это элемент биоразнообразия нашей планеты и древнейший пример того, что смогла создать Природа; но и как предупреждение человеку разумному (биологическому виду, противопоставившему себя Природе)... А вдруг в создаваемой человеком, вооруженным могучей техникой, ноосфере черепахи снова превратятся в щиты, а великаны-воины восстанут из праха?

<sup>1</sup> Подробнее см.: Иноземцев А.А., Перешкольник С.Л. Сохранить осколок древней Понтиды // Природа. 1987. № 8. С.38—49.

# Феномен алтайских мумий

Н. В. Полосьмак

После сенсационного открытия в 1993 г. новосибирскими археологами на юге Горного Алтая прекрасно сохранившейся мумии молодой женщины, пролежавшей в кургане с вечной мерзлотой 2.5 тыс. лет, в российской и зарубежной прессе появилось множество публикаций. Погребенную окрестили Принцессой Алтая, Праматерью или Дочерью Алтая, Черной Жрицей и т.п. Высказывались самые противоречивые мнения — от необходимости дальнейших широких раскопок до категорического требования вернуть мумию на место и прекратить изыскания, объявив регион «зоной покоя». Информация зачастую мало соответствовала действительности. Не в меру бойкие и претенциозные заголовки (к примеру: «Подвинься, Ильич!», «Триумфальная гастроль Праматери с Алтая» и т.п.) не могли вселять доверия читателям.

Пока специалисты продолжают кропотливое исследование всех материалов этих раскопок (включая структуру белков и генов давно умершей женщины) и обсуждают связанные с ними проблемы, мы предлагаем статью первооткрывателя этой находки. Такая публикация «из первых рук» позволит получить достоверное представление о самой погребенной, обстоятельствах ее обнаружения и изучения.



*Наталья Викторовна Полосьмак, кандидат исторических наук, старший научный сотрудник Института археологии и этнографии СО РАН. Специалист по археологии Западной и Южной Сибири эпохи раннего железа. Автор нескольких монографий, в том числе: Бараба в эпоху раннего железа (Новосибирск, 1987); Стерегищие золото грифы (Новосибирск, 1994).*

## ИЗ ИСТОРИИ ИЗУЧЕНИЯ ПАЗЫРЫКСКИХ КУРГАНОВ

Исследование пазырыкской культуры Горного Алтая (VI—II вв. до н.э.) ведется более 100 лет. Эта культура скотоводов скифского времени получила свое название по наиболее ярким ее памятникам на Алтае — курганам в Пазырыкской долине.

Еще в 60-х годах прошлого века известный тюрколог В.В.Радлов открыл и раскопал два больших «царских» кургана — Берельский (Юго-Западный Алтай) и Катандинский (Центральный Алтай), погребальные сооружения которых находились в слое вечной мерзлоты и сохранили уникальные вещи из органических материалов<sup>1</sup>. Уже в нашем столетии Алтайская экспедиция, которую возглавлял выдающийся археолог С.И.Руденко, открыла группу курганов в долине р. Большой

© Полосьмак Н.В. Феномен алтайских мумий.

<sup>1</sup> Радлов В.В. Из Сибири. М., 1989. С.442—451.





**Работы на кургане I могильника Ак-Алаха 3. В центре — могильная яма.**

**Внутренний вид погребальной камеры. Вдоль южной стены стоит лиственничная колода; за северной стеной видны погребения коней.**

**Фото М. Зайферта**



Улаган (Восточный Алтай)<sup>2</sup>. Замечательные исследования провел на Алтае М.П.Грязнов, раскопавший в 1927 г. курган Шибе в долине р.Урсул, а в 1929 г. — Первый Пазырыкский курган<sup>3</sup>. Второй, Третий, Четвертый и Пятый Пазырыкские курганы в конце 40-х годов были изучены Руденко; он же исследовал затем два больших Башадарских и два больших Туэктинских кургана. Все они отнесены к «царским». Несмотря на разграбленность, они содержали уникальный материал — сотни образцов древнего искусства, утварь, ковры, мумии людей и коней, сохранившихся благодаря алтайскому феномену «замерзших» могил.

Руденко объяснил причины образования подкурганной мерзлоты в больших (диаметр не менее 25 м) пазырыкских курганах: это результат сочетания климатических условий Горного Алтая и особенностей конструкции погребальных сооружений (наличие каменной наброски и глубокой могильной камеры).

Следующий этап в изучении пазырыкской культуры связан с исследованием могил рядовых пазырыкцев, главным образом на Юго-Восточном Алтае. За период с 1968 по 1984 г. археологический отряд под руководством В.Д.Кубарева обследовал более 160 курганов в 18 могильниках<sup>4</sup>. Рядовые погребения раскапывали на Алтае С.С.Сорокин, Д.Г.Савинов, В.А.Могильников и многие другие археологи. Благодаря этим исследованиям стало известно о тех, кто составлял большинство пазырыкского общества. В погребениях простых воинов-всадников и пастухов, их жен и детей — неизмеримо более бедных, чем «царские», — найдены, тем не менее, великолепные образцы непо-

вторимого пазырыкского искусства, выполненные из дерева.

С 1990 г. Южноалтайский отряд Института археологии и этнографии СО РАН ведет (во главе с автором статьи) раскопки в Южном Алтае на высокогорном плато Укок (2,5 тыс. м над ур.м.). Плато расположено в пограничной зоне с Китаем, Монголией (а теперь еще с Казахстаном). Впервые этот район обследовал Кубарев, который и посоветовал мне проводить раскопки именно на Укоке, где много лет назад им были открыты пазырыкские могильники.

Пять лет работы дали очень интересные результаты. Мы исследовали в основном небольшие (7—10 м в диаметре) курганы. Самый крупный — Кутургунтас — имел диаметр около 30 м, курганы 1 и 2 в могильнике Ак-Алаха 1 и курган 1 в Ак-Алаха 3 — около 18 м. В могильных ямах всех этих курганов некогда образовался лед. Кроме того, все они, за исключением Кутургунтаса, оказались неогранными. Благодаря этому впервые были изучены непогробованные погребения, принадлежавшие элите пазырыкского общества — знатным воинам-всадникам<sup>5</sup>.

#### ОТКРЫТИЕ ПОГРЕБЕНИЯ ЗНАТНОЙ ПАЗЫРЫКСКОЙ ЖЕНЩИНЫ

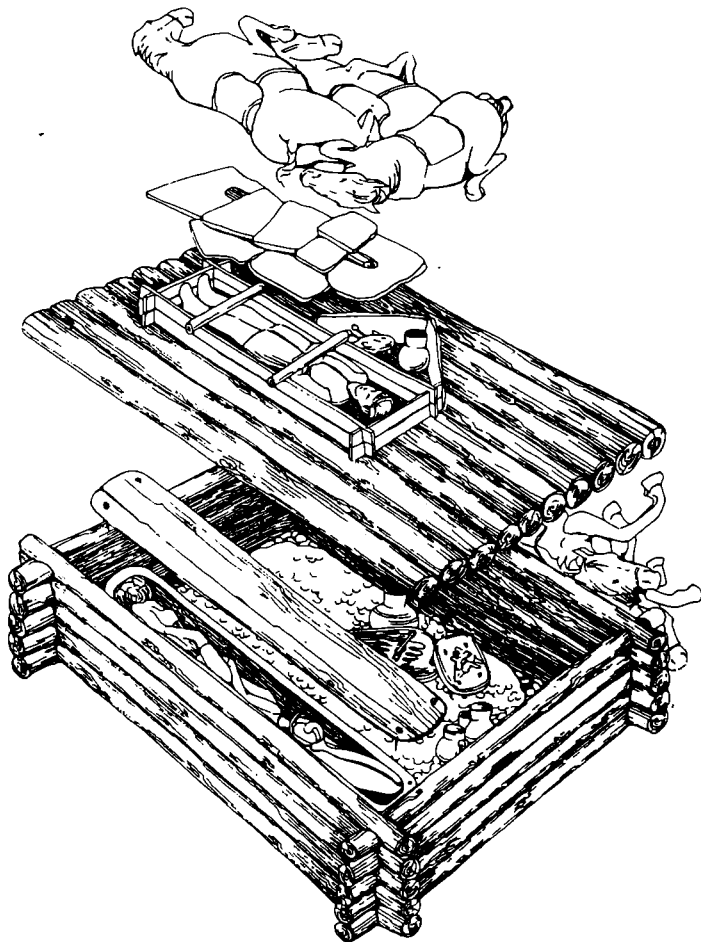
Задолго до наших раскопок 1993 г. курган 1 могильника Ак-Алаха 3, который расположен в центральной части долины р. Ак-Алаха, был поврежден во время сооружения на плато Укок пограничного двойного ограждения с колючей проволокой. Вид разрушенной каменной насыпи кургана высотой всего 57 см не внушал особых надежд. Поначалу наши раскопки носили аварийный характер. Однако, как вскоре выяснилось, в этом одиноко стоящем кургане было два захоронения: второе — кара-кобинца — было впущено в курган примерно два века спустя после первого.

<sup>2</sup> Руденко С.И. Культура населения Горного Алтая в скифское время. М.; Л., 1953.

<sup>3</sup> Грязнов М.П. Раскопки княжеской могилы на Алтае // Человек. 1928. № 2—4; он же. Первый Пазырыкский курган. Л., 1950.

<sup>4</sup> Кубарев В.Д. Курганы Уландрыка. Новосибирск, 1987; Курганы Юстыда. Новосибирск, 1991; он же. Курганы Сайлюгема. Новосибирск, 1992.

<sup>5</sup> Полосьмак Н.В. Стережущие золото грифы. Новосибирск, 1994.



*Реконструкция двойного погребения в кургане I могильника Ак-Алаха 3 (рисунок Е.В.Шумаковой).*

Кара-кобинское население сосуществовало с пазырыкцами, находясь в подчиненном положении. Не исключено, что в тех редких случаях, когда кара-кобинцы устраивали свои погребения в пазырыкских курганах, они их предварительно грабили, однако здесь, натолкнувшись на промерзшие насквозь бревна пазырыкского склепа, которые невозможно было прорубить, оставили всякие попытки проникнуть внутрь. Прямо на перекрытии склепа они соорудили свою погребальную камеру. Это было богатое захоронение, но, к сожалению, вскоре ограбленное. Могила неизвестного кара-кобинца буквально спасла от разорения пазырыкскую, оказавшись на пути грабителей, посчитавших, очевидно,

что она — единственная в кургане. Так уцелело уникальное погребение молодой знатной женщины.

Она была похоронена в деревянном склепе (3,3×2,3 м), сложенном из бревен лиственницы, гладко отесанных с внутренней стороны. Этот сруб был установлен на дне могильной ямы, на глубине 282 см от ее края. Все пространство склепа — от перекрытия из 11 плотно пригнанных бревен до самого дна — заполнял лед. Вместо пола на дне склепа поверх специально выложенной гальки и камней было постелено несколько сшитых вместе кусков черного войлока. У южной стенки склепа стояла массивная колода длиной 273 и высотой 63 см. Ее крышка была плотно забита медными



*Реконструкция наряда женщины, захороненной в кургане 1 могильника Ак-Алаха 3 (выполнена Е. В. Шумаковой).*



гвоздями с круглыми шляпками. По мере вытаивания на колоде появлялись украшавшие ее (но порванные льдом) кожаные аппликации — фигуры оленей. Рядом с колодой помещалась посуда с пищей, которая постепенно оттаивала и появлялась на разных уровнях: более легкие деревянные предметы и роговой сосуд всплывали, а затем замерзали на той высоте, куда их подняла вода. На полу лежали два разрушенных льдом плоскодонных керамических кувшина. Они украшены круговыми глиняными налепами, а кроме того, декорированы тоненькими кожаными аппликациями.

Как и в других пазырыкских погребениях, в северной части могильной ямы на дне были уложены кони —

шесть взнузданных особей, убитых ударом боевого чекана в теменную часть черепа. Они лежали в два яруса в узком (около 65 см) пространстве между стенкой склепа и стенкой ямы. Хотя эта часть могилы тоже промерзла насквозь, чистого льда здесь не образовалось. Специального перекрытия над конями сооружено не было, их просто засыпали грунтом, тем не менее сохранились шерсть, заплетенные в косы хвосты, деревянные украшения конской упряжи, детали седел и их войлочные покрытия.

Женщина лежала на сложенном вдвое толстом войлоке и войлочной подушке под головой в позе спящей: на правом боку, со слегка согнутыми в коленях ногами и скрещенными на



*Погребальная камера, заполненная льдом. Первыми при оттаивании оказались два деревянных блюда с мясом и крышка колоды. Здесь и слева на с. 77 фото В. П. Мыльникова*

→  
*Деревянная оправка зеркала с резным изображением оленя.*



*Вид на погребальную камеру и открытую колоду с мумией.*

→  
*Деревянная фигурка крылатого барса — одно из украшений гриваны.*

→  
*Ручка деревянной кружки, стоящей в погребальной камере (барсы).*



*Деревянные накосники — украшения прически.*



*Грифон — одно из деревянных украшений конской упряжи из кургана I могильника Ак-Алаха 3.*

*Фото М.Зайферта*



животе руками. Она была укрыта меховым покрывалом с аппликациями из золотой фольги в виде растительного орнамента. Прекрасно сохранилась ее одежда. Просторная шелковая рубашка желтоватого цвета с закрывающими кисти рукавами была отделана по швам тонким красным шнурком, а по подолу, горловине, краю рукавов и центру — красной тесьмой; длинная двухцветная (бело-красная) шерстяная юбка держалась на пришитом к ней толстом, витом из шерстяных ниток, красном поясе с кистями; на ногах — длинные войлочные белые чулки, по верхнему краю украшенные красной полосой узорчатой войлочной аппликации. Ее прическа и головной убор представляли собой сложное сооружение из собственных волос и конского волоса, войлока, шерсти, дерева, кожи. Основу тяжелого парика (державшую форму прически) составляла черная глинистая масса. Парик был украшен деревянными наконечниками, покрытыми золотой фольгой. На макушку парика крепилось своеобразное навершие в виде длинного лепестка — высокое (около 61 см) сооружение из войлока, обтянутого черной тканью и

насаженного на деревянный каркас; на него нашиты деревянные фигурки птиц (всего 15), обклеенные золотой фольгой; в специальные пазы вставлялись крылья, лапки, хвостик, вырезанные из кожи. Словно кокарда, на парике крепилась деревянная фигурка лежащего оленя с раздвоенным туловищем. На прядь волос, собранных на макушке, был надет сплетенный из красной шерсти чехол; в него воткнута бронзовая булавка с деревянным навершием в виде оленя, стоящего на шаре. В ушах женщины — золотые проволочные колечки, на шее — деревянная гривна с восемью фигурками лежащих крылатых барсов.

Умершую сопровождали ее личные вещи. У левого бедра поверх юбки лежало зеркало — четырехугольный кусочек серебряной пластины (часть более крупного изделия), вставленный в деревянную круглую оправу с ручкой (на обороте оправы вырезано изображение оленя). Само зеркало помещалось в войлочной сумочке, украшенной такой же красной аппликацией, как на чулках. Амулеты — бусины, бисер, бронзовые подвески — были, вероятно, собраны на ниточки и связаны вместе. Тут же находилась кисточка из конского волоса, а рядом с головным убором стояло каменное блюдечко с семенами кориандра.

#### ОБРЯД БАЛЬЗАМИРОВАНИЯ

Находка бальзамированного тела женщины в кургане на Укоке — первая за последние 45 лет. Как известно, тела всех знатных умерших, которые были обнаружены в больших курганах пазырыкской культуры, оказывались тем или иным способом бальзамированы. Сохранилось три мумии — одна из них выставлена в Эрмитаже в Пазырыкском зале.

По первобытным воззрениям, мертвый человек, имеющий в сохранности тело, считался живым. Мумификация умерших была довольно широко распространена во многих древних обществах — Египта, Ассирии, Мидии, Персии; бальзамировали своих царей

и скифы. Наибольшее число древних мумий (исключая, конечно, Египет) происходит из Синьцзяна. Однако мумии, обнаруженные в этом пустынном районе современного Китая и относящиеся к разным эпохам — от бронзы до средневековья, — обязаны своей сохранностью не специальному обряду бальзамирования, а главным образом климату Синьцзяна, в котором мумификация тел происходила естественным путем. Вообще нужно отметить, что бальзамирование в древности особого совершенства не достигло. Даже египетские мумии своей сохранностью гораздо в большей степени обязаны сухому нильскому климату, стерильности воздуха и песка, нежели искусству бальзамирования<sup>6</sup>. То же можно сказать и по поводу мумий из курганов пазырыкской культуры, сохранность которым обеспечили климат Алтая и особенности погребального обряда.

Не все тело открытой нами мумии сохранилось одинаково хорошо. Тому много причин: несовершенство методов бальзамирования, постепенность процесса замораживания и др. Голова погребенной, приподнятая на подушке, лежала выше, чем все тело, и сохранилась плохо. Фактически это череп; кожа на лице осталась лишь в области правого виска и верхней челюсти. На затылке обнаружено отверстие 4—5 см в диаметре с неровными краями — через него череп заполняли землей, сухой травой, лошадиной шерстью. Патологоанатомы из Института судебной медицины Цюрих-Ирхельского университета в ходе специального исследования обнаружили отверстие величинной примерно 2 см, соединяющее носовую и околоносовую полости; они предполагают, что через этот проход были удалены оба глазных яблока и слизистая оболочка носа и околоносовых пазух. К моменту открытия мумии кожа на шее и внутренние органы полностью отсутствовали — был виден только наполнитель.

<sup>6</sup> Керам К. Боги, гробницы, ученые. М., 1986. С.111.

По мнению патологоанатомов, наиболее вероятно вентральная препарация тела. Все внутренние органы, хрящевые части ребер и грудины удалены. Грудная, брюшная и тазовая полости заполнены землей и тонкими корешками трав. От правой руки сохранились только часть предплечья и ладонь; плечевая, лучевая и локтевая кости лежали рядом с туловищем. Левая рука сохранилась довольно хорошо, но имеет искусственное повреждение в области сустава; на месте повреждения виден наполнитель, шов незаметен.

Для набивки мумии использовались сухая трава и корешки растений зимних пастбищ, земля, тонкая шерсть овец, грубый лошадиный волос. Бренная оболочка вмещала, таким образом, то, что могло символизировать окружающий мир: на «небесные пастбища» после смерти уносились земля и трава земных пастбищ и шерсть пасущегося на них скота.

А как поступали с внутренними органами при бальзамировании? Может быть, их хоронили отдельно? У египтян, например, существовал восходящий к эпохе Древнего царства обычай помещать вынутые перед бальзамированием внутренности в четыре специальных сосуда, которые ставили в деревянный или каменный ящик, а затем — в погребальную камеру. Однако в пазырыкских могилах, даже не ограбленных, ничего подобного не обнаружено. Руденко высказал предположение, что мышцы, которые были удалены при бальзамировании тел, погребенных в Пятом Пазырыкском и, возможно, Шибинском курганах, использовались для ритуального поедания, как это происходило, например, по рассказу Геродота, у массагетов: «Кто очень состарится... убивают его, а вместе с ним и разный скот, варят его вместе и поедают»<sup>7</sup>. Может быть, и впрямь что-то шло в «общий котел» или для иных сакральных целей —

ведь бальзамировали не обычных людей, а вождей, жрецов, выдающихся воинов.

Из всех частей тела лучше всего сохранились ноги и спина. Поверхность тела не подвергалась какой-либо специальной обработке, однако, по свидетельству доктора медицинских наук В.Л.Козельцева (руководителя отделения Научно-исследовательского центра биологических структур, Москва), который непосредственно занимался изучением и сохранением мумии, на ее ногах есть следы какой-то смолоподобной массы. Видимо, отдельные участки кожи были все же защищены от разрушения искусственно нанесенным покрытием. (И сейчас при временном бальзамировании как у нас, так и за рубежом кожу предохраняют от высыхания путем нанесения вазелина и других специальных составов.)

Полный рентген мумии показал, что суставы и позвоночник не имеют резких патологических изменений. Визуально и при более глубоком обследовании у погребенной не диагностируется никаких заболеваний. Единственное распознаваемое отклонение — отсутствие двух зубов (премоляры верхней челюсти), утраченных при жизни. Однако они были сохранены и положены с умершей.

Особая забота о сохранении утраченных зубов связана с представлениями о них как о зародышах жизни. Такое представление стоит в ранге универсалий культуры. В связи с этим можно вспомнить, что у австралийских аборигенов существовал обряд расшатывания, а затем выбивания верхних резцов у мальчиков, проходящих инициацию<sup>8</sup>. Возможно, искусственно нанесенное увечье — заметное отсутствие зубов — служило внешним признаком особого статуса погребенных. В нашем случае зубы, вероятно, тоже были специально уда-

<sup>7</sup> Цит. по: Руденко С.И. Культура населения Горного Алтая в скифское время. М.: Л., 1953. С.331.

<sup>8</sup> Чеснов Я.В. Мужское и женское начало в рождении ребенка по представлениям абхазо-адыгейских народов // Этнические стереотипы мужского и женского поведения. СПб., 1991. С.153.



лены: два премоляра в верхней челюсти в столь молодом возрасте и без всяких признаков заболевания вряд ли могли выпасть сами.

Обнаружив в глазницах умершей небольшое количество глинистой массы кирпичного цвета, а также вещество, напоминающее воск, В.Л.Козельцев высказал предположение, что кожа лица была покрыта составом для сохранения портретных черт. Нечто подобное, отмечает он, делается и сейчас при временном бальзамировании: наносят массы необходимой тональности на основе парафина, что и позволяет «держаться» портретное сходство в течение нескольких недель. Пазырыкцам же приходилось сохранять своих умерших дольше — до нескольких месяцев. Поэтому предположение Козельцева заслуживает самого серьезного внимания.

Заметим, что в тот же самый период, о котором идет речь, тагарцы (современники пазырыкцев, населявшие Минусинскую котловину) покрывали лица умерших глиняными расписными масками, сохранившимися полностью или фрагментарно во многих захоронениях. Цель та же — защитить лицо. Возможно, и у пазырыкцев существовало нечто похожее на погребальные маски тагарцев. Скорее всего, какой-то несохранившийся состав — пластичная окрашенная масса — накладывалась на лица знатных мертвецов, моделируя лицо и сохраняя его форму и цвет до времени похорон.

Судя по состоянию кожи погребенной, от момента смерти до захоронения прошло, по мнению Козельцева и швейцарских патологоанатомов, не более трех месяцев. Анализ содержимого желудков погребенных коней показал, что смерть животных наступила примерно в начале июня, значит, женщина умерла, скорее всего, в апреле-марте. Каков-то время ее труп, вероятно, находился в доме: ждали, пока душа покинет тело. Курились благовония (кориандр в том числе), и происходило таинство, описания которого известны у многих народов.



*Пластическая реконструкция по черепу женщины из кургана I могильника Ак-Ааха 3, выполненная Т.С.Балуевой. (В действительности заплетенных и спущенных кос она не носила — на голове был высокий парик.) Судя по портрету, женщина имеет европеоидный облик. По заключению В.Л.Козельцева, ее пропорции тоже соответствуют телосложению европеоидной женщины нормального типа. Однако по мнению других исследователей (Т.А.Чикшовой), у нее присутствуют монголоидные черты. Окончательно вопрос может считаться решенным после завершения специального антропологического исследования.*



*Татуировка на левом плече в виде фантастического животного.*

*Татуировка на левой руке — фигура барана.  
Фото В.Петропавловского*



Например, по некоторым свидетельствам, в Тибете еще в 30-е годы нынешнего столетия труп оставляли в доме на восемь и более дней. И хотя он распространял невыносимое зловоние, это обстоятельство не смущало вкушающих трапезу перед лицом покойника (и даже вместе с ним, поскольку его приглашали разделить угощение в следующих выражениях: «Такой-то, пусть дух твой незамедлительно явится сюда и насытится»)<sup>9</sup>. И лишь после того, как душа покидала тело, можно было приступать к изготовлению «куклы», имея дело уже только с брэнной оболочкой, которую, вероятно, по представлениям пазырыкцев, необходимо было сохранить для предстоящего воссоединения с душой.

После бальзамирования и одевания женщину уложили на специальное ложе, установленное в закрытом, неотапливаемом помещении, прохладном и сухом. Об этом, по мнению патологоанатомов, свидетельствует очень хорошая сохранность кожи.

Может быть, на зимниках существовало специальное помещение для хранения трупов тех, кто умер зимой? Дом мертвых... Трудно предположить, чтобы тела находились до лета в теплых жилых помещениях. Нельзя держать трупы и на открытом воздухе: они быстро стали бы добычей диких зверей, птиц, собак. В связи с этим можно вспомнить о захоронении пяти нойонов (феодалов) Северной Монголии (конец XVIII в.), для которых были сооружены глухие наземные срубы. Дно саркофагов выстилали травой можжевельника, а свободное пространство заполняли кусками каменной соли, которая считалась хорошим консервантом, уберегающим трупы от разложения<sup>10</sup>. Сходным образом могли поступать и в пазырыкском обществе.

Ближайшая к пазырыкцам традиция сохранения тел умерших отмеча-

лась у их соседей — тагарцев. Для изготовления «куклы» или «манекена» тело покойника освобождали от мягких тканей и некоторых частей, после чего кости скрепляли длинными прутьями. На основе скелета делали из глины и травы прочную «куклу». Череп после трепанации и удаления мягких тканей моделировали глиной, покрывали слоем гипса, разрисовывали и получали глиняную «голову». Такой манекен обряжали в одежду и выставляли для совершения обряда перед погребением<sup>11</sup>.

Потребность сохранить тело умершего имела у пазырыкцев, помимо практической необходимости, идеологическое обоснование, подобно тому как это было в Египте (миф об Осирисе и Исиде). Какой конкретно миф объяснял у пазырыкцев нужду в мумификации, можно лишь догадываться, но, вероятно, руководствовались они прежде всего широко распространенным представлением: чтобы обеспечить воскресение, следует остановить гниение, предохранить труп от повреждений, сохранить на определенный срок внешний облик покойного. Весь погребальный обряд у пазырыкцев свидетельствует о том, что смерть для них — лишь переход к жизни в ином мире.

#### КЕМ ПРИ ЖИЗНИ МОГЛА БЫТЬ ПОГРЕБЕННАЯ НА УКОКЕ?

Открытая нами мумия — это, вероятно, третье в истории изучения пазырыкской культуры погребение свободной и знатной женщины. Первое было исследовано Руденко в 60-е годы во 2-м Туэктинском кургане: женщина около 35 лет была похоронена в колоде с резными изображениями оленей; ее сопровождали восемь коней в богато украшенной сбруе. Второе погребение — 17-летней девушки — было обнаружено нами в 1990 г. на Укоке, в кургане 1

<sup>9</sup> Давид-Неэль А. Мистики и маги Тибета. М., 1991. С.26.

<sup>10</sup> Жуковская Н.Л. Некрополь нойонов Дзасактухановского аймака (Северная Монголия) // Археол. и антропол. исследования в Монголии. Новосибирск, 1990. С.166—172.

<sup>11</sup> Пшеницына М.Н. Тесинский этап // Степная полоса Азиатской части СССР в скифо-сарматское время. М., 1992. С.229—230.



могильника Ак-Алаха 1. Она была похоронена с пожилым мужчиной, но в отдельной, рядом стоящей колоде. Отличительная черта этого погребения состоит в том, что при девушке был полный набор вооружения пазырыкского воина-всадника (кинжал, лук и стрелы, чекан) и одета она так же, как мужчина: длинные красные штаны, войлочный высокий шлем, пояс украшен деревянными пряжками. Это — захоронение двух равноправных воинов, возможно, связанных родством и погибших в бою. Девушка — настоящая пазырыкская амазонка.

А кем могла быть молодая женщина, похороненная в кургане 1 могильника Ак-Алаха 3? В кочевых обществах у скотоводов женщины, как правило, были равноправны с мужчинами, а доля их участия в хозяйственной деятельности значительно превышала трудовой вклад мужчин. От их трудоспособности во многом зависело благополучие семьи, рода, племени. Непрерывный труд (катание войлоков, обработка шкур, выделка кож, шитье, выпас овец и коз, забота о детях и т.д.) был обычным делом рядовой свободной пазырыкской женщины. Но та, о которой идет речь, не знала тяжелого труда: об этом лучше любых других свидетельств говорят ее изнеженные руки. Она — аристократка. Полное отсутствие предметов вооружения, а также ее одежда не позволяют отнести ее к разряду молодых пазырыкских амазонок — девушек из знатных семей, которые до замужества были воинами, как и мужчины, и могли прославиться на этом поприще.

Так кем же? Женой главы рода, умершей во цвете лет? Весь сопровождавший ее погребальный инвентарь и сам склеп не противоречат этому допущению. Но в таком случае ее курган должен находиться в ряду других курганов этой семьи: все пазырыкские родовые могильники — это ориентированные с севера на юг цепочки курганов с захоронениями близких родственников. Пазырыкские курганы практически никогда не бывают одиночными. Но этот стоял

один. Лишь много позже, не ранее VII в. н.э., рядом был пристроен небольшой курган, где похоронен тюркский воин. Даже если допустить, что женщина сама была главой рода, ее курган должен стоять в начале или центре семейной цепочки. Здесь, однако, можно предположить, что захоронение молодой пазырыкской женщины в одиноко стоящем кургане трактовалось как признак безбрачия, собственного шаманкам и другим обладателям тайных знаний. Безбрачие подчеркивало их независимость и исключительность.

Ни в характере костюма, ни в головном уборе, ни в сопровождавших ее вещах нет ничего экстраординарного, чего не встречалось бы в прежних раскопках. Все категории ее личных вещей (украшения, зеркало, посуда) типичны для пазырыкских погребений, в том числе рядовых. Просто все это впервые обнаружено в полном объеме и все вещи отличаются мастерским художественным исполнением. Найденное в погребении золото — не показатель знатности, ибо это всего лишь тонкая золотая фольга, покрывавшая, как и во многих погребениях рядовых пазырыкцев, все деревянные украшения. Ее сложный головной убор находит прямые аналогии во многих рядовых женских погребениях, исследованных Кубаревым, который отмечал и такую отличительную особенность, как насыщенное черное пятно под черепом — теперь его совершенно очевидно можно трактовать как остатки парика, подобного найденному на черепе женщины из кургана 1 могильника Ак-Алаха 3. Иными словами, увеличение прически за счет специального каркаса из черной глинисто-углистой массы типично для женской пазырыкской «моды», равно как и сакрализованный набор деревянных украшений такого парика.

И все-таки перед нами незаурядная женщина. Ее богатство и особое место в обществе нашли отражение, прежде всего, в сооружении просторной погребальной камеры, бальзамированию трупа и положении его в

богато украшенную колоду, в сопровождении умершей шестью конями, упряжь которых отличается удивительной красотой и даже изысканностью. Настоящим же свидетельством богатства и высокого социального статуса может считаться ее шелковая рубаха. Китайский шелк — редкая драгоценность для пазырыкцев и встречается только в «царских» курганах. Отметим, что пазырыкская одежда, сшитая из шелка, обнаружена впервые. По этнографическим источникам, различия в одежде между богатыми и бедными у скотоводов часто проявлялись именно в использованном материале.

Стоит обратить внимание и на каменное блюдечко с кориандром. Его семена в большом количестве, помимо женского погребения в кургане Ак-Алаха 3, были найдены во Втором, Третьем и Пятом Пазырыкских курганах и никогда не встречались в рядовых. Все части этого растения содержат эфирные масла, однако больше всего их в зрелых плодах. Медленно тлея, кориандр издавал аромат и потому использовался как благовоние. Руденко считал, что его применяли, чтобы отбить трупный запах. Но, вероятно, как и все благовония, кориандр значил гораздо больше в контексте пазырыкской культуры: его запах мог быть приятен богам, и потому он служил в качестве приношения.

С глубокой древности кориандр на своей родине (Кавказ, Средняя Азия) применялся и как лекарственное растение при неврозах и ряде других заболеваний, как антисептик; известен он в египетской и тибетской медицине. Возможно, эти его свойства были знакомы и пазырыкцам. В других курганах, в отличие от Ак-Алахинского, он был найден просто рассыпанным в небольшие мешочки. Пожалуй, наличие семян кориандра как редкой диковинки тоже может считаться показателем особого социального статуса погребенной. Но самой главной отличительной особенностью этой женщины является татуировка на теле.

## ТАТУИРОВКА — ЗНАК СТАТУСА?

Впервые на Алтае древнее мумифицированное тело, покрытое татуировкой, было обнаружено Руденко при исследовании Второго Пазырыкского кургана. Это был мужчина, монголоид, около 60 лет. Татуировка покрывала обе его руки, верхнюю часть груди и спины, голени.

У молодой женщины с Укока татуированы обе руки от плеч до кистей. Изображения нанесены также на некоторые фаланги пальцев обеих рук. Рисунки синего цвета хорошо выделялись на белой коже, однако сохранились они только на левой руке, на правой — лишь фрагмент на запястье и большом пальце.

На левом плече изображено фантастическое животное пазырыкской мифологии: олень с клювом грифона, рогами оленя и козерога. Рога украшены стилизованными головками грифонов; подобная же головка помещена и на спине животного, которое показано с «перекрученным» туловищем. Ниже в такой же позе изображен баран с закинутой назад головой; у его ног — сомкнутая пасть пятнистого барса, имеющего длинный закрученный хвост. Под барсом расположен фантастический зверь, изображение головы которого не сохранилось; у него когтистые лапы, длинный полосатый хвост тигра, туловище лежащего оленя, а из спины как бы вырастает голова грифона. На запястье хорошо видна голова оленя с большими ветвистыми рогами. Почти все эти реальные и фантастические животные уже известны по рисункам на теле мужчины из Второго Пазырыкского кургана.

Повторяемость татуированных образов может быть истолкована как свидетельство того, что на тело человека наносится не просто рисунок, а своеобразный «текст». Фантастические и реальные животные, птицы, рыбы — это «язык» пазырыкской культуры, так сказать, ее письмена. С их помощью была запечатлена важная сакральная информация, возможно,

космогонический мифический сюжет. В итоге индивидуальное физическое тело приобрело черты социального.

Анализ многочисленных этнографических источников приводит к заключению, что татуировкой в архаических и традиционных обществах занимались, как правило, женщины. Кроме того, с древности прослеживается тенденция, что и татуированными чаще становились сами женщины (у фракийцев, айнов, эскимосов, индейцев Бразилии и других народов)<sup>12</sup>. Женщина выступала как хранительница традиций. Поэтому все, что выходило из-под ее рук — посуда, одежда, татуировка, аппликации и т.д., — несло максимум информации о ее реальном и мифическом прошлом, было «генетической памятью».

В жизни многих архаических обществ татуировка занимала значимое место и была довольно обычным явлением, чаще всего связанным с обрядом инициации (и у мальчиков, и у девочек). Не исключая полностью такой возможности и для пазырыкцев, отметим, что среди всех мумий, обнаруженных в богатых «замерзших» могилах (а их было 7), татуировка присутствовала только на двух — мужчины и женщины. Значит, далеко не все знатные пазырыкцы, главы племен имели несмываемые рисунки на теле.

Правда, открытая на Укоке в 1995 г. В.И.Молодиным мумия рядового воина-пазырыкца тоже имела татуировку, но это было изображение всего лишь одной фигуры фантастического животного, как бы переброшенного через правое плечо на грудь и спину.

Что могла означать татуировка в пазырыкском обществе? Вероятно, то же, что и во всех традиционных или древних культурах. Прежде всего, она указывала на статус, на место, занимаемое в обществе конкретным человеком. Эти несмываемые знаки могли отличать воинов (например, у ирокезов

воины татуировали на своем теле «знак эмблемы своей семьи»<sup>13</sup>), жрецов, вождей племен, глав родов и другие социальные категории пазырыкского населения. Смысл заключался в самом «тексте»: характере изображения реальных и фантастических животных, их видах и комбинациях, их количестве, месте расположения рисунков на теле.

Татуированные руки женщины с Укока — знак ее социального статуса, но, к сожалению, не ответ на вопрос, какого именно.

По археологическим материалам трудно выделить погребение служителей культа, жрецов. В данной конкретной ситуации есть некоторые признаки, позволяющие говорить о том, что молодая женщина, похороненная со племенниками со столь явно выраженным уважением, отличалась неким особым даром. При этом совершенно необязательно следует считать ее шаманкой или жрицей. В ритуальной практике Саяно-Алтая известно, например, не менее 30 названий различных специалистов — обладателей тайных знаний, которые всегда существовали наряду с шаманом как его необходимый фон<sup>14</sup>. Молодая женщина могла быть врачевателем (лекаркой), сказительницей, певичей... Вряд ли мы когда-либо узнаем это точно.

Итак, можно лишь констатировать, что открытое на Укоке погребение принадлежит незаурядной пазырыкской женщине, чей особый дар высоко ценился в современном ей обществе.

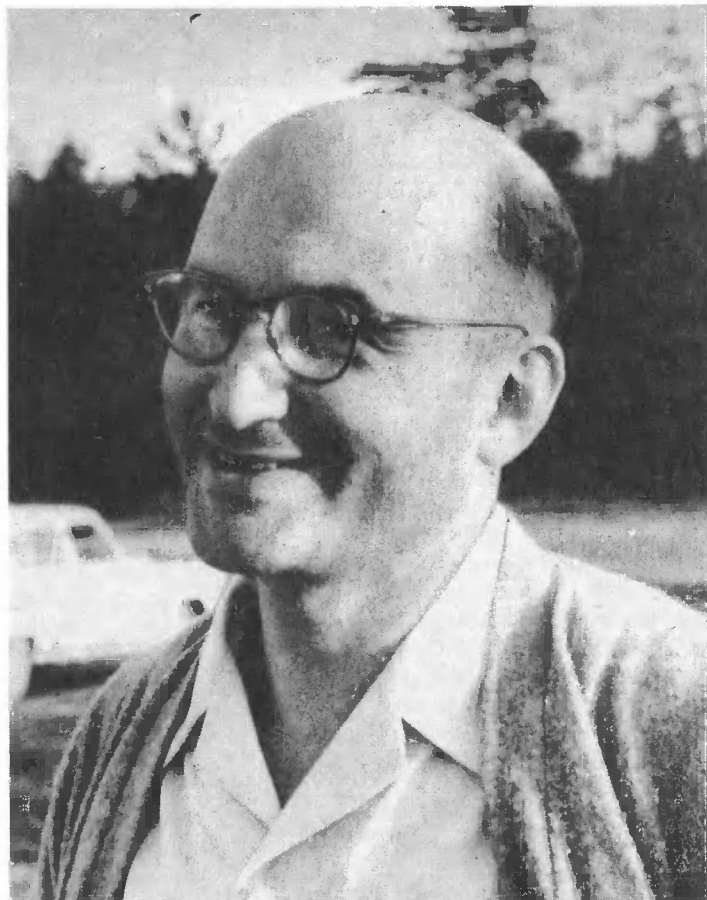
В подобных элитных захоронениях, как правило, находятся прекрасные образцы искусства, редкие вещи. Они, как мгновенный срез, представляют культуру целой эпохи в лучших ее проявлениях.

<sup>13</sup> Аверкиева Ю.П. Индейцы Северной Америки // М., 1974. С.197.

<sup>14</sup> Сагалаев А.М., Октябрьская И.В. Традиционное мировоззрение тюрков Южной Сибири. Знак и ритуал. Новосибирск, 1990. С.99.

<sup>12</sup> Полосьмак Н.В. К вопросу о древней татуировке // Гуманитарные науки в Сибири. Новосибирск, 1994. С.29—34.

## ВОСПОМИНАНИЯ О ЕВГЕНИИ МИХАЙЛОВИЧЕ ЛИФШИЦЕ



*Евгений Михайлович Лифшиц  
8(21)II. 1915—29.X. 1985*

Вечна классика мировой литературы, но в науке, которая постоянно обновляется, найдется не так уж много «вечных» книг. Одна из них была создана почти на наших глазах. «Курс теоретической физики» Ландау—Лифшица навсегда останется памятником его создателям и времени, когда сложились основы почти всех современных представлений о фундаменте физики. Что можно поставить рядом с ним в истории науки? Соизмеримы только «Начала» Эвклида и «Математические начала натуральной философии» Ньютона. Конечно, теоретическая физика продолжает развиваться, но Курс Ландау—Лифшица уже стал ее классической основой.

В этом году академику Евгению Михайловичу Лифшицу исполнилось бы 80 лет. В день рождения Е.М.Лифшица, 21 февраля, в Институте физических проблем, где он проработал без малого столетие, состоялось заседание

ученого совета, посвященное его памяти. Выступали сотрудники Евгения Михайловича, друзья, близкие, вспоминая его напряженную жизнь, создание Курса, работу в редакции «Журнала экспериментальной и теоретической физики». Мы публикуем прозвучавшие на этом заседании воспоминания академика В.Л.Гинзбурга, З.И.Горобец-Лифшиц и П.Е.Рубинина.

«Курсом теоретической физики» и редакционной деятельностью в ЖЭТФ далеко не исчерпываются научные заслуги Лифшица, внесшего значительный вклад в различные разделы теорфизики. В 1990 г. Лондонское Королевское общество, членом которого он состоял, издало мемориальный сборник его избранных работ. При общем небольшом количестве их спектр охватывает почти всю теоретическую физику — от устойчивости Вселенной до квантового механизма трения.

Мы публикуем также воспоминания коллег Евгения Михайловича по теоротделу Института физпроблем академика Я.Б.Зельдовича и доктора физико-математических наук М.И.Каганова, основу которых составляет их статья, вошедшая в упомянутый сборник.

## Физика, «Курс», жизнь

Академик В.Л.Гинзбург

Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН

Москва

**С**МЕРТЬ Евгения Михайловича была трагической. Нельзя забыть того вечера, когда мы перезванивались, чтобы узнать, как прошла операция. И вот тревожная весть: пробуют, но сердце «не заводится».

Е.М. не перенес операции на открытом сердце. На Западе такие операции делают давно, они хорошо освоены и процент операций с летальным исходом ничтожен. В настоящее время и в России, как говорят, этот процент низок. Однако 10 лет назад в СССР такие операции выполняли сравнительно редко, вероятно, не все было доработано. Так или иначе, но сердце «не завелось», и Е.М. погиб. Это тем трагичнее, что Е.М., если не говорить о сердце, далеко «не выработал свой ресурс» как в физическом, так и особенно в духовном отношении — его мысль была ясна, он до конца работал, строил планы...

Евгений Михайлович прожил в целом счастливую жизнь, он «реализовался», достиг многого. Но, конечно, в нашу эпоху не обошлось и без

трудностей. Первые 18 лет жизни Е.М., насколько могу судить, были вполне счастливыми. Его отец был известным врачом, и дети (Е.М. и его младший брат Илья, в дальнейшем тоже известный физик) получили хорошее домашнее образование, изучали языки, а Е.М. даже съездил за границу, что в то время было редкостью. В школе он учился лишь два года — пошел сразу в 6-й класс, потом занимался в Химическом техникуме, а в 1931 г. поступил в Харьковский механико-машиностроительный институт (ХММСИ). Уже здесь проявились выдающиеся способности Е.М.: он окончил институт за два года, сдав все экзамены и сделав диплом. А было ему тогда, в 1933 г., только 18 лет. Он был хорошо подготовлен, ибо Л.Д.Ландау, незадолго до этого переехавший в Харьков, принял Е.М. (в том же 1933 г.) в аспирантуру Украинского физико-технического института (УФТИ). Уже через год (1934) Е.М. окончил аспирантуру и защитил кандидатскую диссертацию, получив степень кандидата физико-математических наук. Первая работа Е.М. (совместно с



*Братья Лифшицы — Женя и Лея. Харьков, 1920 г.*

Ландау) посвящена генерации электронов и позитронов в результате соударения двух частиц (1934)<sup>1</sup>. Таким образом, речь шла о применении квантовой электродинамики и теории Дирака. Эту работу Е.М. развил далее в своей следующей статье<sup>2</sup> (1935). Итак, в 20 лет Е.М. выступает уже как зрелый физик-теоретик. Известные мне физики-теоретики, и я в том числе, питомцы МГУ, отставали от него на 4–5 лет.

Впрочем, не все протекало так гладко. Успехи молодого Лифшица явно кого-то раздражали, и его продвижению пытались помешать. Это ясно из следующего документа (с ним меня любезно ознакомила вдова Е.М. Зинаида Ивановна Горобец; пользуюсь возможностью поблагодарить ее за это и за ряд сделанных замечаний).

ПОСТАНОВЛЕНИЕ  
СЕКРЕТАРИАТА ВУСПС<sup>3</sup> ОТ 25/VI-1933 ГОДА—  
«О СТУДЕНТЕ ХАРЬКОВСКОГО  
МЕХАНИКО-МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО  
ИНСТИТУТА ТОВ. ЛИФШИЦЕ»

Принимая во внимание особую академическую успеваемость т.Лифшица Е.М., проявившего, по заключению профессуры, выдающиеся способности в области теоретической физики (в возрасте 18 лет успешно закончил за 2 года институт, получил звание инженера-физика), считать неправильным и вредным решение Профбюро Физмехфакультета, направленное на незаслуженную его дискредитацию и попытку не допустить тов. Лифшица на научную работу, становясь тем самым на путь грубого искажения директив ЦК Партии об особом стимулировании академически успевающих студентов; несмотря

<sup>1</sup> Landau L., Lifshitz E. // *Physikalische Zeitschrift der Sowjetunion*. 1934. Bd.6(3). S.224.

<sup>2</sup> Lifshitz E. // *Physikalische Zeitschrift der Sowjetunion*. 1935. Bd.7(4). S.385.

<sup>3</sup> Всеукраинский Совет Профессиональных Союзов.





на неоднократные указания Центрального Бюро Студсекции при ВУСПС о пересмотре и отмене политически неправильного и вредного решения Профбюро Физмехфакультета, подтвержденного Профкомом Механико-машиностроительного института, последний не только не отменил этого решения, а настаивал на нем.

Секретариат ВУСПС постановляет:

1. Считать, что тов. Лифшиц вполне заслуживает быть рекомендованным на научную работу как особо успешно закончивший Институт и проявляющий большие способности в области теоретической физики.

Поручить Центральному Бюро Студсекции ВУСПС отменить решение Профбюро Физмехфакультета Ин-та и проверить выполнение данного решения.

2. За искривление постановле-

*Учащийся Харьковского химического техникума. 1930 г.*

*Семья Лифшицев на отдыхе в Крыму. Слева направо: Евгений, Илья и их родители Берта Евзоровна и Михаил Ильич. 1933 г.*





*У Ландау во время работы над Курсом. 1954 г.*

*В Институте физических проблем на совещании по физике низких температур. На ступенях сидят: Б.Г.Лазарев, М.П.Маалков, Э.Л.Андроникашвили; слева за Е.М.Лифшицем стоят: В.Л.Гинзбург, Дж.С.Пакатзе (?), ?, С.В.Вонсовский, А.Б.Пиппарт, Кук; справа на переднем плане Н.Н.Михайлов; в глубине в центре К.А.Г.Мендельсон, правее — Н.Е.Алексеевский, П.Л.Капица. 1957 г.*

ния Партии и Правительства о подготовке высококвалифицированных специалистов и научных работников рабочей части Профбюро Физмехфакультета объявить строгий выговор.

Указать рабочей части Профкома ХММСИ, подтвердившей решение Профбюро Физмехфакультета, на недопустимость в дальнейшей работе подобных ошибок, обеспечив выполнение данного решения Секретариата с проработкой его на собраниях студенчества.

3. Считать обязательным для низовой профорганизации учебных заведений особо отмечать каждый отдельный случай успешного окончания студентом института, воспитывая на таких фактах массы студенчества.

Настоящее постановление опубликовать в прессе.

За секретаря ВУСПС *Златопольский*

Документ хорошо отражает колорит эпохи и поэтому приводится здесь полностью. Вместе с тем из этого постановления ясно, что Е.М. пришлось несладко, пока не удалось добиться такого решения и тем самым «победить»

профкомы факультета и института.

Счастливая жизнь Е.М.Лифшица в теоретическом отделе УФИИ окончилась в 1937 г. Определенные силы под демагогическими лозунгами связи с производством стремились разгромить отделы института, где занимались фундаментальными исследованиями. Одним из объектов травли оказался Ландау, и он, можно сказать, бежал из Харькова — переехал в Москву, в Институт физических проблем (ИФП). Вполне возможно, что этим он спас себе жизнь, так как вскоре несколько талантливых физиков из УФИИ, в частности такой крупный физик, как Л.В.Шубников, были арестованы. В том же 1937 г. Шубников и несколько его коллег были расстреляны. Этот факт долгие годы скрывался и выяснен лишь в последнее время. Официально же считалось, что Шубников и другие ученые находились в тюрьме или в лагере без права переписки, где и умерли. Так, в известном справочнике Храмова<sup>4</sup> сообщается, что Шубников умер в 1945 г. (без указания точной даты).

<sup>4</sup> Храмов Ю.А. Физики. М., 1983.





Можно представить, как тяжело было Е.М. после отъезда его ближайшего друга и учителя Ландау и ареста ряда коллег, а затем ареста (в конце апреля 1938 г.) и самого Ландау. Подробностей не знаю, но так или иначе Е.М. пришлось уйти из УФТИ. Какое-то время он преподавал в Москве и Харькове, а три месяца в 1938 г. фактически скрывался в Крыму. К счастью, «органы» о нем забыли или просто «пронесло», а ровно через год пребывания в тюрьме Ландау был выпущен и вернулся в ИФП. В этот же институт, защитив в Ленинградском государственном университете диссертацию на степень доктора физико-математических наук (1939), в сентябре [того же года] поступил на работу Е.М. и оставался там до конца жизни.

Все эти годы Е.М. напряженно работал, причем занимался не только оригинальными исследованиями, но и написанием «Курса теоретической физики». Так, первое издание «Статистической физики» (сейчас — том V «Курса...») было выпущено в 1937 г. Впрочем, не следует противопоставлять написание книг «Курса...» и

оригинальную работу: в Курсе так много нового, хотя бы в методическом отношении, что такое противопоставление представляется искусственным.

В 1992 г. в Англии было издано собрание трудов Е.М.Лифшица<sup>5</sup> (к сожалению, в настоящее время на издание этих трудов на русском языке нет ни денег, ни сил). Всего в собрании 48 статей. Это скромное число, но если сюда присовокупить 10 томов Курса (общий объем около 5300 страниц), то, напротив, сделано очень много. Впрочем, дело, конечно, не в количестве работ и страниц.

О двух первых исследованиях Е.М. выше упоминалось. Далее вместе с Ландау была опубликована фундаментальная работа, посвященная динамике магнитных моментов в ферромагнетиках (1935). Затем Е.М. занимался теорией фотоэ.д.с. в полупроводниках (1936), кинетическим уравнением для электронов в магнитном поле (1937), теорией соударений дейтронов с тяжелыми ядрами (1938—1939), теорией

<sup>5</sup> Perspectives in Theoretical Physics. The Collected Papers of E.M.Lifshitz. Oxford: Pergamon Press, 1992.



*Евгений Михайлович на о.  
Итуруп. 1974 г.  
Фото З.И.Горобец*

*Прогулка с Д.Шёнбергом.  
Кембридж. 1981 г.  
Фото З.И.Горобец*

*Река Гунт на Памире.  
Фото Е.М.Лифшица*

*Вулканические образования  
о.Итуруп (Курилы).  
Фото З.И.Горобец*







фазовых переходов второго рода (1942), фазовыми переходами в мономолекулярных пленках (1944), проблемой гравитационной устойчивости в расширяющейся Вселенной (1946), теорией молекулярных (ван-дер-ваальсовых) сил в конденсированной среде (1954 и позже) и, наконец, с 1961 по 1984 г. (здесь имеются в виду годы опубликования статей) Е.М. выпустил (с соавторами) ряд работ, посвященных релятивистской космологии. Этот список — далеко не полный<sup>6</sup>, однако ограничусь двумя замечаниями. В 1944 г. Е.М. опубликовал работу, в которой показал, что второй звук в сверхтекучем гелии можно возбудить с помощью периодически нагреваемого тела<sup>7</sup>. Так впоследствии второй звук и был обнаружен. Наконец, в заметке Ландау и Лифшица<sup>8</sup>, было высказано предположение, что кажущееся увлечение сверхтекучей компоненты жидкости вращающимся цилиндрическим сосудом объясняется образованием коаксиальных цилиндрических поверхностей разрыва сверхтекучей скорости. Однако вскоре выяснилось, что фактически образуются не поверхности разрыва, а вихревые нити — такая ситуация энергетически выгоднее. Поэтому упомянутую работу сочли ошибочной, и она не была включена, например, в собрание трудов Ландау. Но недавние исследования показали, что в сверхтекучей фазе <sup>3</sup>He в некоторых условиях реализуется как раз слоистая структура; таким образом и эта работа заняла свое место.

Работы Е.М.Лифшица представляют несомненную ценность, некоторые из них вошли в золотой фонд теоретической физики. Нельзя, однако, сказать, что они уникальны — существует много и других хороших работ. А вот «Курс

теоретической физики» Ландау и Лифшица действительно уникален — второго такого нет<sup>9</sup>. Он полностью переведен на шесть языков, еще на 10 языках вышли отдельные тома.

В ярком сиянии имени Ландау роль Лифшица оставалась как бы в тени. Понять подлинную роль Е.М. в создании Курса помог (такова парадоксальность человеческой жизни!) трагический поворот судьбы. Седьмого января 1962 г. Ландау попал в автомобильную катастрофу и работать больше не мог. В это время Курс еще не был закончен — оставалось написать три тома из десяти, не говоря уже о необходимости переиздания с дополнениями из других томов. Признаться, я думал — и, вероятно, не я один, — что Курс так и останется недописанным. Но Е.М. решил иначе. Потратив на это много лет, он завершил Курс (в сотрудничестве с Л.П.Питаевским; в работе над томом IV, посвященным квантовой электродинамике, принял участие также В.Б.Берестецкий).

«Курс теоретической физики» — это рукотворный памятник Е.М.Лифшицу. После его безвременной кончины Л.П.Питаевский продолжил переиздание Курса (пока эта работа не завершена). В условиях полного развала издательского дела в нашей стране совершенно необходимый выпуск нового издания находится под угрозой. Как я убежден, долг Российской академии наук, и конкретно Института физических проблем, — сделать все возможное, чтобы Курс продолжал жить и, более того, в значительной мере обеспечивать существование и дальнейшее развитие теоретической физики в России. Хотелось бы также отметить заслуги Е.М. в редактировании «Журнала экспериментальной и теоретической физики».

Евгений Михайлович любил музыку и поэзию, любил путешествия, он не был сухарем, сосредоточенным лишь на науке. Но все же главным в

<sup>6</sup> О полученных результатах подробнее см.: Успехи физических наук. 1986. Т.148. С.549, а также вышеупомянутый сборник трудов.

<sup>7</sup> Lifshitz E.M. Radiation of Sound in Helium II // J. Phys. 1944. V.8(2). P.110; Лифшиц Е.М. Излучение звука в гелии II // Журн. эксперим. и теорет. физики. 1944. Т. 14. С. 116.

<sup>8</sup> Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. О вращении жидкого гелия // Докл. АН СССР. 1955. Т.100. С.669.

<sup>9</sup> Подробнее об этом см.: Гинзбург В.Л. «Курс» // Наука и жизнь. 1986. № 3. С.86; он же. // О физике и астрофизике. Изд. 3. М., 1995. С.442.

его жизни была физика, работа в области физики, в последний период жизни связанная в основном с Курсом. Он непрерывно думал о его улучшении, в специальных тетрадках записывал выявленные недостатки, делал замечания, которые следовало бы учесть в дальнейшем. Всегда, когда я обнаруживал в книгах Курса что-либо требующее, на мой взгляд, уточнения, я звонил Е.М. Так поступали, вероятно, и другие. Свои тетрадки Е.М. брал с собой в отпуск, в больницу. Когда незадолго до смерти Е.М. я навестил

его в больнице, речь, как обычно, коснулась Курса. Такое отношение к делу, такая глубокая преданность ему всегда были и залогом успеха, и проявлением высокого профессионализма.

Не могу не отметить непримиримость Е.М. к лженауке, его научную принципиальность. Он был честным и высокопорядочным человеком.

Евгений Михайлович Лифшиц не успел сделать всего, что хотел. Но он сделал так много, что память о нем и его работе сохранится навсегда.

## Расцвет ЖЭТФа

### З.И.Горобец-Лифшиц

**И**ЗВЕСТНО, что смыслом жизни Евгения Михайловича была научная работа, а основной задачей — создание «Курса теоретической физики». Однако натура Евгения Михайловича была столь многогранной, что его интересы не исчерпывались этим. И другим видам деятельности он отдавал себя с увлечением, свойственной ему тщательностью и до предела своих сил. Так, очень важное место в его жизни занимала работа в редакции «Журнала экспериментальной и теоретической физики» (ЖЭТФ).

Когда в конце 1955 г. Петр Леонидович Капица вернулся в Институт физических проблем и возглавил редакцию ЖЭТФа, он пригласил Евгения Михайловича на должность первого заместителя главного редактора. На этой работе они оба оставались до конца своих дней. Сначала было разработано «Положение о ЖЭТФ», которым должна была руководствоваться редакция как в своей общей политике, так и в повседневной работе. Добиться подъема и расцвета журнала можно было, только обладая профессионализмом, высокой требовательностью к себе и другим и отдавая этой работе много внимания и времени. Все отмеченные

качества были свойственны Евгению Михайловичу в полной мере, а кроме того, он любил работу в редакции.

По два, а то и по три раза в день он приходил в журнал, садился за скромное бюро рядом со столом заведующей и начинал просматривать вновь поступившие статьи. Способность работать очень быстро и умение мгновенно переключаться с одного вопроса на другой позволяли ему объять почти необъятное: ведь ежегодно в редакцию поступало около 800 статей объемом до 21 машинописной страницы каждая, и в каждую из них он глубоко вникал. Кроме того, ему надо было просмотреть повторно ту значительную часть статей, которая возвращалась после переработки. Все статьи направлялись на рецензию. Рецензенты, как правило, авторы ЖЭТФа. Они были обязаны рецензировать, следуя принципу: «Кто не работает, тот не ест», — т.е. не будет печататься. Примерно 40—45% статей отклонялись либо как не подходящие по тематике, либо из-за недостаточного высокого научного уровня.

По окончании просмотра пачку статей с приколотыми к ним записками, поясняющими, что с каждой из них делать, Евгений Михайлович передавал заведующей, а затем диктовал ответы на письма иногородних авто-



*На бюро редколлегии ЖЭТФа. Слева направо: Г.Ф.Жарков, З.П.Бунакова, Е.М.Лифшиц, М.А.Леонтович, П.Л.Катица, Э.Л.Андроникашвили, В.П.Джелепов. 1973 г.*

*Фото Ю.Г.Заенчика*

ров. Одновременно он принимал приходивших в редакцию авторов, которые или приносили новые статьи, или хотели выразить свое несогласие с рецензентом. Он всегда внимательно выслушивал их претензии, терпеливо разъясняя заблуждения авторов, иногда обещая направить статью на повторную рецензию.

Редакция выполняла большую работу, выпуская в среднем 25 печатных листов. ЖЭТФ был единственным журналом, которому стараниями Петра Леонидовича было разрешено иметь неограниченный объем. Срок публикации был тоже неслыханным по тем временам — всего 5—6 месяцев. Устаревшая полиграфическая техника не позволяла печатать быстрее.

Желание авторов печататься в ЖЭТФе было столь велико, что пришло время, когда справиться с потоком статей стало невозможно. Тогда было решено выделить в самостоя-

тельный журнал раздел «Письма в редакцию» со сроком публикации 1—1.5 месяца благодаря особым техническим приемам печатания. А затем отпочковался еще один журнал под названием «Ядерная физика».

Несмотря на это, объем ЖЭТФа не сократился. Его популярность сильно выросла, журнал стали читать во всем мире, тем более что с 1955 г. в США начали выпускать его на английском языке. Статистика показала, что по числу ссылок в научной литературе ЖЭТФ из 347 научных отечественных журналов занимал первое место и второе место в мире — после *Physical Review*. Высокий статус журнала поддерживала передовая статья в газете «Правда», которая отметила успех издания следующими словами: «Во всем мире следят за публикациями в ЖЭТФ. Напечататься здесь — высокая честь» (Правда. 1973, 31 мая).

И все же на первом месте для Евгения Михайловича была научная работа. Он был доволен своим положением в институте и часто повторял, что не имеет над собой начальства и сам не является начальником над

кем-либо. П.Л.Капицу и Л.Д.Ландау он рассматривал не как типичных начальников, а скорее как доброжелательных учителей и союзников.

Многие отмечают скромность Евгения Михайловича, а также верность и постоянство в дружбе. Известно, например, как он всегда заботился о Ландау и как горячо защищал его честь и достоинство после его смерти.

Все годы пребывания в ИФП Евгений Михайлович ведал работой библиотеки. Он следил за ее комплектацией, за тем, чтобы не нарушались принципы организации ее работы. Ведь эта библиотека уникальна в своем роде. С самого начала она была задумана как справочная, она не «засорялась» лишними книгами — те, необходимость в которых отпадала, передавались другим библиотекам. Научным сотрудникам разрешалось самим брать книги с полок и даже уносить их в лабораторию. Насколько это облегчало труд ученого!

Еще одно направление деятельности Евгения Михайловича — его сотрудничество с Обществом «Знание». Немало лекций прочел он по просьбе Общества. Иногда это было связано с разъездами по стране. Вспоминается его поездка на Памир, где он выступал с популярными лекциями в воинских частях. Делал он это с удовольствием. Одновременно уголял жажду видеть мир. Горы Памира потрясли Евгения Михайловича

величием и красотой — больше всего на свете он ценил красоту гор.

Великая жажда видеть мир толкала его на преодоление многих препятствий. После того как Евгений Михайлович побывал в разных местах Кавказа, он загорелся желанием увидеть и Сванетию, куда в ту пору (1948 г.) доступ простому туристу был затруднен: незадолго до этого были выселены местные жители — мингрелы. Единственный надежный путь попасть в Сванетию — стать альпинистом и получить путевку в расположенный там альплагерь. И так, решение принято. Зимой 1949 г. мы поступили на курсы при Институте цветных металлов и золота, закончили их через три месяца тренировок и получили путевки в альплагерь «Накра». Все тренировки Евгений Михайлович провел блистательно. Надо было видеть, как ловко он спускался дюльфером по отвесной стене!

Чтобы добраться до альплагеря, надо было пешком пройти 111 км по Ингурской тропе — по обрывистому склону ущелья, на дне которого мощно бурлила река Ингури.

В лагере «Накра» всю программу — два перевала и восхождение на вершину трехтысячника Лядвал — Евгений Михайлович выполнил безукоризненно, наряду с 25-летними. Восхождение не было таким уж простым: целый день подходов, с ночевкой на небольшой скальной площадке, ночью



*На тренировке — спуск дюльфером. Домодедово, 1949 г.  
Фото З.И.Горобец*



На Ай-Петри. Крым, 1959 г.  
Фото Д.А.Лифшица

— страшная гроза, на рассвете — ясное небо, где-то внизу, под ногами, облака. Утром начался шторм вершины с «кошками» на ногах, так как надо было карабкаться вверх по твердому льду, перепрыгивая через глубокие трещины. Страшновато было переходить по ледяной перемычке длиной около 10 м и шириной в ступню, хотя с двух сторон над пропастью и были вбиты ледорубы и натянута веревка, чтобы за нее держаться, если закружится голова. К счастью, все прошло благополучно, и, взойдя на самую вершину, мы были вознаграждены сказочным видом сверкающего снежной белизной Кавказского хребта. А на следующий день в торжественной обстановке нам были вручены значки «Альпинист I ступени».

Кроме Кавказа и Прибалтики, которые Евгений Михайлович неоднократно объездил на своей машине, он побывал в очень многих интересных местах Советского Союза: в Средней Азии и на Дальнем Востоке, на Камчатке и на Сахалине, на Курилах. Дважды плывал по Енисею, затем по Ангаре с заездом в Братск, где

наблюдал полное солнечное затмение. И, наконец, пришло время, когда ему были разрешены поездки за границу. В любую поездку он брал с собой фотоаппарат. О любви к фотографированию можно судить по количеству тщательно систематизированных нами слайдов — их около 15 тыс.

Одно из самых сильных увлечений Евгения Михайловича — музыка. Когда-то он сам неплохо играл на рояле, а позже в течение многих лет собирал фонотеку классической инструментальной музыки. Это были лучшие произведения мировой классики в блестящем исполнении. Не было ни одной пластинки, которую бы он не прослушал, а о любимых и говорить не приходится — их ставили по многу раз почти каждый день. В течение двух лет изучали Моцарта, чередуя чтение книг с прослушиванием пластинок. Посещение концертов в Консерватории, встречи с музыкантами были регулярными.

Можно было бы многое рассказать о его любви к поэзии, к истории, которую он хорошо знал, но тогда получится длинная повесть.



# Е.М.Лифшиц и П.Л.Капица

П.Е.Рубинин

Институт физических проблем им. П.Л.Капицы РАН  
Москва

ДО КОНЦА ЖИЗНИ Е.М.Лифшиц был благодарен П.Л.Капице за то, что он спас от гибели в сталинских лагерях его учителя и друга Л.Д.Ландау. И когда наступила очередь Капицы и он был изгнан из основанного им института, Евгений Михайлович и Лев Давидович стали навещать опального П.Л. на Николиной Горе, куда он сам себя отправил в добровольное изгнание. («Мне тяжело бывать на людях, которые и побаиваются и сторонятся меня», — писал он Сталину в январе 1950-го<sup>1</sup>.) Лифшиц и Ландау были из тех немногих, которые не «побаивались» и не «сторонились»...

О том, насколько подробные визиты на Николину Гору оказывались тогда небезопасными, говорит хотя бы то, что племянник Петра Леонидовича — Леонид Леонидович Капица в своей традиционной «оде», прочитанной в день рождения П.Л. 9 июля 1948 г., был вынужден «зашифровать» имена посетителей николагорского убежища. После слов:

Друзья всегда в автомобилях  
Проведать приезжают нас... —

следовало перечисление верных друзей Капицы, среди которых упоминались, конечно, и Ландау, и Лифшиц, но вот как они были в той «оде» обозначены:

Чудак с кудрявой шевелюрой  
И друг его почти без влас<sup>2</sup>.

Петр Леонидович до конца своих дней с какой-то особой теплотой относился к тем друзьям и коллегам,

кто не раззнакомился с ним в его опальные годы. Он тоже был человеком благодарным...

Капицу и Лифшица, однако, сближало не одно лишь чувство благодарности, хотя оно, несомненно, вносило в их отношения человеческое тепло. Главное все-таки, что их сближало, была наука, их любимая физика. Главным для них было дело, их общее дело. Они оба прежде всего были людьми дела.

Капица был выдающимся организатором науки, а каждый хороший организатор, как известно, отличается тем, что умеет подбирать ближайших сотрудников, своих помощников. Когда в июне 1955-го Петр Леонидович получил свое первое, после опалы, общественное поручение в Академии наук — стал главным редактором «Журнала экспериментальной и теоретической физики», основного физического журнала страны, — он предложил Лифшицу стать своим первым и активно работающим в редакции заместителем. До их прихода в ЖЭТФ статьи в «портфеле» редакции лежали по году, по два, а то и больше. Разобравшись с положением дел, Капица отправился в отдел науки ЦК КПСС. Заручившись поддержкой В.А.Кириллина, возглавлявшего тогда этот отдел, П.Л. пишет письмо президенту АН СССР А.Н.Несмеянову, в котором просит предоставить ЖЭТФу неограниченный объем. И журнал такое право получает! Случай наверняка в СССР беспрецедентный.

Добившись «свободы маневрирования», Капица и Лифшиц разрабатывают «Положение о ЖЭТФе», первый пункт которого гласит: «Основная задача журнала: публикация оригиналь-

© Рубинин П.Е. Е.М.Лифшиц и П.Л.Капица.

<sup>1</sup> Петр Леонидович Капица: Воспоминания. Письма. Документы. М., 1994. С.436.

<sup>2</sup> Там же. С. 496.



*В гостях у Ильи Михайловича. Слева направо: П. Дирак, П.Л. Капица, Е.М. Лифшиц. 1973 г.*

ных статей <...> в срок не более 6 мес., для чего портфель редакции не должен содержать запаса статей общим объемом более чем на 6 мес. Для достижения этого необходим тщательный отбор статей...»<sup>3</sup>

Основная тяжесть «тщательного отбора» падала, естественно, на Евгения Михайловича, который и нажил себе на этом поприще немало врагов, что не мешало ему тем не менее бестрепетно делать свое дело, добиваясь поставленной в «Положении о ЖЭТФе» цели. С начала 1958 г. в заметно «потолстевшем» журнале статьи, как правило, публикуются не позже шести месяцев с момента их поступления в редакцию.

Капица умел не только подбирать хороших работников, но он умел и не мешать им работать (следуя им же установленному правилу: «Руководить — это значит не мешать хорошим людям работать»<sup>4</sup>). И он умел их защищать,

когда в этом возникала необходимость.

В 1972 г. редакция ЖЭТФа отклонила статью сотрудника одного из близких друзей Капицы. В статье, по мнению редакции, не содержалось чего-либо методически нового, и ее следовало направить в специализированный журнал. Академик, друг Капицы, один из немногих, с кем П.Л. был на «ты», направил письменный протест в редакцию. Письмо было рассмотрено на заседании бюро редколлегии. (Подобные заседания происходили раз в две недели в директорском кабинете Капицы, под его председательством.) Бюро решение редакции подтвердило, о чем академику написал заместитель главного редактора М.А. Леонтович.

Обиженный академик послал тогда очень резкое письмо Петру Леонидовичу, оно завершилось следующими словами:

«Ceterum censeo, консулес<sup>5</sup>, что

<sup>4</sup> Все простое — правда... Афоризмы и изречения П. Л. Капицы. М., 1994. С. 72.

<sup>5</sup> Первые два слова (Ceterum censeo) — начало знаменитого изречения Марка Порция Катона: «Впрочем, полагаю, что Карфаген должен быть разрушен». Употребляются в значении: упорно повторяемое напоминание, настойчивый призыв.

<sup>3</sup> Капица П.Л. Письма о науке. М., 1989. С. 333.

уважаемый Евгений Михайлович Лифшиц не годится для роли активного редактора ЖЭТФа. Его, хорошо всем известная, научная недоброжелательность весьма умерялась его другом, покойным Ландау, и теперь, когда Ландау нет, — это не тот Женя Лифшиц. По-моему, он требует не исправления, а замены».

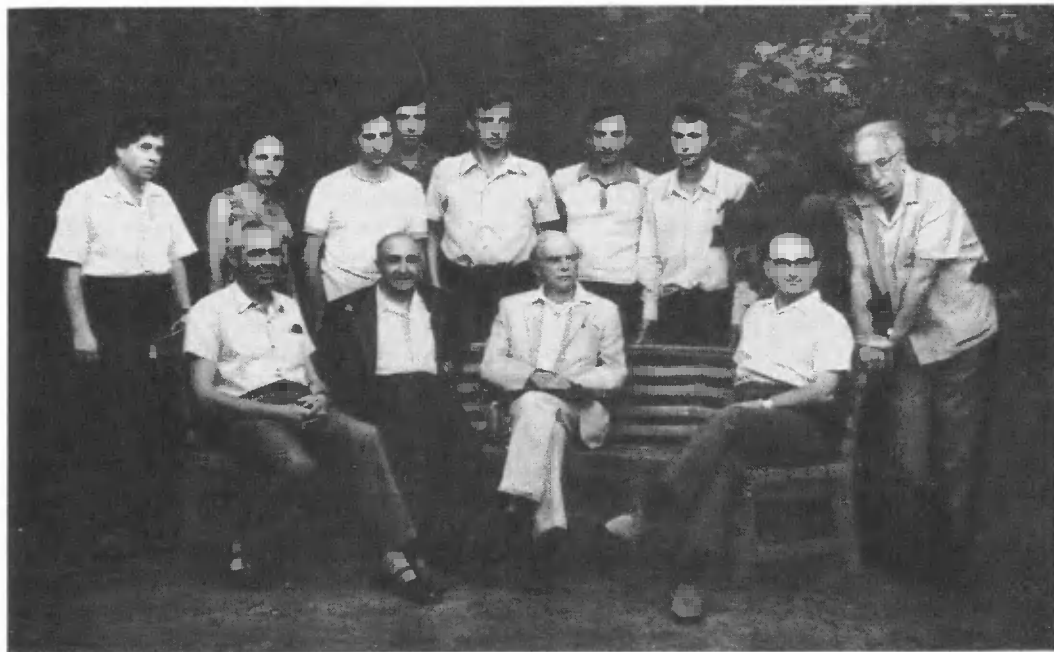
Капица на этот «совет» своего давнего друга мог бы ответить не менее известным латинским изречением: *Amicus Plato, sed magis amica veritas*<sup>6</sup>. Едва ли он это сделал. Не в его это было «стиле». Мог он, конечно, и на свою редакцию «надавить»: стоит ли из-за этой статьи копыта ломать? Ошибки она никакой не содержит, а то, что не столь уж «значительна», чтобы быть напечатанной в ЖЭТФе, — так ли уж это важно, если из-за нее мы рассоримся с уважаемым и заслуженным физиком?

<sup>6</sup> «Платон мне друг, но истина дороже».

На редакцию Капица «давить» не стал — на сделку с совестью он органически был не способен.

Старый друг на него смертельно обиделся, и они несколько лет не встречались.

21 февраля 1975 г. Лифшицу исполнилось 60 лет. В Академии наук было принято о подобных датах своих членов напоминать рассылкой отпечатанных на мелованной бумаге извещений с портретом юбиляра. (Об издании подобных извещений заботился обычно сам юбиляр или дирекция его института.) Петр Леонидович, получив по почте очередное «юбилейное» напоминание, говорил мне: «Подготовь телеграмму...» И добавлял: «Стандартную». Или: «Сделай потеплее...» Бывали случаи, когда я начинал протестовать: «Петр Леонидович, мне трудно будет сделать хорошую телеграмму — ведь это ваш близкий знакомый...» Иногда он уступал и диктовал мне текст телеграммы. С Лифшицем ниче-



В институтском садике. Слева направо, сидят: М.И.Казанов, И.М.Лифшиц, П.Дирак, Е.М.Лифшиц; стоят: Л.П.Питаевский, Т.А.Сахарова, Б.Э. и А.Э.Мейеровичи, А.Ф.Андреев, М.А.Либерман, Д.А.Компанец, Д.С.Данин.

Фото Ю.Г.Заенчика

го подобного, естественно, не было. Во-первых, не было роскошно изданного извещения — в нашем институте это не было принято. Во-вторых, мне и напоминать о юбилее Евгения Михайловича не пришлось. П.Л. пришел утром в кабинет и сразу же продиктовал мне телеграмму. Вот она:

*«Дорогой Евгений Михайлович, от всего сердца поздравляю Вас с шестидесятилетием. Из этих шестидесяти лет более половины мы работали вместе, и никакие противоречия никогда между нами не возникали. Надеюсь, что еще много лет мы*

*будем работать вместе в нашем институте и в журнале. Лучшие пожелания. Любящий Вас*

*Капица».*

Вот такую сердечную телеграмму отправил Петр Леонидович Лифшицу в день его 60-летия. А когда мы все были на десять лет моложе, в Институте физических проблем очень весело отметили 50-летие Евгения Михайловича. Об этом свидетельствует хранящийся в архиве ИФП протокол заседания ученого совета, написанный тогдашним ученым секретарем Алексеем Алексеевичем Абрикосовым.

## Никому «не удастся избежать 50-летия»

Из протокола № 136  
Заседания Ученого совета Института  
физических проблем  
9 марта 1965 г.\*

### 1. Юбилей Е.М.ЛИФШИЦА

П.Л.Капица сказал, что Е.М.Лифшиц пришел в институт 24-х лет. Он уже был кандидатом и вскоре защитил докторскую. Здесь он вместе с Ландау написал свой замечательный Курс, прославившийся на весь мир и переведенный на все языки. В Институте Е.М.Лифшиц играет большую роль в деле воспитания молодежи и в теоретической работе. Он остался верен институту. На юбилей у нас принято говорить неприятные вещи. Обычно отмечается наиболее характерная черта: у Пешкова — упрямство, у Алексеев-

ского — свирепый характер, у Филимонова — скептицизм. Для Е.М.Лифшица характерной чертой является пессимизм. Ему кажется, что все обернется очень плохо. Выходит новое постановление о журналах — он говорит: «Конец нашему журналу». А надо спокойно ждать. Но Е.М.Лифшиц — не худший тип пессимиста; худший — это тот, кто носит и ремень, и подтяжки. А он не носит подтяжек. В этом мы убеждаемся всякий раз на заседаниях редакции. Е.М.Лифшиц, как только приходит, сразу снимает пиджак. А работает он действительно здорово. На нем держится ЖЭТФ. Так, как его ведет Е.М.Лифшиц, никто бы не смог.

Несомненно, пессимизм Е.М. Лифшица сказался и на отношении к юбилею. Наверное, он опасался, что после 50 лет он перестанет нравиться дамам, — ведь Лифшиц очень нравится дамам. Мы можем его успокоить: 50 лет — это еще не критический возраст.

Далее П.Л.Капица пожелал Е.М.Лифшицу успехов в работе, особенно в работе над Курсом, которая теперь продолжается без Ландау. Эта работа имеет большое значение в мировой физике.

**И.М.Халатников** сказал, что выступает не без страха. Е.М.Лифшиц давно на него косится. Все знают, как он плохо относился к юбилею. Он давно начал готовиться к тому, чтобы сорвать юбилей, и прсбовал различные варианты. Мы тоже думали над этим. Ведь это только первый юбилей. Поэтому было решено подарить Е.М.Лифшицу спецодежду для отражения дальнейших наскоков.

(И.М.Халатников вручил Е.М.Лифшицу подарок  $\pm$  рапиру и маску.)

Есть и еще одна сторона этого дела. Е.М.Лифшиц имеет способности к спорту. Он участвовал в институтском кроссе. Если он займется фехтованием, то сможет через четыре года участвовать в Олимпиаде в Мехико. Таким образом, исполнится его давняя мечта съездить за границу.

**А.И.Шальников** сказал, что, хотя все знают Лифшица как прекрасного теоретика, в нем потерян замечательный экспериментатор. А.И.Шальников учил его езде на машине. Е.М.Лифшиц обнаружил ряд черт, очень ценных для экспериментатора. Во-первых — упорство. Когда он въезжал на тротуар, его нельзя было заставить оттуда съехать. Кроме того, он чувствует такие вещи, которые другие не воспринимают. Например, он говорит, что чувствует, как греется карданный вал, или —

что спустило колесо. Посмотришь — и ничего подобного нет. Но в чем он действительно силен, так это в предчувствиях. Например, вдруг сообщает, что скоро с кем-нибудь столкнется или у него проколют талон. И действительно — очень скоро именно это и происходит.

**М.С.Хайкин** рассказал о событии, которое произошло ровно 20 лет назад. Он провалил Е.М.Лифшицу экзамен по механике. Конечно, в то время это было неприятно, но со временем воспоминания теряют остроту и даже меняют знак. В результате этого провала М.С.Хайкин приобрел уважение к теоретической физике и, кроме того, убедился в том, что ему надо заниматься экспериментом. За это он очень благодарен Е.М.Лифшицу. Кроме того, он хотел сказать следующее. Всем известно, что если кому-то удалось то, чего не удалось тебе, испытываешь чувство досады. Но бывает и обратное — чувство удовлетворения, если другому не удалось то, что, может быть, удастся тебе. Наверное, Е.М.Лифшиц испытывает такое злорадство по поводу того, что другим не удается избежать 50-летия.

**С.И.Филимонов** пожелал Е.М.Лифшицу здоровья и успешной работы, а также оставаться таким же приятным человеком, каким он был до сих пор.

**Е.М.Лифшиц** поблагодарил всех собравшихся. Он сказал, что испытывает облегчение от того, что юбилей уже позади. Что касается случая с Хайкиным, он был настолько поразительным, что Лифшиц помнит его даже лучше, чем Хайкин. Сдавал тот не механику, а статистику и не мог ответить ни на один вопрос. Даже формулу Дебая не мог вывести. А теперь сделался замечательным экспериментатором.

Ученый секретарь  
д-р Ф.-м. наук **А.А.Абрикосов**

# Трудная, но счастливая жизнь\*

Я.Б.Зельдович, М.И.Каганов

**И**МЯ Евгения Михайловича Лифшица известно по существу всем физикам мира, во всяком случае в сочетании «Ландау — Лифшиц». Он умер, не выдержав операции на сердце, 29 октября 1985 г., на 71-м году жизни. Чтобы познакомить с Евгением Михайловичем, нужно постараться разрушить два стереотипных представления: выделить его из диады Ландау — Лифшиц и убедить читателя, что в 70 лет человек не обязательно старик.

Е.М.Лифшиц болел недолго. Стенокардия у него развивалась столь стремительно, что в течение шести месяцев из практически здорового человека, систематически наблюдавшегося врачом, он превратился в тяжело больного, каждое движение которого могло вызвать приступ. Быстрый, с мгновенной реакцией на любое изменение обстановки, всегда передвигающийся почти бегом, никогда ничего не откладывающий, Е.М. не мог представить себе жизнь с дозированными движениями, со строгим соблюдением разнообразных ограничений. (Его слова: «Не хочу быть инвалидом».) Е.М. продумал ситуацию (очень характерная для него черта — пытаться продумать, оценить и разобраться в последствиях; поступать не по интуиции, а на основании обдуманно принятого решения), изучил специальную медицинскую литературу и принял решение лечь на операцию. За несколько дней до

перевода его в Институт сердечно-сосудистой хирургии из академической больницы, где было принято это решение, один из нас (М.И.К.) был у него в палате. Самочувствие Е.М. было неплохое, а настроение — грустно-лирическое<sup>1</sup>. Евгений Михайлович сказал, что ему очень не хочется умирать. «Так как это означает расстаться с тобой», — добавил он, глядя на жену Зинаиду Ивановну. И тут же спохватился. «Не подумай, что я хочу, чтобы ты умерла вместе со мной. Но мне так хорошо с тобой, что я очень не хочу, чтобы это кончилось». А еще через несколько дней. До операции остались считанные дни. Евгений Михайлович привыкает к кровати, на которой должен будет поправляться после операции. Лежать пришлось бы на спине. И Е.М. беспокоится, сможет ли править корректуру «Гидродинамики», — она должна поступить со дня на день. Его заботит, каким путем корректура попадет к нему. Настроение отнюдь не лирическое, скорее чуть насмешливое — в свой адрес. Мысли — те, которыми он делится, — о планах, о будущем, о работе, о «Журнале экспериментальной и теоретической физики» (ЖЭТФ). В эти дни в Москву из Нью-Йорка приехал редактор американского издания ЖЭТФа Дж. Адашко. Евгения Михайловича волнует, как с ним встретиться.

Конечно, в жизни и творчестве Е.М.Лифшица определяющую роль сыграл Л.Д.Ландау. Невозможно представить себе, как сложилась бы жизнь

© Зельдович Я.Б., Каганов М.И. Трудная, но счастливая жизнь.

\* В основе данного материала лежит статья тех же авторов (не опубликованная на русском языке), которая была написана для мемориального издания, выпущенного Лондонским Королевским обществом и посвященного Е.М.Лифшицу, бывшему его членом: «Biographical Memoirs of Fellows of the Royal Society». (London, 1990. V.36). — *Ред.*

<sup>1</sup> Лирика, сентиментальность не были свойственны Е.М. в общении с не самыми близкими людьми. Скорее его характерной чертой была некоторая сухость. Казалось, что Е.М. стеснялся допускать посторонних в мир своих эмоций, считая, что эта сфера — сугубо личное — мало кому интересна.

Е.М., если бы в 1933 г. в Харькове, в недавно организованном Украинском физико-техническом институте не появился 26-летний Ландау и восемнадцатилетний Женя Лифшиц не поступил бы к нему в аспирантуру. Аспирантуру он окончил в 1934 г., защитив диссертацию. Обратите внимание на темп прохождения аспирантуры: поступил в 1933-м, защитил диссертацию в 1934-м!

Е.М. был счастлив тем, что судьба поставила его рядом с Ландау. И все же есть ощущение, что близость к Ландау, столь важная и существенная, несколько затенила образ Е.М. Лифшица. Это ощущение особенно свойственно физикам, теперь уже старшего поколения, знавшим Ландау и Лифшица длительное время — до 1962 г. Его трудно преодолеть в себе, если не вспомнить, что Е.М. ушел из жизни через 23 года после автомобильной катастрофы, в которую попал Ландау (7 января 1962 г.) и после которой он так и не оправился. За эти годы были созданы основные (для Е.М.) работы по сингулярностям в космологических решениях уравнений общей теории относительности<sup>2</sup> и главное — завершена публикация «Курса теоретической физики». Обо всем этом — дальше.

Конечно, биографию ученого составляют его работы. Мы перечислим основные этапы жизни Евгения Михайловича, остановимся на его главном научном подвиге — написании и издании «Курса теоретической физики», перечислим основные научные труды, но вряд ли этот перечень поможет воссоздать истинный облик и истинную суть этого замечательного человека.

Сохранились две автобиографии Евгения Михайловича. Каждая уместится менее чем на одной странице, в

каждой есть фраза: «С 1939 г. работаю постоянно в Институте физических проблем АН СССР в Москве». С 1939 по 1985 г. — 46 лет! Вот причина краткости автобиографии. Долгие годы научная жизнь (а большую часть времени и личная) протекала в Институте физических проблем на Воробьевском шоссе, 2, вблизи Калужской заставы<sup>3</sup>. Квартира, редакция ЖЭТФа и собственно Институт — вот три места в одном дворе, где проходила жизнь Е.М. Много внимания он уделял библиотеке ИФП, бессменным председателем библиотечного совета которой он был.

Зайдешь в институтский двор и почти всегда, практически каждый день, встретишь Евгения Михайловича. В любое время года без пальто, зимой, правда, в берете и с шарфом вокруг шеи, он быстрым шагом переходит из одного здания в другое. Всегда ощущалось: быстрые шаги не дань суете, а искреннее неумение попусту тратить время. Зная, какую грандиозную работу выполняет Е.М. по изданию Курса на многих языках (в каждое новое издание вносились изменения и в каждом исправлялись опечатки), сколько времени тратит на написание новых томов, как требовательно и аккуратно ведет ЖЭТФ, мы все понимали, что его время надо беречь. Это не означало, что, проходя по двору, он не замечал людей, избегал встреч, разговоров. Ничего подобного. Часто можно было увидеть группку из разговаривающих двух-трех человек. Можно было присоединиться, принять участие в беседе. Если тема исчерпывалась, вопрос выяснялся или становилось очевидным, что больше нечего добавить к сказанному, разговор прекращался, и Е.М. быстрой походкой шел дальше, как правило, по делу, а не просто так, до встречи со следующим собеседником.

С 50—60-х годов среди ученых установился вольный стиль в одежде: джинсы, водолазки, разнообразные куртки. Одежда Е.М. отличалась неко-

<sup>2</sup> Первая из работ по общей теории относительности (Lifshitz E.M. On the Gravitational Stability of the Expanding Universe // J. Phys. V.10(2). P.116) была сделана в 1946 г.; подчеркнем, что Ландау не был соавтором этой работы.

<sup>3</sup> Теперь Воробьевское шоссе — улица Косыгина, а Калужская застава — площадь Гагарина.





*В перерыве между заседаниями совещания по физике низких температур в ИФП. Слева направо: А.Б.Пиллард, И.М. и Е.М.Лифшицы, П.Л.Капица. 1957 г.*

торой чопорностью: пиджачный костюм, сорочка с галстуком — почти обязательные атрибуты его внешности. Летом, если было жарко, он носил рубашку с отложным воротничком и короткими рукавами. Всегда казалось, что для Е.М. характерно было «ничего слишком». Если и был он в какой-то мере чопорен в одежде, то заведомо не слишком.

Евгений Михайлович очень ценил такие качества, как организованность, надежность. Человек, обещающий что-либо сделать, должен выполнить свое обещание, и непременно в срок. Так всегда поступал он сам и хотел, чтобы так поступали другие. Вместо слова «хотел», казалось бы, можно написать «требовал», но это было бы совершенно неправильно. Он лично ничего не требовал (для себя), а выше имелось в виду следующее. Е.М., когда работал над

очередным томом «Курса теоретической физики», обращался за помощью к специалистам, кстати сказать, строго отобранным. Они обещали прислать (передать) соответствующий материал, назначали срок и часто (наверное, занятые другими делами, казавшимися им более важными или более срочными) не выполняли своего обещания. Это было очень не по душе Евгению Михайловичу. Тем более он ценил и хвалил обязательных людей. Легко понять, что отбор тех, к кому обращался Е.М., был строг. Автор почти догматизированного Курса должен был быть уверенным, что получает материал из первых рук — самой высокой пробы (хотя весь поступавший материал перерабатывался Е.М. и только после этого попадал в том). Уважение к профессионализму — одна из доминант его отношения к людям, и поэтому он не терпел небрежности в делах, нечеткости в формулировках. Если речь шла о деле, за которое он отвечал, Е.М. становился по-настоящему требовательным (в этом контексте можно, не боясь, употребить именно это слово).

Физиков-академиков Лифшицев было два. У Евгения Михайловича был младший брат — Илья Михайлович (1917—1982). Младший брат иногда опережал старшего. Член-корреспондентом Илья Михайлович стал в 1960 г., а Е.М. — в 1968-м, академиком И.М. избрали в 1970 г., а Е.М. — в 1979-м. А вот Ленинскую премию они получили в обратном порядке: Е.М. в 1962 г., а И.М. — в 1967-м. Илья Михайлович был избран в Американскую академию наук (1982), а Е.М. — иностранным членом Лондонского Королевского общества (1983) и почетным доктором Будапештского университета (1985). Не было и в помине любимой писателями проблемы «Брат мой — враг мой». Братья были разными людьми, но очень ценили и уважали друг друга. Каждый из них знал сильные и слабые стороны другого, очень ценил первые и легко прощал вторые. С 1968 г. Е.М. формально был сотрудником отдела, которым руководил Илья Михайлович. Это обстоятельство никогда не приводило к недоразумениям. Но близость помогала в научном общении. Многие вопросы Е.М. обсуждал с И.М., чьи тонкие суждения по макрокопической физике очень ценил. Эти консультации (иначе их не назовешь) нашли отражение в благодарностях: И.М.Лифшиц в большинстве томов Курса упоминается в числе тех, с кем постоянно обсуждались возникавшие вопросы.

Болезнь и смерть Ильи Михайловича Е.М. переживал очень остро. Не будет преувеличением сказать, что резкое ухудшение здоровья Е.М. после 1982 г. было вызвано потерей любимого брата. Когда И.М. поразил первый инфаркт и стало ясно, что он — тяжелый сердечный больной, Е.М. пытался повлиять на младшего брата, заставить его вести более спокойный образ жизни. (Через несколько лет выяснилось, что свою жизнь он изменить также не может, как не смог изменить жизнь брата.) Особенно он настаивал на том, чтобы И.М. не нервничал, как считал Е.М., «по пустякам». Евгению Михайло-



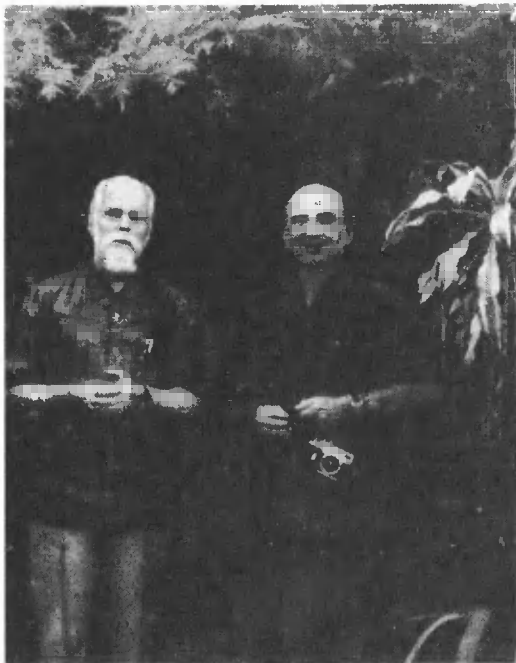
С Бором. 1961 г.

Фото С.В.Петрова

вичу казалось, что сам он умеет отличать серьезные вопросы от «пустяков». И в какой-то мере это было так. Его мало волновали вопросы престижа. Весьма скромный не только в манере поведения, но и по своим претензиям<sup>4</sup>, он, казалось, легко переносил, когда его обходили вниманием «сильные мира сего», практически не принимал участия в академических кулуарных интригах, старался извлекать и извлекал радость из того, что ему дано, — работы, налаженной семейной жизни, музыки, разнообразных поездок и путешествий.

Может создаться впечатление, что Е.М. — ученый, который для собственного спокойствия отгораживался от сложностей и бед мира. Если такое впечатление действительно возникло, от него надо избавиться. Этот образ совершенно не соответствует Е.М. Происходящее в мире и в нашей стране его остро интере-

<sup>4</sup> «Быть знаменитым некрасиво, не это подымает ввысь». Эта мысль Б.Л.Пастернака хорошо выражает духовный настрой Евгения Михайловича.



С Рерихом. Бангалур. 1967 г.

совало и волновало (как и И.М.). Оценки Е.М. были точны и не определялись сиюминутной конъюнктурой. Относясь к себе очень строго, он строго относился и к выработке своего мнения, стараясь по мере возможности, чтобы оно не менялось, не зависело от обстоятельств. Дома, с друзьями и в официальном окружении Е.М. старался оставаться самим собой — задача не всегда легко выполнимая. Кажется, в его жизни не было поступков, которые он хотел бы из своей жизни исключить... В наш трудный век мало о ком это можно сказать.

Действительно, Е.М. был принципиальным. Например, он принципиально не признавал за ученым права на самовыдвижение (на премию, на более высокое звание), не считал уместным проявление настойчивости при обращении с просьбами о поддержке (по таким же поводам). Вместо того чтобы успокоить просителя обычным: «Да, да, я, конечно, сделаю, что смогу...» — он четко высказывал свое мнение и, более того, если от него что-то зависело (на выборах в Академию, например), четко говорил, как собира-

ется поступить. Конечно, отнюдь не всегда проситель уходил успокоенным.

Но, пожалуй, еще отчетливее его принципиальность проявлялась при оценке работ по теоретической физике. Ничто не могло заставить Е.М. покривить душой: назвать неправильную работу правильной или хотя бы смолчать, не высказать свою оценку, даже если она отрицательная. И это, конечно, вне зависимости от того, кто автор работы. В этой бескомпромиссности особенно четко ощущался ландауский подход, ландауская манера научного общения — общения, которое, к сожалению, не всегда нравится тем, чьи работы критикуются (особенно если авторы не привыкли, например благодаря служебному положению, к критике).

•

Желание создать правдивый портрет заставляет задуматься: какие отрицательные черты были у Е.М.? Конечно, некоторая сухость и, может быть, излишняя определенность суждений, переходящая в отсутствие сомнений. Произнося что-либо, Е.М. не задумывался над тем, как это воспримет собеседник, в каком настроении он останется после разговора. У Е.М. фактически не было учеников, хотя некоторые ныне работающие физик-теоретики закончили аспирантуру, считаясь его аспирантами (среди них И.Дзялошинский и Л.Питаевский). Но все они ощущали себя и были по сути учениками Ландау. Отсутствие учеников — редкий случай, особенно когда ученый талантлив и продуктивен. Почему же у Е.М. не было учеников? Думается, на то имеются, по меньшей мере, три причины. Одна заключается в характере Е.М., две другие — в сложившейся его судьбе. Е.М. был необычайно самостоятельным человеком. То, что ему надо было сделать, он делал сам, не умел обращаться за помощью. Научное общение учителя с учениками в большой мере связано с поручением: «сделай то-то», в лучшем случае: «сделаем вместе». Эта форма взаимоотношений совсем не в характере Е.М. Такова, по нашему мнению,

одна причина. Вторая (и, наверное, главная) состоит в том, что в те годы, когда формировался характер Е.М., он ощущал себя учеником — учеником Ландау. Это было глубинное ощущение, как ощущение призвания, роли, места в жизни. И, наконец, третья. Свои педагогические способности Е.М. осуществлял в «Курсе теоретической физики», а организаторские — на посту заместителя главного редактора ЖЭТФа. Если попытаться проникнуть в мысли Е.М., не опираясь на его прямые высказывания, то, по-видимому, можно представить себе, что Е.М. понимал свою выдающуюся роль в развитии мировой физической науки (хотя уверены, что в столь напыщенной формулировке она никогда не приходила ему в голову).

Жизнь ученого складывается не только непосредственно из работы и личной жизни. Существует еще некоторая промежуточная фаза — взаимоотношения с коллегами, переплетающиеся с тем, что названо «непосредственно работой». Те из ученых, у кого много учеников, должны думать об их делах, защитах диссертаций, устройстве на работу. Для них «промежуточная фаза» очень важна, отнимает много времени и душевных сил. Как бы честно ты ни относился к делу, возникают отношения типа «ты мне, я тебе» (подчеркнем, что в этих словах нет осуждения). Подобного рода отношения были несвойственны Е.М. Он был врагом протекционизма в любой форме, считая, что протекционизм воспитывает лень.

Однако известен эпизод, показывающий, что к своей позиции Е.М. относился самокритично. Однажды к нему обратился молодой человек (сын его старого знакомого по Харькову — профессора-биолога), которого не приняли в Московский физико-технический институт, хотя на экзаменах он не потерял ни одного балла (!). Была проявлена очевидная несправедливость. Е.М. остро возмутился, буквально побуждал к П.Л.Капице с просьбой о помощи (на свое непосредственное влияние он не надеялся), много и настойчиво занимался этим вопросом и в результа-



*Выступление в Международном центре по теоретической физике (Триест).*

те добился пересмотра решения приемной комиссии — юноша был принят в институт, который окончил одним из первых по успеваемости.

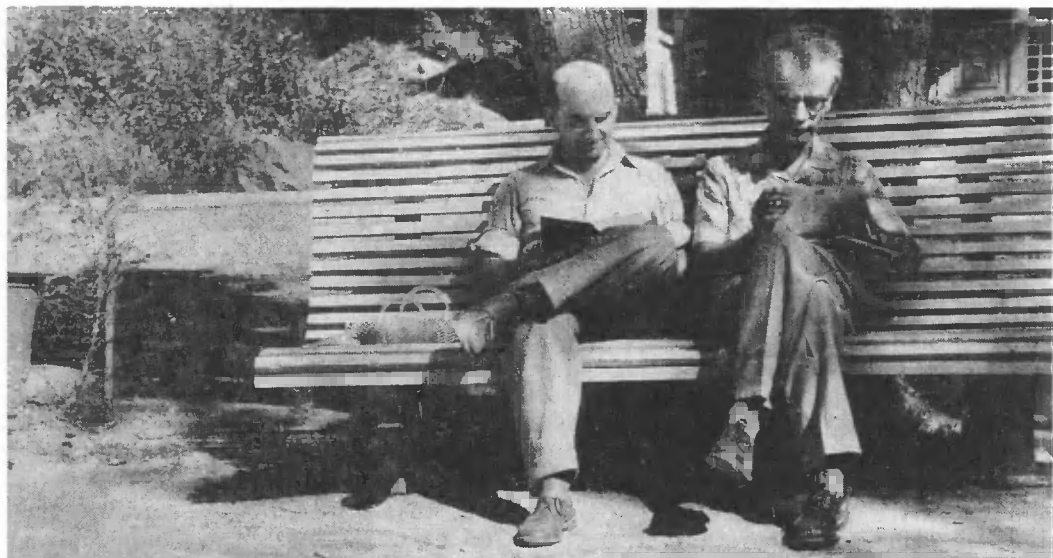
С Евгением Михайловичем трудно было говорить на произвольную теоретическую тему. Иногда приходилось быть свидетелем такого обмена фразами. Нечто, обращаясь к Е.М.: «Объясните, пожалуйста...» — далее следовал вопрос по теоретической физике. Е.М. после минутного размышления, будто просматривая оглавление: «Этот вопрос изложен в таком-то томе Курса. Ничего к тому, что там сказано, добавить не могу...»

Последние годы он разговаривал только на ту тему, которая его в данный момент интересовала, честно признаваясь, что голова полностью занята обдумыванием того или иного конкретного вопроса; переключаться он не умел, а скорее всего, не хотел, возможно, считая, что переключение снижает эффективность работы. Дело в том, что когда Е.М. хотел переключиться, он это делал, и иногда необычайно эффективно.



*Лифшиц и Ландау в Теберде.  
1940 г.*

*С Ландау во время автомо-  
бильного путешествия по  
Кавказу. Боржоми, 1960 г.  
Фото З.И. Горобец*



...В Москву приехал Дирак и читал лекцию в ИФП. Пришло много народу, и возникла необходимость переводить лекцию на русский язык (и на родном языке она не проста для понимания). За перевод взялся Е.М.<sup>5</sup>, но Дирак попросил его не перебивать: короткими абзацами ему трудно говорить, а приспособлений для синхронного перевода не было. Тогда Е.М.

попросил Дирака не стирать с доски ключевые формулы. После окончания примерно часовой лекции Е.М. четко, строго, последовательно, подробно резюмировал лекцию Дирака. Его речь продолжалась минут двадцать. Ничего существенного не было опущено.

•

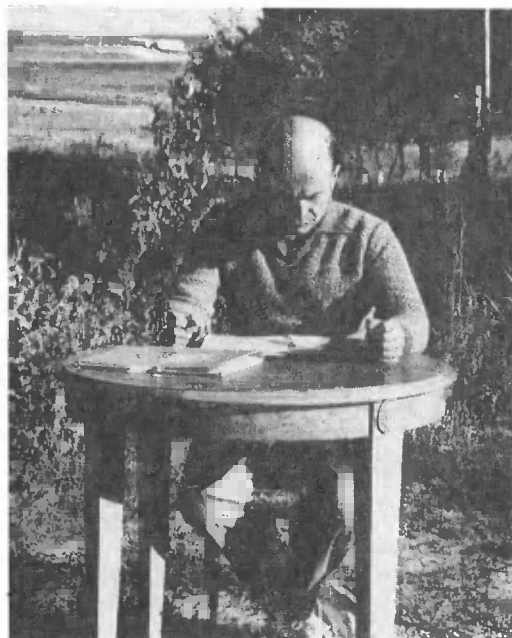
Евгений Михайлович сравнительно много преподавал. Преподавание в нескольких институтах — характерная черта жизни советских ученых в 30-е и послевоенные годы. С 1956 г. Е.М. оставил преподавание, посвятив все свое время, свободное от «Курса

<sup>5</sup> Евгений Михайлович свободно владел английским и немецким языками, предпочитая наряду с русским английский. Немецкому языку (жаловался он) в детстве его учили без артиклей, а переучиваться было трудно.

теоретической физики» и научной работы, ЖЭТФу. Известно, что доклады он делал превосходно. Строгость мысли, последовательность, безукоризненное владение материалом выдавали серьезную подготовку, без которой невозможно за вполне определенное время изложить определенный материал. Не было случая, чтобы Е.М. не хватило времени, контакт с аудиторией был полный. Зная уровень слушателей (теоретики или экспериментаторы, специалисты в данной области или нет), он строил свое изложение таким образом, чтобы аудитория могла усвоить главное. При этом слушателям казалось, что читать доклад легко — так естественно и просто держал себя докладчик. Свидетельство вдовы Е.М. — Зинаиды Ивановны: иногда Е.М. узнавал о составе аудитории в последний момент. Е.М. признавался, что у него продуманы три варианта лекции (разной сложности), и он читал один из них в зависимости от уровня подготовки слушателей.

Зинаида Ивановна рассказала такую историю. Евгений Михайлович выступал с лекцией по проблемам космологии (это происходило в Англии весной 1985 г.). Перед лекцией Е.М. ощутил начало стенокардического приступа, принял нитроглицерин, немного оправился и вышел на кафедру. У Зинаиды Ивановны были с собой шприц и набор необходимых лекарств. До начала выступления ей казалось, что ему трудно будет читать и лекцию придется прервать. Но затем как будто все наладилось, и лекция прошла прекрасно. «Тебя отпустило?» — спросила З.И. — «Нет! Как сжало, так до сих пор не отпускает!» — ответил Е.М. Обманчивая легкость чтения лекций — результат большого профессионального мастерства, тщательности подготовки.

Евгений Михайлович не умел не работать. За несколько месяцев до смерти он предполагал отдохнуть в Лиелупе (в академическом пансионате вблизи Риги). Так как один из нас (М.И.К.) уже отдыхал там и собирался поехать туда и в то лето, поездка часто обсуждалась. Серьезное препят-

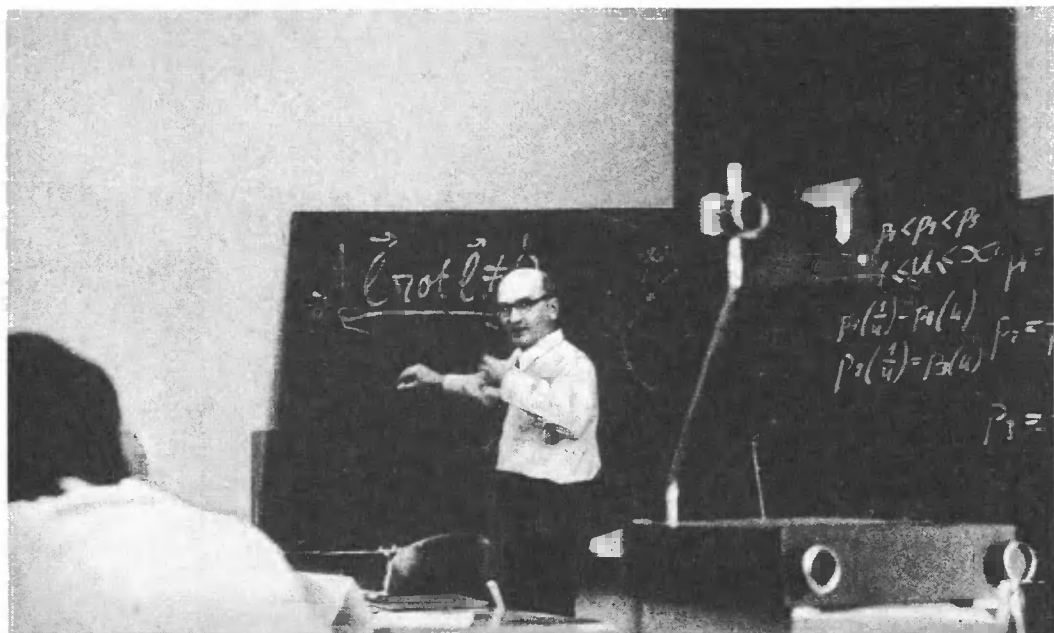


*Продолжение работы над Курсом — впервые без Дау. Озеро Иссык-Куль, сентябрь, 1962 г.  
Фото З.И. Горбеев*

ствие возникло из-за того, что для работы Е.М. надо было иметь под рукой несколько довольно толстых книг. Везти их было тяжело, а без них ехать не стоило. «Что я там буду делать, не работая?» — сказал Е.М. Поездка не состоялась — врач не дал согласия на перемену климата, обстановки, на длительный переезд.

Не надо думать, что неумение отвлекаться от работы даже в отпуске — поздняя черта Е.М. В молодости Е.М. и Ландау на машине изъездили Кавказ и Крым, часто ходили в горы, много времени проводили у моря, умели наслаждаться всеми радостями жизни. Но отдых никогда не проходил без работы, в поездки брались тетради, книги — все необходимое, и Е.М. работал (либо с Ландау, либо самостоятельно) в палатке, на берегу моря — везде, практически каждый день.

Кроме музыки, которую Е.М. очень любил и хорошо знал, его интересовали литература и история. Он много читал, делился с друзьями



На лекции. Брно, 1975 г.

мыслями о прочитанном. Любил стихи, часто повторял строки Д.Самойлова:

Вот и все, смежили очи гении.  
И когда померкли небеса,  
Словно в опустевшем помещении  
Стали слышны наши голоса.  
Тянем, тянем слово залежалое,  
Говорим и вяло и темно.  
Как нас чествуют и как нас жалуют!  
Нет у их. И все разрешено.

Несомненно, Е.М. соотносил эти восемь строк с ситуацией в физике после выключения из нее Ландау, хотя, надо сказать, не утверждал это прямо, по-видимому, не желая кого-нибудь при этом обидеть. Е.М. очень ценил многих относительно молодых физиков-теоретиков, которые считали себя (и вполне справедливо) продолжателями ландауской теоретической физики.

Вот эпизод. Группа научного туризма возвращается поездом из Болгарии, где принимала участие в работе конференции по физике низких температур. У кого-то оказался «Фауст» в переводе Б.Пастернака. Его читали вслух. Е.М. слушал со всеми, а

потом читал «Фауста» наизусть по-немецки, демонстрируя не столько память, сколько любовь к вершинам немецкой классической поэзии.

Несколько штрихов, относящихся к временам детства и юности. Они взяты из письма двоюродных сестер Евгения Михайловича, М.С. и А.С.Абезгауз, Зинаиде Ивановне от 25 октября 1986 г. (через год после смерти Е.М.).

«...Женя был внешне и по характеру похож на отца. Михаил Ильич был очень образованным человеком, известным профессором медицины не только на Украине, но и в Союзе. Он лечил Балицкого — наркома внутренних дел Украины, Дзержинского, консультировал Фрунзе и членов Украинского правительства. Столицей Украины тогда был Харьков. По характеру Михаил Ильич был немногословен. Он был одним из лучших врачей-гастроэнтерологов в Союзе. Часто бывал в заграничных командировках и брал с собой семью. Прекрасно знал английский язык. В семье говорили с детьми по-английски, поэтому они владели им хорошо. Кроме того, у них с детства вплоть до 1937 года был прекрасный преподаватель английского языка Гордон. Это был англичанин-эмигрант. В



семье была прекрасной преподаватель музыки Алиса Николаевна Гольденгер, которая привила им музыкальный вкус и любовь к музыке, а способности у них были незаурядные. Они [оба брата] даже писали музыку и думали, что будут музыкантами. Но они просто были талантливыми людьми и к чему бы ни прикасались, все было для них доступно и легко воспринималось.

Женя поступил в школу в 6-й класс, до этого он занимался дома с учителями. В школе-семилетке он прочулся всего два года (6- и 7-й классы). Окончил школу, когда ему было 14 лет и поступил в Химический техникум, в котором прозанимался два года... Особенно интересными были всегда детские именины. Кроме близких родственников были друзья детей. На этих именинах были интересные театрализованные выступления детей, разыгрывались интересные шарады и загадки. Во всем этом Женя и Леля [так в семье звали Илью Михайловича] принимали очень активное участие... В 1934 году умер отец Жени и Лели. Эту смерть вся семья перенесла очень тяжело. Михаил Ильич любил объединять родственников и прекрасно к ним относился...

Характер Жени в детстве — не очень общительный, углубленный в себя, но живой и общительный с приятелями, сначала детьми, а в дальнейшем взрослыми друзьями. С детства намечалась свойственная ему в дальнейшем черта характера — принципиальность. Мнение свое отстаивал всегда до конца, был сдержан, но суждения его часто были безапелляционными... Как старший брат был более независимым. У Жени и Лели была очень хорошая библиотека... был настольный теннис — пинг-понг. Играли на большом столе в столовой. Это была большая 45-метровая комната, в которой после войны жила тетя Берта [мать Е.М. и И.М.]... Тетя в последнее время много болела, и Женя очень быстро и много раз приезжал из Москвы... У него, кроме всего, было развито чувство долга. Очевидно, это чувство долга проявлялось во всех поступках Жени до конца его жизни...»

Отметим еще: отец умер, когда Е.М. было 19 лет. Всю свою жизнь он строил самостоятельно.

Метание Е.М. (Харьков—Москва—Харьков и, наконец, окончательно Москва) совпадает с переездом Ландау из Харькова в Москву, его несправедливым арестом и счастливым освобождением через год. Евгений Михайлович пережил трудный период. Известно, что месяца три он вовсе не работал — прожил в Крыму со своей первой женой Еленой Константиновной Березовской<sup>6</sup>, стараясь не быть на виду. Советские люди, пережившие 37—38-й годы взрослыми, легко представляют себе, каким было его душевное состояние. Он редко вспоминал тот период. Всегда лишь с глубочайшим восхищением говорил о мужестве академика П.Л.Капицы, которое он проявил, спасая жизнь Ландау. Копии писем П.Л.Капицы в защиту Ландау, адресованные руководителям Советского государства, он хранил как самую дорогую реликвию.

Отличительная черта научного творчества Е.М.Лифшица — сравнительно небольшое число работ; почти нет маленьких статей типа замечаний. Заметка в "Physical Review Letters"<sup>7</sup> — краткое сообщение о большой работе, подробное изложение которой содержится в нескольких публикациях. А иногда краткое сообщение и, на первый взгляд, по частному вопросу — своеобразное событие. Вот, например, небольшая заметка в ЖЭТФе<sup>8</sup>. В ней показано, что химический потенциал жидкого <sup>3</sup>He в сравнительно широком диапазоне температур можно представить в виде

<sup>6</sup> В 1946 г. у Евгения Михайловича и Елены Константиновны родился сын Михаил. Он окончил Медицинский институт, став патологоанатомом. Работает в Институте судебной медицины. Женат, имеет дочь. В свободное от работы время увлекается скульптурой.

<sup>7</sup> Lifshitz E.M., Khalatnikov I.M. General Cosmological Solution of the Gravitational Equations with a Singularity in Time // Phys. Rev. Lett. 1970. V.24(2). P.76.

<sup>8</sup> Лифшиц Е.М. О теплоемкости жидкого <sup>3</sup>He // Журн. эксперим. и теорет. физики. 1951. Т.21. С.659.



*Последняя фотография. С женой и Ю.Б.Харитоновом в доме отдыха «Сосны». Сентябрь, 1985 г.*

*Фото С.П.Калицы*

ряда по степеням  $T^2$ . Эта заметка вместе с работой И.Я.Померанчука<sup>9</sup> — предвестники теории ферми-жидкости, созданной Ландау через несколько лет.

Образно говоря, в списке опубликованных работ по существу отсутствуют фоновые, над которыми возвышались бы значительные, существенные, важные. Особенно это относится ко второй половине жизни Е.М. Каждая его публикация в тот период — научное событие.

И еще одна отличительная черта его работ. Они конкретны: во всех — от первых (по квантовой механике, выполненных совместно с Ландау) до последних (по космологии) — ставится и решается конкретная теорфизическая задача. Конкретная в том смысле, что ответом служит вполне конкретная формула, допускающая в принципе

экспериментальную и (или) наблюдательную проверку. И в том, что используются существующие общие представления, которые конкретизируются для решения данной задачи.

Каждые несколько лет в физике (да и в любой другой науке) возникают модные темы, к разработке которых устремляются «толпы» молодых (и не слишком молодых) людей. Во время работы над очередным томом «Курса теоретической физики» Е.М. по необходимости приходилось знакомиться с модными и с недавно вышедшими из моды темами. Хотя бы для отбора, для решения вопроса о том, что займет свое место в Курсе, а что останется вне его. Но сам Е.М. никогда не был «модником». Если, правда, отвлечься от космологии, в которой его работы (совместно с И.М.Халатниковым и В.А.Белинским) создали моду.

Вопрос об общем виде особенностей в космологических решениях уравнений общей теории относительности Е.М. считал крайне важным и интересным. Он часто говорил (Л.П.Питаевскому), что ему хотелось хотя бы дожить до

<sup>9</sup> Померанчук И. К теории жидкого<sup>3</sup>Не // Журн. эксперим. и теорет. физики. 1950. Т.20. С.919.

выяснения этой проблемы. И то, что он вместе со своими коллегами получил ответ на данный вопрос, доставило ему особую радость.

В большинстве случаев работы Е.М. посвящены «вечным» темам; решение задач, в них содержащееся, достраивает здание теоретической физики, ликвидирует «белые пятна». Характерный пример — построение теории молекулярных сил притяжения между конденсированными телами.

Три рода деятельности Е.М. (самостоятельная научная работа, написание, издание и переиздание «Курса теоретической физики» и, наконец, ЖЭТФ) дополняли и обогащали друг друга. Евгений Михайлович всегда исходил из общих принципов, которые непросто сформулировать, но которые, как все мы ощущали, характеризуют «ландаускую физику». Во-первых, это подход к физике как к единой (хотя и разнообразной) науке, во-вторых, приоритет чисто научного подхода (основанного на внутренней логике науки) по сравнению с разнообразными вторичными внешними обстоятельствами — модой, сиюминутной полезностью и т.п. В-третьих, четкое разграничение работ на «правильные и неправильные». Неправильная, т.е. содержащая ошибки работа, сколь бы интересные вопросы она ни поднимала, не имеет смысла. Такая работа должна быть исправлена, а если исправить ее нельзя, то она вовсе не может рассматриваться. Этот, казалось бы, естественный подход, пожалуй, самое «тонкое» место в «ландауской физике». Не всегда можно строго установить правильность работы. Она может казаться неправильной, но потом, когда новое направление, еще не угадываемое по оцениваемой работе, завоюет себе «место под солнцем», окажется правильной. Поэтому излишняя критичность (если она, конечно, излишняя) может быть вредной. Надо подчеркнуть, что Е.М., как и его учитель Ландау, никогда не навязывал своего мнения, сколь бы определенно его ни высказывал.



*На приеме у Роберта и Элизабет Максвеллов по случаю 40-летия их свадьбы (Р. Максвелл — издатель Курса Ландау—Лифшица в Англии). Оксфорд, 1985 г.*

Жизнь Евгения Михайловича Лифшица, как жизнь всего поколения, была трудной. И все же, наверное, ее можно считать счастливой. Он был занят любимым делом и находился на уровне того дела, которым занимался.

Сочетание «Ландау — Лифшиц» воспринимается не только как название знаменитого Курса. Оно приобрело смысл символа эпохи в теоретической физике. Для тех, кто большую часть своей творческой жизни провел в годы, когда создавались и выходили из печати тома Курса, смерть Евгения Михайловича была воспринята как конец эпохи Ландау и Лифшица.

Хочется верить, что в памяти многих Евгений Михайлович надолго останется ярким примером преданности науке, высокого профессионализма и бескомпромиссной честности. Следовать этому примеру нелегко, но хотеть следовать необходимо...

---

 Медицина
 

---

### Дифтерия — международная угроза?

Дифтерия в течение последних десятилетий считалась "обузданным" и почти забытым в Европе инфекционным заболеванием. Ситуация резко изменилась в начале 90-х годов, когда вспыхнувшая в России и на Украине эпидемия стала распространяться и в других государствах бывшего СССР. К 1994 г. число заболевших достигло 47802, а умерших — 1742 человека. По оценкам специалистов, в 1995 г. в странах СНГ могут заболеть еще 150—200 тыс. человек.

От дифтерии продолжают погибать 2—3% заболевших на Украине и в России, 6—10% — в Армении, Казахстане, Молдавии и Латвии. Самая высокая смертность (17—23%) отмечается в Азербайджане, Грузии и Туркменистане; в последнем среди детей до двух лет она достигает 50%.

Эпидемия стала распространяться и за пределами СНГ. В Финляндии, где за последние 30 лет не было ни одного случая дифтерии, в 1994 г. зарегистрировано четверо больных, трое из которых контактировали с инфицированными россиянами. В Польше в 1993 г. выявлено 10 случаев; источник заражения половины из них связан с Украиной и Беларусией; в Германии также зарегистрировано

шесть импортированных случаев болезни.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ), Детский фонд (ЮНИСЕФ), Международная федерация Красного Креста и Красного Полумесяца и другие организации выработали специальную программу контроля за эпидемией дифтерии в странах бывшего СССР. Она предусматривает иммунизацию всего населения, максимально быструю диагностику, изоляцию заболевших и эффективное лечение. На консультативных встречах в январе—феврале 1995 г. представители министерств здравоохранения стран СНГ одобрили эту программу.

World Health Organization. Press Release. 1995. № 48; In Point of Fact. 1995. № 89 (Швейцария).

---

 Иммунология
 

---

### Предрасположенность к гепатиту В

Врачи-инфекционисты заметили, что примерно 10% больных гепатитом В заболевают, несмотря на вакцинацию против этого заболевания. Болезнь очень часто приобретает у них хроническое течение с риском последующего осложнения циррозом и раком печени.

Иммунологи А.Алмарри (А.Алмарри; Хамад-госпиталь, Доха, Катар) и Р.Батчелор (R.Batchelor; Королевская медицинская школа Лондон-

ского госпиталя Хаммерсмита, Великобритания) предрасположенность к гепатиту В связывают с различиями в основном комплексе гистосовместимости (HLA).

Авторы исследовали антигены поверхности лейкоцитов различных групп населения Катара (страны, находящейся на северо-востоке Аравийского п-ова), где гепатит В очень распространен. Оказалось, что у хронически инфицированных вирусом гепатита В людей гораздо чаще по сравнению со здоровыми встречается тип HLA (получивший название DR7), чем DR2. У пациентов с типом DR7 после введения вакцины против вируса устойчивость к заболеванию не повышается, в отличие от людей с антигенами типа DR2.

Полученные результаты позволяют выявлять группы населения с повышенным риском заболевания гепатитом В и принимать необходимые профилактические меры.

The Lancet. 1994. V.345. P.1194 (Великобритания).

---

 Вирусология
 

---

### Как размножается возбудитель СПИДа

Известно, что для репродукции возбудителю СПИДа (вирусу иммунодефицита человека, ВИЧ), как и другим ретровирусам, не-

обходимы определенные внутриклеточные структуры хозяина. Недавно две группы американских исследователей — под руководством Дж.Лубана (J.Luban, Колумбийский университет) и Х.Готтлингера (H.Gottlinger, Гарвардская медицинская школа, Бостон) — установили, что для репликации вируса необходимо присутствие клеточного белка циклофилина А. Этот белок, встречающийся в клетках многих организмов, от бактерий до человека, известен как «сопровождающий», помогающий другим белкам принимать нужную для их функционирования форму. Кроме этого, он является мишенью для иммунодепрессанта циклоспорина А и образует с ним комплекс.

Колумбийская группа показала, что циклофилин А присоединяется к белку gag — одному из структурных белков вируса иммунодефицита. Специалисты обеих групп обнаружили, что если взаимодействие между циклофилином А и белком gag нарушено, то в культуре клеток, инфицированных возбудителем СПИДа, репликация вируса не происходит. Такое нарушение может быть вызвано действием циклоспорина А или его аналога, не подавляющего иммунную систему, а также вещества, нарушающего структуру гена, который кодирует белок gag.

Оказалось, что циклофилин А необходим для репродуцирования только ВИЧ-1 и не требуется для ВИЧ-2 и SIV — возбудителя заболевания у приматов. Пока неизвестно, почему.

Напрашивается вывод, что блокирование циклофилина А может приостановить развитие болезни. Но этот белок необходим для осуществления многих других клеточных реакций, и поэтому его блокирование

может стать для клетки губительным. Пока сделан лишь еще один шаг в понимании механизма репликации ВИЧ-1.

Nature. 1994. V.372. № 6504. P.359, 363 (Великобритания).

Молекулярная биология

**Клеточный рецептор — орудие самоубийства**

На поверхности клеток животных и человека имеется множество рецепторов, через которые воздействуют на клеточный метаболизм различные вещества, в том числе и цитокины (биологические модуляторы иммунной системы — интерферон, интерлейкины и др.).

При контакте этих веществ с рецепторами клетка получает разнообразные сигналы, одни из которых стимулируют ее жизнедеятельность, другие же вызывают гибель клетки. Последние особенно важны для уничтожения опухолевых клеток, например раковых.

Д.Валлах (D.Wallach, Вейцмановский институт науки, Реховот, Израиль) с коллегами изучили рецептор, получивший название р55, к одному из цитокинов — фактору некроза опухолей (TNF — tumor necrosis factor). Этот цитокин, как свидетельствует его название, помогает организму убивать раковые клетки. Рецептор к нему состоит из двух частей, одна из которых расположена на внешней поверхности клеточной мембраны, а другая, меньшая — направлена в глубь цитоплазмы клетки. TNF прикрепляется к внешней части рецептора р55, при этом внутренняя его часть посылает клетке цепь сиг-

налов, которые приводят ее к гибели. Исследователи назвали эту внутреннюю часть рецептора «регионом смерти». Им удалось установить, что такие регионы внутри клеток могут как-то взаимодействовать друг с другом, запуская «самоубийство» клеток даже в отсутствие TNF.

Авторы ввели в ДНК клеток человека генетический участок, кодирующий синтез р55 (названный ими «вектором экспрессии»), после чего клетки стали более активно продуцировать рецепторы р55 и быстрее погибать. Исследования показали, что гибель клеток наступала даже в том случае, когда вводили участок гена, кодирующего только внутреннюю часть р55. Если же вводился участок, кодирующий только внешнюю часть рецептора, гибель не усиливалась.

Существование рецепторов, которые могут приводить клетки к гибели просто при взаимодействии друг с другом, ставит их под постоянную угрозу смерти. Исследователи полагают, что существует какой-то неизвестный пока защитный механизм, предотвращающий опасную кооперацию рецепторов «самоубийства».

The Journal of Biological Chemistry. 1995. V. 270. P. 387 (США).

Экология

**И да поможет нам кит!**

Где только ни пытались биологи найти микроорганизмы, которые помогли бы очистить море от промышленного загрязнения; искали и в почве, и в прудах, и в морской воде, но без особого успеха. И вот недав-

но ветеринар-токсиколог М.Крейг (M.Craig; Университет штата Орегон, Корваллис, США) нашел такие бактерии — в желудке кита.

Он исследовал микрофлору кишечного тракта гладких (настоящих) китов (Balaenidae), которых в Америке разрешается добывать в малых количествах только аборигенам Аляски для пропитания. Среди примерно тысячи видов бактерий, содержащихся в их желудках, найдены такие, что способны разрушать нафталин и антрацен — вещества, которые присутствуют в нефтепродуктах, разлагаются с трудом и вызывают у человека рак. Эти соединения опасны для людей, но не для обнаруженных бактерий.

Нашлись в кишечнике кита и микроорганизмы, которые легко расправляются с полихлорированными бифенилами, тоже провоцирующими злокачественные образования.

Теперь понятно, почему гладкие киты спокойно переносят сравнительно большие концентрации этих веществ, появляющихся в их родной стихии после крупных аварий нефтеналивных судов.

В отличие от бактерий, живущих в морской воде, вновь найденные микробы способны превращать ядовитые вещества в безвредные даже при отсутствии кислорода. Именно это делает их особенно полезными в случаях, когда разлившаяся с танкера нефть просочилась глубоко в почву побережья или скопилась под камнями.

Крейг установил также, что некоторые микробы, живущие в желудочно-кишечном тракте овец и коз, способны разрушать тринитротолуол, входящий в состав артиллерийских снарядов и мин. Это очень

помогло бы в очистке территории полигонов.

Орегонский университет намерен запатентовать полезные бактерии, найденные Крейгом.

New Scientist. 1995. V. 146. № 1977. P.9 (Великобритания).

#### Охрана окружающей среды

### Великая китайская стройка все же началась

Первый камень в строительстве величайшей в мире плотины на р. Янцзы выше г. Ичана (провинция Хубэй) был заложен в декабре 1994 г. Здесь планируется сооружение гидроэлектростанции мощностью 18 тыс. МВт, что в полтора раза превышает мощность нынешней "рекордсменки" в этой области — ГЭС Итаипу на р. Парана (Парагвай), построенной с помощью Бразилии.

До сих пор от общей энергомощности Янцзы, достигающей, по оценкам гидростроителей, 37 тыс. МВт, использовалось не более 1%. Строительство, рассчитанное примерно на 15 лет, обойдется в сумму от 22 до 34 млрд. долл.

Началу работ предшествовала бурная дискуссия, развернутая противниками этого проекта как в самом Китае, так и за рубежом. Отмечалось что затопление вызовет необходимость отселения более 1 млн. жителей городов, поселков и деревень, уходящих под воду; будут потеряны миллионы га пахотных земель; изменение водного режима уничтожит развитие по берегам Янцзы рыболовство, традиционно дающее пропитание сотням тысяч людей.

Существует также опасность, что это рукотворное водохранилище протяженностью 600 км заполнится илистыми осадками всего за 20 лет, поскольку в районе Ичана река ежегодно переносит около 530 млн. т ила, и большая его часть будет оседать у плотины.

Д.Берд (D.Beard; руководитель Управления землепользования США, которое в последние 50 лет ведет значительную часть мирового гидростроительства) считает, что эпоха сооружения плотин миновала. Однако в странах Азии тенденция обуздывать реки все еще сильна. Так, Таиланд, Вьетнам, Камбоджа и Лаос в декабре 1994 г. подписали соглашение о строительстве целого каскада гидроэлектростанций на р. Меконг, поддержанное программой развития ООН.

New Scientist. 1994. V. 144. № 1957/1958. P. 6 (Великобритания).

#### Геофизика

### Горизонтальный разлом земной коры

Долгое время американские фирмы, ведущие разведку и добычу полезных ископаемых, держали в секрете многие данные относительно строения земной коры, рассматривая их в качестве коммерческой тайны. Однако с понижением мировых цен на горючие ископаемые постепенно научной общественности стали представлять подобную информацию.

Пользуясь изменением ситуации, Т.Л.Пратт (T.L.Pratt; Геологическая служба США, Сиэтл, штат

Вашингтон, США) и его коллеги изучили ранее закрытую геофизическую характеристику залива Пьюджет-Саунд в районе о. Ванкувер, у тихоокеанского побережья Канады и США. Выступая на конференции Американского геофизического союза (декабрь 1994 г., Сан-Франциско), они сообщили об открытии под ложем этого залива на глубине 15 км почти горизонтально залегающего разлома земной коры. Можно полагать, что этот пласт смещается в северном направлении, порождая складчатость. Хотя разлом сам по себе не является источником землетрясений, однако он соединяется с более мелкой залегающими разломами, что создает общую движущуюся систему, которая и вызывает повышенную сейсмичность в данном регионе.

Сейсмологи предполагают, что аналогичная картина наблюдается и в сейсмоактивном районе Лос-Анджелеса: постепенное сжатие земной коры в направлении север-юг, угрожающее сильными толчками. Теперь, имея перед собой такой аналог системы, специалисты могут определять скорость движения коры по здешним разломам и вероятную частоту местных землетрясений.

Science News. 1994. V.146. № 26/27. P.442 (США).

Сейсмология

### **Будущее Лос-Анджелеса под угрозой: «землетрясений было слишком мало»**

Большинство оценок сейсмического риска для городской конгломерации Лос-Анджелеса (штат Калифорния, США) строились на

изучении разлома земной коры Сан-Андреас, проходящего в 50 км от города. При этом рассматривалась, как правило, вероятность лишь одного катастрофического землетрясения магнитудой около 8 по шкале Рихтера.

Однако Нортриджское землетрясение<sup>1</sup> 17 января 1994 г. с магнитудой «всего» 6.7 и тем не менее принесшее убытки в 15 млрд. долл., привлекло внимание сейсмологов и к другим разломам, проходящим непосредственно под городом. Стало ясно, что и меньший по силе толчок, но случающийся под самим населенным пунктом, может быть весьма разрушительным. О том же говорит анализ сейсмических событий, происходивших в январе 1995 г. под Кобе (о. Хонсю, Япония).

Известно, что энергия сейсмической активности на значительной части Калифорнии обусловлена непрерывным взаимодействием Тихоокеанской литосферной плиты с Североамериканской и медленным сжатием вследствие этого Лос-Анджелесского бассейна в направлении север-юг, что приводит к накоплению напряжений, а затем и разрыву земной коры, сопровождаемому мощным толчком.

Группа специалистов во главе с Дж.Ф.Доланом (J.F.Dolan; Южнокалифорнийский сейсмологический центр, Лос-Анджелес) изучала шесть крупных разломных систем, выявленных в данном районе. Размеры и характер разломов позволили

ли вычислить силу потенциально возможных толчков. Их вероятную повторяемость устанавливали по геологическим данным о скорости скольжения одной стороны разлома относительно другой в течение тысячелетий.

Специалисты пришли к выводу, что в земной коре под Лос-Анджелесом накопилась столь большая энергия напряжения, которой достаточно для 17 землетрясений, равных по мощности Нортриджскому. Реально же здесь произошло лишь два таких события — в 1971 и 1994 гг. Таким образом, энергии достаточно, чтобы непосредственно под городом вызвать еще 15 толчков магнитудой примерно 6.7.

Еще серьезнее выглядят выводы этой группы о том, что здесь может произойти меньшее число, но более сильных землетрясений. По характеру разломов установлено, что они в состоянии вызвать толчки магнитудой до 7.2—7.6. Впрочем, и эти землетрясения уже как бы «запаздывают». Чтобы разрядить накапливающеся здесь напряжение, события подобной мощности должны происходить примерно раз в 140 лет, однако ни одного за последние 210 лет не отмечалось.

Пока еще не ясно, в какой форме проявится разрядка в дальнейшем: в серии толчков средней силы или же их будет значительно меньше, но гораздо более мощных; возможно также сочетание тех и других. В любом случае уровень сейсмической активности здесь в близком будущем повысится.

К аналогичным выводам одновременно, но иным путем пришла группа, возглавляемая С.Э.Хаф

<sup>1</sup> Подробнее см.: Землетрясение было неожиданным // Природа. 1995. № 3. С.115; Землетрясение в Нортридже — в центре внимания специалистов // Природа. 1995. № 4. С.117—118.



(S.E.Hough; Геологическая служба США, Пасадена, Калифорния). Не рассматривая отдельные разломы, специалисты определяли, какое число землетрясений «необходимо», чтобы сжимать бассейн Лос-Анджелеса со скоростью 0.9—1.2 см/год (реально установленной методами наземной геодезии, а также измерениями со спутников). Согласно их заключению, таких толчков до сих пор было «слишком мало»: землетрясения магнитудой 7.5 должны бы происходить раз в 245—325 лет, а силой 6.6 — раз в 46 лет; в действительности же — намного реже.

Таким образом, оба коллектива полагают, что в районе Лос-Анджелеса можно ожидать катастрофы в любой момент, причем источником ее отнюдь не обязательно послужит разлом Сан-Андреас.

Science. 1995. V.267. № 5195. P.199, 211 (США).

#### Вулканология

### Вулкан «плюется» золотом

Американский геохимик Ф.Гофф (F.Goff; Лос-Аламосская национальная лаборатория, штат Нью-Мексико) направился в начале 1993 г. к вулкану Галерас в Колумбии, чтобы определить количество трития, содержащегося в его магме. Однако начавшееся вскоре бурное извержение, в ходе которого погибло несколько ученых<sup>1</sup>, вынудило прервать работу. Когда стихия не-

сколько успокоилась, один из местных жителей повел Гоффа к золотой жиле, находящейся в 16 км к западу от вершины Галераса.

Анализ образцов породы, взятых в окрестностях вулкана, показал, что в некоторых из них содержание золота достигает 269 частей на 1 млн. (в других — 22 части на 1 млн.). В магматической жидкости, конденсирующейся из газов фумарол, количество золота не превышает 6.04 части на 1 млн.

Общая масса, выбрасываемых Галерасом газов приблизительно известна. Подсчитано, что ежесуточно вулкан «выплевывает» около полукилограмма золота, занимая, таким образом, первое место в мире среди вулканов — «производитель» благородного металла (правда, множество вулканов остаются в этом отношении пока не изученными). Во всяком случае, Галерас «выдает на гора» в 20 раз больше золота, чем вулкан Сент-Хеленс (штат Вашингтон, крайний Северо-Запад США) и примерно в четыре раза больше, чем Эребус в Антарктиде.

Опасаясь, что сообщение об этом открытии вызовет в Колумбии «золотую лихорадку», Гофф приберег информацию до конференции Американского геологического общества, которая состоялась в Сизтле (штат Вашингтон) в ноябре 1994 г.

Впрочем, свои ежесуточные полкило драгоценного металла вулкан разбрасывает на столь больших площадях, что вряд ли овчинка будет стоить выделки.

New Scientist. 1994. V.144. № 1950 P.6. (Великобритания).\*

#### Гляциология

### Ледовый покров Антарктиды исследуется из космоса

Специалисты Британской антарктической службы (British-Antarctic Survey) используют радар-интерферометр, установленный на искусственном спутнике Земли, для измерения движения ледового покрова Антарктиды. Спутник, пролетая над ним, посылает радиопульсы, которые отражаются снежно-ледовой поверхностью. Обработка информации от принятых отраженных сигналов позволяет получить серию координат форм покрова и, таким образом, судить о его относительном перемещении.

В среднем антарктическое лето длится с конца ноября по март, и на это время полетных экспедиционных работ гляциологи устанавливают во льду металлические отражатели радиопульсов, что позволяет рассчитать абсолютное перемещение ледового покрова. Хотя известно, что эта скорость составляет около 400 м в год, специалисты Британской антарктической службы Э.Моррис (E.Morris) полагают, что радар-интерферометр позволит определять ее с точностью до нескольких метров. Площадь антарктических льдов и скорость их перемещения отражают ход глобального потепления климата. Эта информация представляет особый интерес для специалистов, изучающих объем и динамику ледового покрова, который оказывает решающее воздействие на колебания уровня Мирового океана.

Geographical Magazine. 1995. V.LXVII. № 1. P.10 (Великобритания).

<sup>1</sup> Подробнее см.: Вулкан Галерас вышел из себя // Природа. 1994. № 1. С.127.; Коварство вулкана Галерас // Природа. 1994. № 7. С.114—115.

## Метеорология

**Антарктида тоже теплеет?**

По наблюдениям, проведенным на британской южнополярной станции Фарадей с 1951 по 1961 г., средние температуры зимнего месяца июля составляли  $-12.86^{\circ}\text{C}$ . За десять лет (1981—1990) они поднялись до  $-7.5^{\circ}\text{C}$ . По мнению метеоролога П.Старка (P.Stark), который выполнил этот статистический анализ, такие данные говорят о распространении глобального потепления и на Антарктиду.

Однако глава метеорологического отдела Британской антарктической службы Дж.Кинг (J.King; Кембридж, Великобритания) обращает внимание на то, что на западном побережье Антарктического п-ова, далеко выдвинувшемся на север (где и расположена полярная станция Фарадей), отмечаются частые и резкие перепады температур. Поэтому опасно основываться только на этих данных в относительно долгосрочном климатологическом анализе. Колебания температуры на Антарктическом п-ове особенно заметны в зимний сезон, но, очевидно, они столь специфичны только для этого региона, в остальной Антарктиде выражены слабее.

New Scientist. 1994. V. 142. № 1931. P.11 (Великобритания).

## Метеорология

**Истощается ли озоносфера?**

На состоявшейся в июне 1994 г. в Лондоне метеорологической конфе-

ренции выступление известного геофизика Ф.Сингера (F.Singer; Университет штата Вирджиния, Шарлоттсвилл, США) вызвало острую дискуссию.

Он утверждал, что показания озонметра Добсона — прибора, с помощью которого измеряется содержание озона в верхней атмосфере, — содержат систематическую, а возможно, и принципиальную ошибку. Известно, что диоксид серы и озон поглощают свет в близких полосах частот, поэтому прибор, определяя концентрацию газов по спектрам поглощения, не в состоянии различить эти два вещества<sup>1</sup>. Над Европой и Северной Америкой, где в атмосфере содержится много  $\text{SO}_2$ , возникающая при этом ошибка может быть особенно велика.

Еще за два года до исследований Сингера бельгийские ученые обнаружили, что кажущееся истощение озона в воздушном пространстве над Брюсселем на самом деле — лишь следствие улучшения системы наблюдений над выбросом  $\text{SO}_2$  местными ТЭС, однако тогда столь далеко идущих выводов сделано не было.

Отчетливую негативную реакцию утверждения Сингера вызвали среди профессиональных защитников среды обитания. Так, сотрудничающей с организацией Грэнпреасе Д.Парр (D.Parr) заявил, что возможность подобного эффекта известна еще с начала 60-х годов, но утверждения в глобальном масштабе недопустимо делать по данным только одной станции, тем более, что Брюссель —

совершенно нетипичный район.

Метеоролог Дж.Фарман (J.Farman; Британская антарктическая служба) — первооткрыватель «озонных дыр» в Антарктике в начале 80-х годов — полагает, что упоминаемый Сингером фактор может иметь место, но масштабы его незначительны. Эпизоды почти полного исчезновения озонового слоя в стратосфере обоих полярных регионов Земли не могут быть связаны с ним.

Со своей стороны Сингер не отрицает того факта, что образующиеся при работе холодильной промышленности и в результате использования аэрозолей хлорфторуглеродороды разрушают атмосферный озон, однако эти антропогенные источники, по его мнению, ответственны лишь наполовину за истощение озоносферы, остальное — результат природных явлений. Так, удвоение вулканической активности на Земле за последние 20 лет настолько повысило содержание хлора в воздушном пространстве, что это стало служить не меньшей, чем человеческая деятельность, причиной падения содержания озона и возникновения «озонных дыр». Кроме того, насыщенность атмосферы озоном следует естественным колебаниям, связанным с 11-летним циклом солнечной активности, а надежных средств отличить этот фактор от иных пока еще не существует.

Возражая, Фарман указывает, что баланс хлора в воздушном пространстве ныне известен уже достаточно хорошо, прямых же свидетельств, что в ходе какого-либо вулканического извержения было выброшено в стратосферу такое-то количество хлора, которое

<sup>1</sup> См. также: Мэддокс Дж. Может ли очевидность быть все же неубедительной? // Природа. 1994. № 9. С.49—51.

было бы существенно для озоносферы, нет.

Дискуссия продолжается.

New Scientist. 1994. V. 143. № 1932. P.7 (Великобритания).

#### Археология

### Древние проклятия

Израильские и американские археологи, возглавляемые К.Глисон (K.Gleason; Музей при Университете штата Пенсильвания, Колледж-Парк, США), при раскопках древнего палестинского города Цезаряя Приморская обнаружили на дне давным-давно пересохшего и засыпанного землей колодца странный «клад»: около 50 аккуратно сложенных вчетверо или свернутых в трубочки свинцовых полосок. Подобные находки уже встречались ранее в различных уголках бывшей Римской империи, но на территории Израйля — это первый случай.

У древних римлян, владевших Палестиной 1,5—2 тысячелетия назад, был распространен обычай проклинать своих недругов "письменным образом". Они выцарапывали свои яростные пожелания на полоске мягкого металла, свертывали его и бросали в такое место, которое, по их представлениям, было ближе к загробному миру: в глухой колодец, могилу, глубокую расщелину и т.п., а потом ожидали, когда проклятие сбудется.

Согласно лабораторной датировке, найденным свинцовым пластинкам около 1500 лет. Почему они в таком количестве оказались именно в этом колодце, расположенном поблизости от тех мест, где некогда

были здания суда, театра или гладиаторская арена, неясно. Может быть, пластинки удастся развернуть и прочесть, а пока они, пролежав века в пропитанных водою песках, требуют весьма осторожного обращения. Найденные в других подобных местах, они нередко содержали недобрые пожелания артистов и атлетов своим конкурентам, а также участников судебного процесса — противной стороне.

New Scientist. 1994. V.144. № 1952. P.6 (Великобритания).

#### Молекулярная биология. Археология

### Эцти был европейцем

Продолжается исследование останков Эцти - древнего человека, найденного три года назад в Тироле, на границе между Австрией и Италией<sup>1</sup>.

Независимо друг от друга две группы специалистов, одна — под руководством М.Ричардса (M.Richards; Институт молекулярной медицины, Оксфорд, Великобритания), другая — во главе с С.Пяабо (S.Pääbo; Мюнхен, Германия) провели сравнительный анализ митохондриальной ДНК Эцти (хромосомная ДНК останков уже разложилась) и аналогичных образцов современных людей.

Поскольку ДНК каждого организма уникальна, то определение последователь-

ности составляющих ее азотистых оснований дает исследователям возможность установить генетическое родство сравниваемых образцов ДНК. Чем меньше различаются последовательности, тем более родственны организмы.

Анализ показал, что генетически Эцти, живший 5 тыс. лет назад, наиболее близок нынешним жителям Альп: участки ДНК (состоящие из 352 оснований), полученные от Эцти и 88 современных горцев (включая жителей Эцтальских гор, где его тело и было найдено), различались в среднем всего по 3,38 основаниям.

255 современных северо-европейцев также весьма сходны по ДНК с Эцти: число несовпадающих оснований составило лишь 3,78. У девятих (в том числе семерых немцев) последовательности идентичны тем, которыми обладал древний человек.

От жителей Средиземноморья (228 человек) Эцти отличался в среднем по 5,35 основаниям, хотя и в этой группе идентичный ему набор оказался у трех человек.

Более всего различий по ДНК у Эцти обнаружилось с африканцами (120 образцов), населяющими область южнее Сахары (в среднем — 7,45); в ДНК американцев (419 образцов) несовпадающими оказались в среднем 6,64 оснований. Эти результаты опровергают слухи о том, что Эцти был перуанцем, а его мумия просто кем-то подброшена.

Генетический анализ становится ценнейшим источником информации о времени и особенностях заселения человеком Средней Европы.

New Scientist. 1994. V. 142. № 1931. P.6 (Великобритания).

<sup>1</sup> Подробнее см.: Машенко Е.Н. Мумия «ледяного человека» из неолита // Природа. 1994. № 2. С.50—53.

# Эстонская «консорция» в науке о растительности

Б.М.Миркин,

доктор биологических наук

Уфа

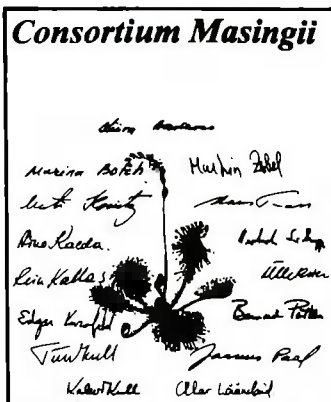
**С**РЕДИ «республик свободных», входивших в состав «нерушимого Союза», Эстония держалась особняком. За 40 лет социализма эстонцам удалось полностью избежать одной из «совковых болезней» — показухи. Эстонцы все делали всерьез — и когда внедряли новые технологии в промышленность, и когда поддерживали самое продуктивное сельское хозяйство или развивали многоотраслевую науку международного класса.

В науке о растительности эстонцы отличались основательностью и своеобразием подходов, умело балансируя между национальной традицией, корни которой восходят к уппсальской школе, и установками «единой и передовой советской геоботанической школы»<sup>1</sup>.

Центр науки о растительности в Эстонии — кафедра геоботаники и систематики растений Тартуского университета (недавно преобразованная в Институт ботаники и экологии), где кроме отлаженного учебного процесса и интенсивной науки, которой студенты начинают заниматься с первого курса, можно отметить еще одну замечательную особенность — естествен-

© Миркин Б.М. Эстонская «консорция» в науке о растительности.

<sup>1</sup> Миркин Б.М. Плюрализм в фитоценологии: истоки и тактика плюралистической науки // Журн. общ. биологии. 1990. Т. 51. № 2. С.261—270.



CONSORTIUM MASINGII. Tartu University, 1995. 189 p.  
КОНСОРЦИЯ МАЗИНГА. Тартуский университет, 1995. 189 с.

ный процесс смены поколений. После достижения пенсионного возраста, задолго до фазы глубокого склероза профессора уходят в консультанты, уступая место молодым выдвиженцам, получающим степени докторов наук до появления седин. В итоге такой бесконфликтной смены поколений на кафедре поддерживается устойчивый научный тонус без всплесков и застоев, нет проблемы «отцов и детей», так как поколения органически сочетаются и дополняют друг друга в едином научном коллективе.

При кафедре работает совет по защитам, который отличается все той же эстонской основательностью и взвешенностью при оценке

заслуг соискателей ученых степеней. Раньше в Тарту традиционно ездили защищать «левые» диссертации, тематика которых не вполне вписывалась в устои «советской геоботанической школы».

В пору «железного занавеса» эстонцы продолжали поддерживать разветвленную сеть международных контактов. Они были единственным научным коллективом, который к каждому Международному ботаническому конгрессу выпускал англоязычный сборник научных трудов. За счет английского (и отчасти русского) эстонцы смогли преодолеть свой языковой барьер. По-эстонски они писали в основном популярные статьи в журналах (таких как «Eesti Loodus») или учебную литературу, так как были убеждены в том, что научный лексикон является обязательным элементом активно развивающегося языка.

Вследствие этих добродетелей эстонцы были уважаемы и в Союзе, и за рубежом, но, пожалуй, нелегко найти другого представителя науки о растительности, авторитет которого так высок, как у профессора и действительного члена Эстонской Академии наук Виктора Мазинга (которого в советские времена по-русски называли Виктором Викторовичем). Его 70-летию и посвящен рецензируемый сборник с экстравагантным названием, в котором термин «консо-

рция» несет двойную нагрузку. С одной стороны, «консорция» — совокупность организмов, связанных единством судьбы (центрального консорта, т.е. популяции автотрофного растения, и использующих продукты его фотосинтеза гетеротрофов), — как элементарная ячейка экосистемы входит в орбиту научных интересов юбиляра. С другой стороны, авторский коллектив книги столь сплочен общими научными интересами и жизненными установками, что составляет своеобразную «эстонскую консорцию», для которой центральным «консортом» и является профессор Мазинг.

В сборнике — 16 статей. Авторами 13 из них являются члены «эстонской консорции» и трое — приглашенные иностранцы: санкт-петербургский фитоценолог М.Боч, соавтор Мазинга по ряду болотоведческих работ, американский эколог-математик Б.К.Паттен (В.С.Patten; в заключение к своей статье он написал, что Мазинг — это идеальный эколог, который, во-первых, натуралист, а во-вторых, — строгий аналитик) и немецкий урбэколог Х.Сукопп (H.Sucopp). Его статья «Экологическая характеристика больших городов» (единственная на немецком языке в англоязычном сборнике) хорошо стыкуется с последним научным увлечением юбиляра — изучением городских экосистем.

Не рассматривая статей, имеющих специальное содержание (в основном по болотоведению и популяционному анализу растительности), коснемся двух особенно важных для сборника. Первая написана Х.Трассом, долгие годы возглавлявшим кафедру. Его перу принадлежит уникальное историо-

графическое исследование в области науки о растительности<sup>2</sup>. В статье характеризуется деятельность «центрального консорта», и ее название — «Профессор Виктор Мазинг — энциклопедист природы, эколог, биогеограф» служит ключом к пониманию творчества юбиляра. В авторском коллективе второй статьи — сам юбиляр (В.Мазинг, К.Кульп, Х.Трасс, М.Цобель), а ее содержание («Наука о растительности в Эстонии») раскрывает структуру «эстонской консорции».

Трасс описывает научный путь юбиляра, который был открыт работами в области экологии городских птиц, продолжался в области практической гидромелиорации и более 30 лет назад привел В.Мазинга на кафедру Тартуского университета, где он беспрерывно читает курс биогеографии, иллюстрируя его беспрецедентно полной коллекцией слайдов (итог поездок по территории СССР и за его пределами).

Будучи ассистентом, доцентом и профессором кафедры, Мазинг написал больше 500 работ, посвященных истории науки, общей биологии, теории фитоценологии, флористике, экологии, болотоведению, лесоведению, биоценологии, биогеографии, ландшафтоведению, охране природы, городским экосистемам. Он — автор многоязычного терминологического словаря, краткого справочника «Экологический лексикон», одного из томов трехтомного учебника по ботанике для высшей школы, редактор и автор многих статей в эстонской энциклопедии «Елэке». Значительная часть

его работ — публикации в популярных изданиях, ориентированных на широкие круги читателей (включая и книги для детей), так как умение Мазинга говорить просто о сложном составляет одну из самых привлекательных граней его дарования. Подводя итоги деятельности своего коллеги, Трасс весьма метко называет юбиляра «последним могицином среди натуралистов-энциклопедистов».

Вторая статья характеризует уже структуру всей «эстонской консорции» в науке о растительности и написана как небольшая монография, четко разбитая на разделы.

Специально остановлюсь на одной особенности «эстонской консорции», которая иллюстрируется рисунком «Научные школы и ученые, которые влияли на развитие эстонской науки о растительности». На этом рисунке показаны «доноры идей», которые подпитывали эстонскую науку в период с 1910 до 1980 г. Степень влияния «доноров» оценивается двумя градациями, обозначенными соответственно сплошными линиями и пунктиром. Общее число «доноров» — 15. Среди них датчанин К.Раункиер, финн А.Каяндер, россияне В.Н.Сукачев, Л.Г.Раменский и Т.А.Работнов, американцы Дж.Кертис и Р.Уитткер, немец Р.Тюксен, англичанин Дж.Харпер. Высокая «акцентность» эстонских ботаников и умение, не изобретая «деревянных велосипедов», впитывать все лучшее, что наработано мировой наукой, пожалуй, объясняет высокий научный уровень этого небольшого по численности коллектива.

Книга вызвала у меня теплую волну ностальгии по Тарту и тартусцам, по их уютным кабинетам и лабо-

<sup>2</sup> Трасс Х.Х. Геоботаника: История и современные тенденции развития. Л., 1976.

раториям, неспешным беседам за чашкой кофе, по их мягкому эстонскому акценту, который, кстати, можно было слышать почти на всех более или менее крупных научных симпозиумах России, Украины или Белоруссии. Эстонцы нередко своим авторитетом помогали утверждаться новому и очи-

щать советскую геоботанику от многолетней коросты догматизма. Уфимские ботаники, которых представляет автор, помнят, как помогали им эстонцы отбиваться от оппонентов, высаживая «десанты» на научные конференции в Уфе, где сегодня работает почти десяток специалистов, имеющих дипло-

мы кандидатов и докторов наук, выданные советом Тартуского университета.

Будем оптимистами и поверим, что государственные границы не станут препонами для сохранения традиции научного сотрудничества россиян с эстонцами. По-моему, мы в равной мере нужны друг другу.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Вычислительная техника

**Ф. Файтс, П. Джонстон, М. Кратц.** КОМПЬЮТЕРНЫЙ ВИРУС: ПРОБЛЕМЫ И ПРОГНОЗ. Пер. с англ. М.: Мир, 1994. 176 с.

Обобщив опыт по защите информации от вируса, авторы этой небольшой книги предлагают читателю обзор активированных программных продуктов и дают практические рекомендации для пользователей по профилактике заражения компьютерным вирусом.

Изложение носит популярный характер и построено в виде своеобразного диалога между авторами и вирусом. Содержание книги можно понять по названиям глав: 1. Введение. 2. Масштабы распространения вирусов. 3. Что именно может сделать вирус? 4. Как велика опасность? 5. Что же такое вирус на самом деле? 6. Пиратство, вирусы и ваши деньги. 7. «Безопасный секс». 8. Так это вирус или нет? 9. Я подцепил вирус — что мне теперь делать? 10. Юридические средства. 11. Ответственность. 12. Что же дальше?

Книга может принести пользу программистам разной квалификации и всем, кто интересуется компьютерной тематикой.

### Физика

**Р. Элтон.** РЕНТГЕНОВСКИЕ ЛАЗЕРЫ. Пер. с англ. М.: Мир, 1994. 334 с.

В монографии систематически изложены идеи, теория и экспериментальные результаты работ, направленных на получение монохроматического и когерентного пучка рентгеновских лучей. Раскрываются физические особенности и принципы построения лазеров с малой длиной волны, различные способы накачки рентгеновских лазеров. Рассмотрены также перспективные направления: генерация гармоник и смешивание частот, лазеры на свободных электронах, гамма-лазеры и т.д. Материал изложен доходчиво, не требует никакой специальной подготовки и по существу книга может служить хорошим учебным пособием. В ней содержится все, что необходимо студенту, аспиранту, начинающему специалисту, чтобы вникнуть в суть проблемы и далее вести уже самостоятельные исследования. Вопросы, примыкающие к теории активных сред рентгеновских лазеров, освещены лишь в той мере, в какой это необходимо для понимания основного материала.

### Геология

**А. Перродон.** ИСТОРИЯ КРУПНЫХ ОТКРЫТИЙ НЕФТИ И ГАЗА. Пер. с франц. М.: Мир, 1994. 256 с.

Российские читатели, которые не могут регулярно следить за выходящей за рубежом литературой по нефтегазовой геологии и геофизике, найдут в этой книге много нового; те же, кто имеет такую возможность, встретятся с оригинальной интерпретацией известных фактов, что заставит взглянуть на них под новым углом зрения.

В книге известного специалиста представлена история геологоразведочных работ в основных нефтегазодобывающих районах мира, приведено много сведений по крупным месторождениям. Автор затрагивает различные политические и экономические ситуации, а также осложнения морального характера, которые могут возникать при проведении геологоразведочных работ. Показана роль геологии в нефтяной разведке, становление геофизических методов и их эффективность.

Можно надеяться, что книга доставит удовольствие и окажется полезной не только нефтяникам-профессионалам, но и более широкому кругу читателей.

## Бюрократический экоцид — национальное бедствие

Взяться за перо меня побудила опубликованная в вашем журнале рецензия Н.Н.Воронцова на книгу американских авторов М.Фэшбаха и А.Фрэндли-младшего «Экоцид в СССР. Здоровье и природа на осадном положении»<sup>1</sup>, а также некоторые попавшие мне в руки программные документы по «экологизации» образования<sup>2</sup>.

Сначала остановлюсь на экологических программах, чтение которых вызывает ужас и тоску. Чтобы не быть голословным, приведу несколько цитат. Начну с определения экологии, данного в «Проекте Федерального базового компонента экологического образования»: «Современная экология — это образовательная область, предметом которой является познание законов организации и саморегуляции биоцентрических и социоприродных систем разного уровня с целью поддержания жизни на Земле и устойчивого развития человечества... Содержание экологии интегрирует в себе знания о различных видах сложных взаимодействий:

эколого-биологических, эколого-биосферных и социально-экологических».

Не лучше и программа профильного курса «Рациональное природопользование и охрана окружающей среды», где постановка задачи экологического образования напоминает моральный кодекс строителей коммунизма: «Углубление знаний учащихся по вопросам экологии, охраны окружающей среды и природных ресурсов... Углубление и расширение знаний об основных причинах, нарушающих устойчивость природных систем», — вероятно, хотели сказать — о причинах нарушения.

Такая бюрократическая обструкция и академическая схоластика отбивает всякую охоту связываться с экологией и охраной природы у тех учителей и учащихся, кто ненароком может этим заинтересоваться, поскольку такие проблемы давно взяли за горло и наше государство и народ.

Можно и дальше спорить с каждым словом этих программ, но главное в них — традиция отвлеченного теоретизирования. Смысл и насущная потребность «экологизации» не в том, чтобы дети запомнили разумные определения, а в реальной потребности и необходимости поворота в массовом сознании от противопоставления человека среде обитания к пониманию безаль-

тернативного единства — сейчас и в развитии. При чем поворот должен начинаться с отрицания предыдущего опыта, т.е. не о рациональном природопользовании надо говорить, тем более не о героическом освоении бескрайних просторов, а о необходимости отказаться от существующих традиций грабежа природы, от критерия экономической выгоды сейчас. Только взамен существующим традициям можно ввести критерий сохранения устойчивости экосистем: сохранения плодородия почвы, разнообразия и локальной специфичности растений и животных. Противопоставление человека природе делает последнюю объектом инстинкта агрессии — там опасные хищники, там враждебные силы, но там и пища, добыча, которую надо преследовать и убивать! Это и есть глубинная основа нашего прежнего и нынешнего (увы!) отношения к природе: в первую очередь — «взять их — наша задача!» — и на стол народный...

Экологизация по-прежнему остается уделом энтузиастов-«экологистов», «зеленых» и публицистов. Вот и Н.Н.Воронцов, соглашаясь с авторами книги, пеняет на «излишнюю сенсационность», публицистический пафос, «вторичную» и «третьичную» информацию. Непонятно — завидует ли Ворон-

<sup>1</sup> Воронцов Н.Н. Экоцид в СССР глазами американцев // Природа. 1994. № 9. С. 123—124.

<sup>2</sup> Проект Федерального базового компонента экологического образования; Сборник авторских программ для средних общеобразовательных учебных заведений Российской Федерации. М., 1992.



цов американскому коллеге, владеющему обширной информацией по экологии России, или радуется? Ведь самая полная картотека по экологии России должна быть у Воронцова, а не в Джорджтаунском университете. Почему же он не написал такой книги? Очевидно, что отсутствие подобных книг — одна из причин сплошной экологической безграмотности населения, которая позволяет уничтожать леса, строить ядовитые производства без очистных сооружений, а также АЭС там, где в тысячах факелов сжигают попутный газ. А «экологистам»-алармистам Н.Н.Воронцов отвечает, что у нас 55% территории еще девственно чисты и средняя антропогенная нагрузка на ландшафт пока ниже, чем в Европе. Слава Богу, девственная чистота имеет суровую причину: холодно там, в Сибири, трудно и плохо там жить! Все, что можно было легко взять (лес, ископаемые), уже взято, а к чему приводит хозяйственное освоение, Н.Н.Воронцов мог бы рассказать на примере мертвой зоны вокруг БАМа. Нельзя, категорически нельзя пускать на девственные территории для «вовлечения в хозяйственный оборот» людей, опыт природопользования которых сводится к хищническому грабежу, варварскому уничтожению природных богатств!

«Наш долг — спасти массивы девственной природы...» — пишет автор рецензии. Кто спасать-то будет? Ученым-экологам некогда, да и зависят они целиком и полностью от расположения руководителей, работодателей-академиков и заниматься будут только тем, чем им позволяют, и информацию «в массы» будут давать только

тогда, когда позволят, а «зеленым» и алармистам всегда рот заткнут «специалисты» ссылкой на отсутствие первичных данных и публицистический пафос. Академический снобизм приводит к появлению вышеупомянутых программ и неодобрительной, мягко говоря, рецензии на искреннюю озабоченность тем, что люди живут плохо, худо и бедно, на грязной земле.

А народ безмолвствует, потому что привык верить печатному слову, подкрепленному титулами и званиями, потому что не имеет достоверной информации, не знает о реальности глобального опустынивания и экоцида. Эта неинформированность настолько широка, что даже журнал «Природа» лишь изредка печатает статьи по реальным проблемам охраны природы и исчезающих видов, не говоря уже о полном отсутствии материала по поводу неистощительного природопользования или, например, о земледелии по Митлайдеру в Заокской духовной семинарии (о которой я узнал из «Голоса Америки»), позволяющем в 10 раз — именно так! — повысить урожайность и сохранить плодородие земли.

Меня очень беспокоит отсутствие тревожных публикаций по дальневосточному леопарду. Это единственный подвид леопарда, обитающий в нашей стране. Численность его настолько мала (около 20 голов), что без специальных мер по воспроизводству да при нынешнем размахе браконьерства и практическом отсутствии реальной охраны мест обитания, — леопард обречен. Все ученые и «специалисты» по охране природы будто притаились в кабинетах, и ждут, когда леопард

исчезнет и проблема самоликвидируется! Так же тихо, как туранский тигр и азиатский гепард, — ведь до сих пор, небось, за это стыдно! Амурским тиграм тоже плохо, но на них хоть как-то обращают внимание благодаря шуму, поднятому за границей (кстати — когда «Природа» последний раз писала о тиграх?), да и приспособливаются к антропогенному ландшафту тигры лучше, чем леопарды. Зато идет совместная с американцами программа исследования леопарда. Повесили несколько радиоошейников... Американцы летают к нам, наши — к американцам. Одних только денег, потраченных на командировки, хватило бы, чтобы принять первые меры по воспроизводству, например, в заповедниках, как это сделали Адамсоны. Да и чего будет стоить наша наука об охране природы, если не удастся спасти один вид крупных животных, к тому же очень красивых.

Н.Н.Воронцов приоритетами экологической политики ставит очистку загрязненных территорий и охрану природы. А помочь в том и другом он мог бы, поставив первым пунктом экологическое просвещение. Я из своего опыта лесника могу утверждать, что сегодня бесполезно гоняться за браконьерами — их сотни и тысячи, необходимо экологическое просвещение, причем не абстрактное, а на конкретном местном материале, чтобы общество осознало, что браконьерство преступно. Потому и хожу в школы, рассказываю о местных проблемах охраны природы и экологии вообще, пытаюсь противопоставить хищническому потребительству новое, нравственное отношение к природе. Для такой работы очень

нужна популярная литература, фильмы, плакаты. Увы, пока приходится рассказывать на пальцах или показывать красивые заграничные книжки и объяснять, почему на карте распространения редких животных мира в книге «Сохраним наш мир» (Волгоград, 1995) на месте России — пусто...

**Г.Н.Яснецкий,**  
лесничий заповедника  
Кедровая Падь  
Приморский край

●  
ОТ РЕДАКЦИИ. Прежде всего хотелось бы отметить, что подобные письма, да и письма в редакцию вообще, сегодня очень редки. Это

говорит о том, что, к нашему глубокому сожалению, теряется обратная связь, связь с тем читателем, ради которого и выходит наш журнал «ученых для ученых».

Может быть, в этом и кроется одна из причин столь редких в последнее время экологических публикаций в «Природе», о чем сетует автор письма. Мы готовы с ним согласиться лишь с той оговоркой, что специалисты, радеющие об охране природы (как, впрочем, и сам автор), перестали нам писать. А ведь именно они еще в недалеком прошлом были нашими верными и объективными корреспондентами с мест, доносившими до читателей

правдивую научную информацию. Сегодня ряды таких авторов сильно поредели. Причин тому много: одни ушли из науки, другие, впад в апатию, потеряли всякую надежду на «лучшие времена».

Мы очень надеемся, что публикация этого письма всколыхнет наших авторов, они снова возьмутся за перо и мы вместе будем бороться за природу не только эмоциями, но и фактами. И, может быть, автор письма соберется написать в «Природу» о дальневосточном леопарде, судьба которого так его волнует.

Над номером работали  
Ответственный секретарь  
Л.П.БЕЛЯНОВА

Научные редакторы  
И.Н.АРУТЮНЯН  
О.О.АСТАХОВА  
М.Ю.ЗУБРЕВА  
Г.В.КОРОТКЕВИЧ  
Т.Ю.ЛИСОВСКАЯ  
Л. А. ПАРШИНА  
М.С. ПОКРОВСКАЯ  
Н.Ф.БОДЕНЦОВА  
К.Л.СОРОКИНА  
Н.В.УЛЬЯНОВА  
Н.В.УСПЕНСКАЯ  
О.И.ШУТОВА

Литературный редактор  
М. Я. ФИЛЬШТЕЙН

Художественный редактор  
Л.М.БОЯРСКАЯ

Заведующая редакцией  
И.Ф.АЛЕКСАНДРОВА

Младший редактор  
Е.Е.БУШУЕВА

Компьютерный набор  
А.Г.ЕВСТИГНЕЕВ

Корректоры  
Т.Н.МОРОЗОВА  
Р.С.ШАЙМАРДАНОВА

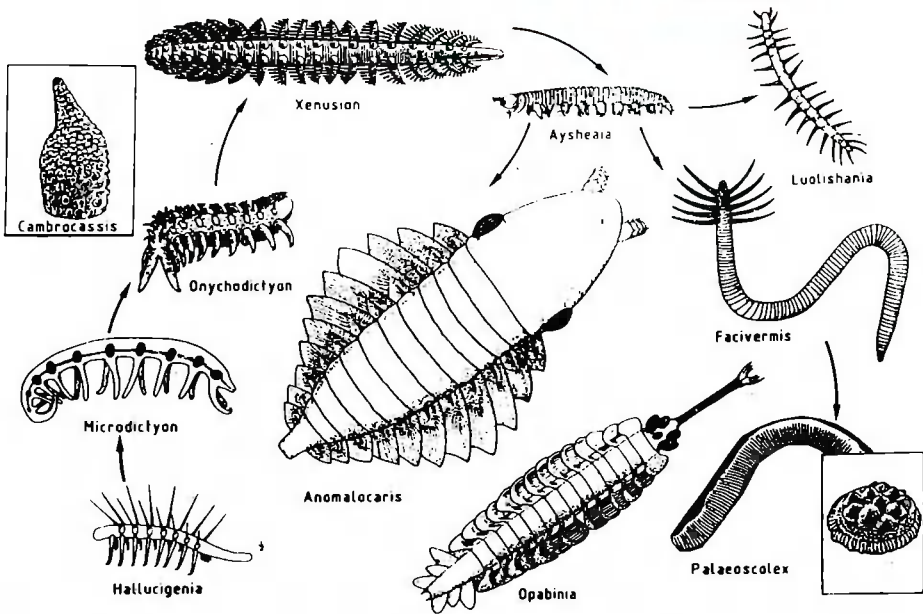
В художественном оформлении  
номера принимали участие  
Д.В.СКОПИН  
В.С.КРЫЛОВА

Издательство «Наука» РАН

Адрес редакции:  
117810, Москва, ГСП-1  
Мароновский пер., 26  
Тел.: 238-24-56, 238-23-33  
Факс: (095) 238-24-56

Подписано в печать 27.11.95  
Формат 70×100 1/16  
Бумага типографская № 2  
Офсетная печать  
Усл. печ. л. 10,32  
Усл. кр.-отт. 155,1 тыс.  
Уч.-изд. л. 15,1  
Тираж 5792 экз.  
Заказ 1426

Ордена Трудового Красного  
Знамени Чеховский  
полиграфический комбинат  
Комитета Российской  
Федерации по печати  
142300, г. Чехов  
Московской области  
Тел. (272) 71-336  
Факс (272) 62-536



Все группы современных беспозвоночных животных появились в кембрии (около 500 млн. лет назад). Менялась наша планета: одни уникальные условия, постепенно преобразуясь, уступали место другим, а вслед за этим менялась и вся биота. Некоторые организмы эволюционировали настолько сильно, что у палеонтологов порой не хватает фантазии, чтобы угадать предков современных животных. Древнейших организмов чаще всего считают «несчастливыми уродцами», а между тем у большинства из них есть прямые родственники в современной фауне. Облик и строение кембрийских животных были столь загадочны и неправдоподобны, что, обнаружив в отложениях разрозненные части одного организма, палеонтологи принимали их за несколько существ. Новые уникальные находки и знания о современных организмах, возможно, позволят ученым наконец выяснить — были ли вымершие 500 млн. лет назад животные самостоятельной ветвью или прародителями ныне живущих.

**Журавлев А.Ю. МИР, КОТОРОГО НЕ МОЖЕТ БЫТЬ**

