

# ПРИРОДА

4-89



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор  
академик  
Н. Г. БАСОВ

Кандидат физико-математических наук  
А. И. АНТИПОВ

Доктор физико-математических наук  
Е. В. АРТЮШКОВ

Член-корреспондент АН СССР  
Р. Г. БУТЕНКО

Доктор географических наук  
А. А. ВЕЛИЧКО

Академик  
В. А. ГОВЫРИН

Заместитель главного редактора  
Ю. Н. ЕЛДЫШЕВ

Член-корреспондент АН СССР  
Г. А. ЗАВАРЗИН

Академик  
В. Т. ИВАНОВ

Доктор физико-математических наук  
Н. П. КАЛАШНИКОВ

Доктор физико-математических наук  
С. П. КАПИЦА

Доктор физико-математических наук  
И. Ю. КОБЗАРЕВ

Кандидат физико-математических наук  
А. А. КОМАР

Академик  
Н. К. КОЧЕТКОВ

Доктор геолого-минералогических наук  
И. Н. КРЫЛОВ

Доктор философских наук  
Н. В. МАРКОВ

Ответственный секретарь  
В. М. ПОЛЫНИН

Доктор исторических наук  
П. И. ПУЧКОВ

Заместитель главного редактора  
академик  
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙ

Доктор философских наук  
Ю. В. САЧКОВ

Заместитель главного редактора  
доктор биологических наук  
А. К. СКВОРЦОВ

Академик АН УССР  
А. А. СОЗИНОВ

Академик  
В. Е. СОКОЛОВ

Доктор геолого-минералогических наук  
М. А. ФАВОРСКАЯ

Заместитель главного редактора  
кандидат технических наук  
А. С. ФЕДОРОВ

Заместитель главного редактора  
член-корреспондент АН СССР  
Л. П. ФЕОКИСТОВ

Академик  
В. Е. ХАИН

Доктор физико-математических наук  
А. М. ЧЕРЕПАШУК

Доктор физико-математических наук  
В. А. ЧУЯНОВ

# ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
ПОПУЛЯРНЫЙ  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Издается с января 1912 года



НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Комплекс культовых и обиходных предметов из древнего захоронения. См. в номере: Хлопин И. Н. Открытие Гиркании.

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Разрыв, возникший в эпицентральной зоне Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 г. См. в номере: Шеба-лини Н. В., Борисов Б. А. Спитакское землетрясение. Фото Е. А. Рогожина.



— символ межправительственной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (The Man and the Biosphere). Этим символом обозначены материалы, которые журнал «Природа» публикует в рамках участия в деятельности этой программы.



© Издательство «Наука»  
журнал «Природа» 1989

## В НОМЕРЕ

### 3 Монсеев Н. Н. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ЭВОЛЮЦИОНИЗМ И КОЭВОЛЮЦИЯ

Направлен ли эволюционный процесс? В каком смысле можно говорить о развитии? Ответ на эти вопросы — сегодня привилегия конкретных наук, а не философии. Но несомненно одно: выбор пути эволюции во многом зависит от человечества.

### 9 Феоктистов Л. П. НУЖНА ЛИ ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА?

Анализ альтернативных путей решения мировой энергетической проблемы свидетельствует, что без ядерной энергетики человечеству не обойтись. Но требуются более экономичные и, главное, безопасные ядерные реакторы.

### 15 Соколов Ю. Л. ЧЕРНОБЫЛЬ. РАССУЖДЕНИЯ ФИЗИКА-НЕРЕАКТОРЩИКА

В чем причина аварии на Чернобыльской АЭС? По мнению автора, это не физико-технические факторы, обусловленные конструкцией и параметрами реактора, а чисто человеческие.

### 18 Мазохин-Поршняков Г. А. КАК ОЦЕНИТЬ ИНТЕЛЛЕКТ ЖИВОТНЫХ?

Чтобы оценить интеллект животных (в частности, насекомых), их способность улавливать связи, необходимо задать строго контролируемый навык и создать условия, в которых на основе этого навыка животные могли бы решить новую более сложную задачу.

### 25 Вайнер Б. В., Щекинов Ю. А. ДЕЙТЕРИЙ ВО ВСЕЛЕННОЙ

Содержание дейтерия и других легких элементов в разных видах космического вещества — своеобразные знаки летописи, рассказывающей об эволюции Вселенной. В расшифровке этой летописи достигнуты первые успехи.

### 34 Купльберг А. Я. ЭКОЛОГИЯ И СПИД

С современных научных позиций СПИД — это не только новая эпидемия, но и одно из грозных явлений, с которыми могут столкнуться нынешние и грядущее поколения в случае продолжающегося экологического разрушения нашей планеты.

### 40 Хайкин Р. Б. ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ТВОРЧЕСТВО ГЛА-ЗАМИ ВРАЧА

Творчество с медико-биологической точки зрения может рассматриваться как адаптация художника к окружающему и внутреннему миру. Этот подход позволяет развеять многочисленные мифы о тесной связи творчества с психическими отклонениями.

### 50 Хлопин И. Н. ОТКРЫТИЕ ГИРКАНИИ

Многочисленные и разнообразные находки при раскопках могильника Пархай II в Юго-Западной Туркмении позволяют реконструировать историю и культуру иранцев.

### 59 Чесноков Н. И. АККЛИМАТИЗАЦИЯ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ

С точки зрения эколога, акклиматизация, которой часто считают любое переселение диких животных, — это воздействие, приносящее природе больше вреда, чем пользы, а потому и человеку редко дающее экономическую выгоду.

### 69 Шебакин Н. В., Борисов Б. А. СПИТАКСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ

### 73 Крылов И. Н., Орлеанский В. К., Тихомирова Н. С. ОКРЕМНЕНИЕ: ВЕЧНЫЕ ПРЕПАРАТЫ

В окаменевших остатках древних микроорганизмов видны тончайшие детали их строения. Как они образуются и как, в частности, протекает процесс окремнения, показали электронно-микроскопические исследования.

### 79 Ярмолюк В. В. СЛЕДЫ НЕВИДАННЫХ ЗВЕРЕЙ

### 81 Тимофеев Д. А. ЕЩЕ ОДНА НЕССИ?

### 82 Цуканов Б. И. ВРЕМЯ В ПСИХИКЕ ЧЕЛОВЕКА

Новая психологическая характеристика — «действительное настоящее» — позволяет количественно описывать восприятие времени, жестко связанное, как выясняется, с темпераментом.

### 91 Здорик Т. Б., Фельдман Л. Г. У ИСТОКОВ ВИМСа

Один из крупнейших в стране институтов геологического профиля — Всесоюзный институт минерального сырья — имеет необычную историю: он создан на базе единственного в России частного научного учреждения.

### 101 РЕЗОНАНС

### 103 НОВОСТИ НАУКИ

### 121 РЕЦЕНЗИИ

### 124 НОВЫЕ КНИГИ

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

### 127 Филиппова Э. Н. ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ МАШИНА А. ГОЛОВАЦКОГО.

## CONTENTS

### 3 Moiseyev N. N. THE UNIVERSAL EVOLUTIONISM AND CO-EVOLUTION

Is the evolutionary process purpose-oriented? What is the meaning of development? Answering these questions is rather the privilege of exact sciences, not philosophy. However, the choice of the direction of evolution is to a large extent dependent on mankind.

### 9 Feoktistov L. P. DO WE NEED NUCLEAR ENERGETICS?

Analysis of the alternative solutions to the world energy problems has revealed that nuclear power is the answer to many of them. What is needed is more efficient and safe nuclear reactors.

### 15 Sokolov Yu. L. CHERNOBYL. THE VIEW OF A PHYSICIST

What caused the Chernobyl accident? The author, who specialises in the fields of physics other than nuclear reactors, believes that the human factor rather than the physical and technical ones was responsible for the catastrophe.

### 18 Mazokhin-Porshnyakov G. A. HOW CAN ANIMAL INTELLIGENCE BE MEASURED?

To do this one has to create a rigidly controlled habit and the conditions in which new more complicated tasks can be solved on the basis of this habit.

### 25 Vainer B. V., Shchekin Yu. A. DEUTERIUM IN THE UNIVERSE

The first successes have been scored in deciphering the annals of the evolution of the Universe encoded in the content of deuterium and other light elements in various kinds of interplanetary matter.

### 34 Kulberg A. Ya. ECOLOGY AND AIDS

Modern science regards AIDS not only as another epidemic, but as one of the weird phenomena that threatens the present and the future generations if we continue the global ecocide.

### 40 Khaikin R. B. ARTISTIC CREATIVITY AS A PHYSICIAN SEES IT

From the medical and biological points of view creative activity can be seen as an artist's attempt to adapt himself to the inner and outer worlds. This approach refutes the many myths asserting a link between creative activity and mental disturbances.

### 50 Khlopin I. N. DISCOVERY OF GIRKANIA

Numerous finds from the burial ground of Parkhai II in South-Western Turkmenistan put the culture and the history of the Iranians that lived in Girkania into bolder relief.

### 59 Chesnokov N. I. ACCLIMATIZATION OF WILD ANIMALS

Acclimatization of wild animals or any resettlement, as an ecologist sees it, often does more harm to nature than good and therefore rarely brings economical profit.

### 69 Shebalin N. V., Borisoff B. A. THE SPITAK EARTHQUAKE

It shook Armenia on December 7, 1988, and the grave consequences of the catastrophe made it exceptional in the seismic history of the Caucasus.

### 73 Krylov I. N., Orleansky V. K., Tikhomirova N. S. SILICIFICATION: ETERNAL PREPARATIONS

Studies of silicified remains of the earliest microorganisms, performed with electronic microscopes have revealed their minutest details and have clarified the process of silicification.

### 79 Yarmolyuk V. V. TRACES OF FANTASTIC ANIMALS

### 81 Timofeyev D. A. ONE MORE NESSI?

Whether ancient monsters or blocks of ice have left their traces on the shores of a Mongolian lake is still to be decided.

### 82 Tsukanov B. I. TIME IN THE HUMAN PSYCHE

A new psychological dimension, "the real present time", permits researchers to describe the perception of the time rigidly coupled with the temperature in quantitative terms.

### 91 Zdorik T. B., Feldman L. G. AT THE SOURCES OF THE NATIONAL INSTITUTE OF MINERAL RESOURCES

One of the largest research institutes of geology was founded on the basis of the privately owned research institution, the only one of this kind in Russia.

#### THE ECHO

### 101 ON THE ERRORS IN SCIENTIFIC RESEARCH, SCIENTIFIC AND POPULAR PUBLICATIONS (Interview with V. B. Braginsky)

### 103 SCIENCE NEWS

### 121 BOOK REVIEWS

### 124 NEW BOOKS

#### MEETING WITH A FORGOTTEN PAST

### 127 Philippova E. N. A. GOLOVATSKY'S CHRONOLOGICAL MACHINE

Н.Н.Моисеев

# Универсальный эволюционизм и коэволюция



Никита Николаевич Моисеев, академик, советник при дирекции Вычислительного центра АН СССР. Специалист в области информатики. Занимается проблемами математического моделирования процессов в биосфере. Автор ряда книг, в том числе: Человек и биосфера (совместно с В. В. Александровым и А. М. Тарко). М., 1985; Алгоритмы развития. М., 1987; Экология человечества глазами математика. М., 1988. Неоднократно публиковался в «Природе».

**П**ОВОДОМ для написания этой статьи стала недавно опубликованная в «Природе» интересная работа В. А. Кутырева «Универсальный эволюционизм или коэволюция»<sup>1</sup>. Мне импонирует его стиль и манера изложения, да и по большинству позиций взгляды В. А. Кутырева, по-видимому, близки к тем, которые исповедую я. И все же в трактовке некоторых общих понятий между нами существуют определенные различия. Эти различия могут привести к разному пониманию узлового вопроса о связи понятий «коэволюция» и «универсальный эволюционизм».

Не анализируя подробно работу В. А. Кутырева, изложу свое понимание глобального, или, лучше сказать, универсального эволюционизма. Это даст возможность читателю сопоставить оба подхода и увидеть ту логику, которая заставила меня заменить в заголовке «или» на «и».

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

В философской литературе немалое место уделяется понятиям «движение», «развитие», «прогрессивное развитие», обсуждаются проблемы их интерпретаций и взаимосвязь с понятием «эволюция» и т. д. В большинстве работ эволюционизм представляется неким всеобъемлющим учением о восхождении от

«низшего к высшему», или, следуя терминологии И. Р. Пригожина, от «бытия к становлению».

Однако правомерен и другой подход, который основывается на идеях динамических систем и восходит к взглядам А. Пуанкаре. В рамках этого подхода основным понятием является движение, т. е. последовательная смена состояний динамической системы. Ответ на вопрос, будет ли этот ряд последовательных во времени состояний «развитием» или «прогрессивным развитием», в каждом конкретном случае требует специального анализа в соответствии с теми определениями понятий, которые принимает тот или иной автор. Ответ на него может быть дан только после проведения анализа.

Нет универсального ответа и на вопрос, будет ли такое бытие становлением. Само бытие представляется мне непрерывным становлением (созиданием нового) и разрушением одновременно. Его можно уподобить турбулентному потоку, где из хаоса возникают упорядоченные структуры — вихри, которые затем разрушаются, давая материал для нового становления и т. д. Эта череда событий становления и разрушения и есть движение. Его исследованием занимается множество наук, в том числе и философия. Наиболее значимым мне кажется изучение того, как происходит становление, каковы его механизмы, когда и почему разрушаются те или иные квазистабильные образования. Такое изучение позволит понять условия, при которых

<sup>1</sup> Природа. 1988. № 8. С. 4—10.

возникает «становление» или «прогрессивное развитие». А из этого мы сможем увидеть направленность глобальной эволюции.

Но для содержательного разговора надо сначала условиться о некотором языке описания, само принятие которого будет означать утверждение определенной парадигмы.

## ЯЗЫК

Прежде всего, мы должны признать как эмпирическое обобщение (я употребляю здесь термин, введенный В. И. Вернадским) факт объективного существования неопределенности и стохастичности, которые определяют и описание, и функционирование микроуровня, а также в той или иной форме проявляются и на макроуровне. Впрочем, на макроуровне неопределенность и стохастичность могут возникать и самостоятельно, независимо от микроуровня. Примером служит стохастическое поведение ряда вполне детерминированных динамических систем, принципиальная некорректность<sup>2</sup> систем высокой размерности и т. д. Совокупность подобных явлений условимся называть **изменчивостью**. Частным случаем этого феномена является, например, изменчивость, изучаемая в биологии, которая определяется флуктуациями в процессе мутагенеза.

Термином **наследственность** я буду называть влияние прошлого на будущее; глубина этого влияния есть память. Всякое состояние системы может порождать множество новых состояний. Это множество условимся называть **виртуальным**. Однако обычно реализуется лишь некоторое его подмножество — множество реализуемых состояний. Термином **отбор** я буду называть совокупность правил (законов, процедур), отображающих виртуальное множество на множество реализуемых состояний.

В мире неживой материи принципами отбора являются законы физики и химии. В мире живого к ним добавляются естественный отбор, правила поведения животных и т. д. В общественной жизни — это законы общественного развития, традиции, решения «сильных мира сего» и т. д.

Три термина дарвиновской триады — «изменчивость», «наследственность», «отбор» — являются ключевыми для описания

любых движений, происходящих в неживом мире, живом веществе и обществе. Определяемый через них универсальный эволюционизм включает в себя представления синтетической теории эволюции и значительно шире представлений об эволюционном процессе, как о восхождении от «нижнего к высшему». Основная задача универсального эволюционизма состоит в описании своих механизмов.

## ОБ ОСОБЕННОСТЯХ МЕХАНИЗМОВ, РЕАЛИЗУЮЩИХ ДВИЖЕНИЯ

Механизмы и формы движения — понятия близкие, но не тождественные. Употребляя термин «механизм», я хочу подчеркнуть не философский контекст понятия движения, а его конструктивные особенности.

Если говорить о неживой природе, то можно выделить два класса механизмов — адаптационные и бифуркационные. Их специфику легче всего пояснить на примере простейших динамических систем. Предположим, что речь идет о детерминированной системе, которая описывается обыкновенными дифференциальными уравнениями. Если характер внешних воздействий на систему таков, что выполняются условия единственности решений, то траектория системы в каждый момент времени имеет единственное продолжение. Следовательно, может быть однозначно предсказано развитие событий в этой системе. Если же система стохастическая, то дать точный прогноз ее будущего невозможно. Можно лишь указать некоторый наиболее вероятный канал ее эволюции.

Подобные механизмы перехода системы из одного состояния в другое условимся называть адаптационными. Аналогичным образом можно говорить об адаптационных механизмах, определяющих изменения (движение) живого вещества и развитие социальных систем, хотя многое здесь значительно сложнее. Механизмы, определяющие классическую дарвиновскую эволюцию, относятся также к адаптационному типу.

Пусть теперь в динамической системе параметры внешней среды достигли значений, при которых нарушается условие единственности. Это означает, что в данном состоянии возможны несколько продолжений траектории системы — а может быть, и ни одного или бесконечно много. И какое из этих продолжений реализуется, т. е. в русле какого канала эволюции окажется траектория системы, нельзя решить через ее собственные параметры. Выбор канала будет определяться случайными воздействиями, изменчивостью в момент бифуркации. Такие механизмы неодно-

<sup>2</sup> Некорректность — термин, введенный известным французским математиком Ж. Адамаром и означающий сильную зависимость траектории от начального состояния системы.

значного перехода из одного состояния в другое условимся называть бифуркационными, или катастрофическими, — если следовать терминологии французского математика Р. Тома.

В отличие от адаптационных, они определяют принципиально непредсказуемый ход событий, поскольку выбор канала носит стохастический характер. Скажем, структура вихрей, возникшая в жидкости после потери устойчивости ламинарного течения, определяется неизбежно присутствующими в ней случайными возмущениями.

Бифуркационные механизмы определяют многие процессы в живом веществе и обществе, правда здесь они не так четко выражены, как в неживой материи. По крайней мере, они определяют все переходные процессы, которые характеризуются резко возрастающей скоростью изменения состояний. Шутка биологов о том, что первая птица вылетела из яйца ящера, имеет весомые основания. Возможно, механизмы бифуркационного типа играют важнейшую роль и в мировом эволюционном процессе.

Эти же механизмы ответственны и за необратимость эволюционного процесса, поскольку при очередной бифуркации вероятность возврата в прежний канал эволюции ничтожна. Я думаю, что с ними связана и необратимость макропроцессов, а следовательно, и асимметрия времени.

## МЕХАНИЗМЫ СБОРКИ И РЕДУКЦИОНИЗМ

Как известно, редукционизм стремится свести изучение макросистем к изучению их элементов или объяснить наблюдаемое, исходя из более глубокого феноменологического уровня. При этом молчаливо предполагается, что исследователь владеет «алгоритмами сборки», т. е. способен на основании знаний о свойствах микроуровня воспроизвести общие свойства макросистемы. Во многих случаях такой подход открывает новые горизонты понимания и весьма эффективен.

Так, движение молекул — молекулярное течение — описывается уравнением Больцмана. На молекулярном уровне описания бессмысленно говорить о плотности, скорости течения, давлении и т. д. Но отсюда аналитически можно вывести уравнения гидродинамики жидкости и газа. Для этого достаточно предположить, что длина свободного пробега молекул мала, а распределение скоростей отдельных молекул максвеллово. Таким образом, вся новая информация уже

содержалась, правда в закодированном виде, в исходной модели молекулярного течения. Асимптотический анализ, с помощью которого мы смогли восстановить свойства всей системы, зная свойства ее элементов, — чрезвычайно мощный инструмент, позволяющий во многих случаях не только описать механизм сборки, но и построить логику физического «дома моделей». Однако этот инструмент далеко не универсальный, и лишь в некоторых частных случаях мы можем с его помощью проникнуть в тайны «сборки систем».

Например, мы не в состоянии, зная все свойства водорода и кислорода, предсказать зависимость плотности образовавшейся воды от ее температуры. При всех успехах квантовой химии, мы не способны вывести из свойств молекулярного кислорода оптические и токсические свойства озона. Все физики и химики были шокированы открытием высокотемпературной сверхпроводимости у ряда синтетических диэлектриков.

Механизмы сборки, в результате действия которых у системы возникают новые свойства, выводимые из свойств составляющих, и сегодня практически совсем не исследованы фундаментальной наукой. Их алгоритмы следует, вероятно, рассматривать как некоторый динамический процесс, имеющий отношение к алгоритмам как адаптационного, так и бифуркационного типов.

Обсуждая проблему асимметрии времени, Пригожин пытается объяснить необратимость процессов макромира через редукцию к свойствам микромира. Мне представляется непротиворечивым предположение о том, что необратимость процессов макромира есть следствие необратимых бифуркаций в механизмах сборки.

Таким образом, стохастичность мира, его глобальная изменчивость в сочетании с механизмами бифуркаций могут определять появление непредсказуемых каналов эволюции, и в частности появление у систем свойств, не выводимых регулярными методами из свойств ее элементов. Разумеется, все эти эволюционные каналы следуют из законов природы, принципов отбора. Они «заготовлены» природой как бы впрок и открываются по мере возникновения новых бифуркаций.

Бифуркационные механизмы порождают многообразие форм материального мира, но, одновременно, с ними связано и разрушение организованных форм. Поэтому, если в концепцию «универсального эволюционизма» (механизмов, которые ее определяют) мы включим и механизмы бифуркации, то окажется, что в его рамках происходит не только «развитие», но и «регресс».

## БИОСФЕРА

Возникновение биосферы — это единый процесс качественной переорганизации вещества, из которого состоит земная оболочка. В его контексте и должна рассматриваться проблема возникновения живого вещества. М. Эйген в исследованиях эволюции биологических макромолекул, по существу, раскрыл механизмы метаболизма и редупликации. Оказалось, что при определенных условиях эти механизмы присущи и неживой материи. Процесс развития биологических макромолекул пояснил нам многие свойства живого вещества, но эти молекулы — еще не жизнь. Им недоставало обратных связей, сохраняющих гомеостаз и открывающих возможность появления естественного отбора. Наличие жизни говорит о том, что в истории Земли однажды произошла грандиозная бифуркация, приведшая к перестройке геосферы в биосферу. Геохимическая и энергетическая обстановка того времени определила эффективность механизмов сборки бифуркационного типа, породивших новые качества материального мира.

Этот факт мы можем принять в качестве эмпирического обобщения. Попытки его интерпретации с помощью редукции к более простым образам неудачны. Перестройка биосферы, точнее, ее образование из геосферы длилась, вероятно, около 200—400 млн лет (но может быть, и меньше). В результате на Земле исчезли обстоятельства, породившие бифуркационную сборку, и установились условия, обеспечивающие справедливость принципа Пастера — Редди: все живое — только от живого. Развитие геосферы вошло в новое русло эволюции — биосферу, в котором оно происходит и в настоящее время.

Биологи-эволюционисты смогут, вероятно, выделить и еще целый ряд эпохальных перестроек биосферы — не отдельных видов живого вещества, а биосферы в целом. Схема развития живого вещества в течение последнего миллиарда лет и целый ряд деталей этого процесса уже изучены в достаточной степени, чтобы вписать его в общую концепцию глобального эволюционизма и изложить на предлагаемом языке.

## РАЗУМ

Появление разума, т. е. материи, познающей саму себя, и его носителя — человека — это тоже глобальная бифуркация, в ко-

торой возникают предпосылки для новой коренной перестройки биосферы, ее постепенного перехода в состояние, именуемое ныне ноосферой. Заметим, что исход этой перестройки заранее не предопределен, как и возникновение биосферы на той или иной планете. Но причины такой неопределенности здесь иные, и о них речь будет идти ниже.

Период антропогенеза, т. е. развития человека, можно, вероятно, разделить на два этапа, резко отличающихся друг от друга. На начальном этапе происходило чрезвычайно быстрое совершенствование австралопитека и его превращение в неантропа. Скорость этого процесса определялась, прежде всего, особой жесткостью естественного отбора. На этом этапе, по-видимому, даже ничтожное превосходство интеллекта давало столь большие преимущества, что развитие мозга и мыслительных способностей шло стремительно — по эволюционным меркам, конечно. Тем не менее на этом этапе антропогенез определялся чисто адаптационными механизмами дарвиновского типа. Имела место и непрерывная дивергенция видов, вследствие географической изолированности отдельных стад и различий условий обитания. В результате происходило параллельное развитие нескольких видов гоминид.

В отличие от первого, второй этап определялся, прежде всего, механизмами бифуркационного типа. И в результате он привел к принципиальной смене принципов отбора. Использование искусственных орудий отмечается уже на самых ранних ступенях антропогенеза. Позднее стали возникать и передаваться зачатки мастерства и знаний, которые в большей степени определяли гомеостаз первобытного племени, чем физические силы. Стал применяться огонь, появились приемы массовой охоты, боевых действий и т. д. И все эти навыки оказались уже слишком сложными, чтобы передаваться с помощью механизма обучения, действующего в стадных сообществах по принципу «делай, как я». В этих условиях создание нового типа коллективной памяти сделалось жизненной необходимостью наших предков.

Появились разного рода табу, запреты — это уже зачатки морали. Наконец, несколько сот тысяч лет назад родился принцип «не убий»: стадо взяло под защиту всех своих членов, в том числе и немощных старцев — носителей мастерства и знаний.

Этот новый порядок вещей был одновременно концом морфологического совершенствования человека. Эволюция человека как биологического вида практически заканчивается, стадо превращается в первобытное племя, возникает общество.

---

## ОБЩЕСТВО

---

Таким образом, разум привел к качественной перестройке содержания эволюционного процесса. С момента утверждения «человеческой» морали, определившей совершенно новые стереотипы поведения, начинается история общества.

Отбор продолжал действовать, но его тяжесть была перенесена с индивидов на организационные структуры общества: лучшее оружие, лучшая дисциплина боевых дружин, лучшие знания — вот что стало определять успех в борьбе за экологические ниши. Постепенно из всех претендентов на роль нашего предка остался только человек из Кро-Маньона.

Несмотря на исчезновение большинства видов пралюдей, закон дивергенции продолжал действовать. Только теперь он проявлялся в удивительно быстро растущем многообразии культур, образов жизни, производственных отношений и других слагаемых общественного бытия.

На характер эволюционного процесса во все большей степени начинают оказывать влияние принципы отбора, рожденные разумом. Потенциальная возможность формировать направляемый характер эволюции с помощью подобных принципов — это еще одно важное эмпирическое обобщение. Дело в том, что, будучи порождением универсального процесса самоорганизации материи (если угодно, мирового синергизма), разум способен отражать реальность, способен видеть себя со стороны и оценивать исход тех или иных действий своего носителя — человека. Но эти отражения отнюдь не универсальны и не являются рефлексам. В одних и тех же ситуациях два разных человека принимают разные решения. Следовательно, возникает еще одна ипостась изменчивости — неопределенность в принятии решений, а значит, и в принципах отбора.

---

## НООСФЕРА И ЭВОЛЮЦИЯ

---

Целеполагание — основное свойство живого вещества, и в первую очередь — человека. Оно проявляется, прежде всего, в сохранении гомеостаза. Стабильность организма, семьи, стада — неотъемлемые черты жизни. Но с появлением человека возникает задача его сохранения как биологического вида.

Могущество цивилизации сегодня достигло таких пределов, что его неразумное использование может привести к уничтожению людей. Это хорошо понимал Вернадский еще в начале века. Введенный Э. Леруа термин «ноосфера» в понимании Вернадского

означает такое состояние биосферы, в котором ее эволюция контролируется разумом. Я предпочитаю употреблять термин «эпоха ноосферы», понимая под этим время, когда человек научится создавать и реализовать такую стратегию своего взаимоотношения с природой, которая гарантирует гомеостаз человечества. Вот здесь и возникает представление о коэволюции.

Человек, его разум, цивилизация, мысль — все это компоненты биосферы, порождение ее эволюции. Человек вне биосферы — бессмыслица. Дальнейшее существование человечества требует совместного развития природы и человека. Этот принцип — основа нашего будущего, необходимое условие для перехода человечества в эпоху ноосферы. Человек не только должен приспособлять природу к своим потребностям, но и свои потребности, свою социальную организацию адаптировать к возможностям (и потребностям) природы.

В эпоху ноосферы биосфера (и человечество — его неотъемлемая часть) приобретает определенную цель — обеспечить сохранение разума и его носителя — человека, обеспечить коэволюцию природы и общества.

---

## НОВАЯ БИФУРКАЦИЯ: СОСТОИТСЯ ЛИ ОНА?

---

Итак, в процессе эволюции развитие биосферы подошло к той черте, когда для сохранения вида *Homo sapiens* необходимо ее превращение в ноосферу. Но поскольку на этом этапе эволюция планетной оболочки начинает определяться человеком, то решение проблемы коэволюции — это акт человечества как единого целого. Поэтому мы не можем утверждать, что этот переход состоится автоматически. Здесь нет однозначного исхода. Человечество может оказаться способным преодолеть собственное варварство, выработать необходимые нормы жизни и стратегию взаимоотношений с природой и общепланетарного развития. Тогда оно вступит в эпоху ноосферы и возникнет совершенно новый эволюционный феномен — направляемое разумом совместное развитие природы и общества. В результате главным принципом отбора должен сделаться такой отбор возможных движений (стратегий развития), который исключит выход на бифуркационные состояния, ибо за ними — непредсказуемый поворот событий.

Но история может пойти и иначе, если человечество, не внемля мудрости разума,

не найдет достаточно сил для консолидации своих усилий и нарушит экологический императив. В этом случае переход в эпоху ноосферы не состоится и эволюция пойдет по другому пути, где уже не будет никакой «прогрессивной эволюции», но лишь более или менее быстрая деградация.

Мы действительно находимся на пороге бифуркации. И куда повернет «естественный процесс самоорганизации материи» во многом зависит от нас. Сейчас центральным вопросом фундаментальной науки является не проблема соотношения понятий «движение» и «развитие», обсуждаемая В. А. Кутыревым, а поиск путей развития, обеспечивающих коэволюцию природы и общества. Этот вопрос очень конкретный и бесконечно трудный как в концептуальном плане, так и в плане конкретно-прикладном.

---

### НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ

---

Я уже не раз рассказывал о своих взглядах на предмет глобальной эволюции. Однако последние дискуссии, и в частности дискуссия 1987 г. на VIII Международном конгрессе по логике, философии и методологии науки, показали необходимость некоторых разъяснений моей позиции, что я и постараюсь сделать в этой статье. «Универсальным», или «глобальным», эволюционизмом я склонен называть общую точку зрения на движение материи и непрерывное изменение ее организационных форм (появление новых и исчезновение старых), избегая каких-либо шкал сравнения — высшее, низшее... По некоторым критериям прокариоты бесконечно выше нас, ибо они бессмертны. А эвкарисоты заплатили бессмертием за кислородное дыхание и эффективность использования энергии Солнца.

Конечно, всегда можно ввести шкалу по тому или иному показателю и выделить процессы саморазвития, которые можно будет назвать «прогрессивным развитием». Наука — это, в конце концов, некоторый язык, «упаковывающий» наши знания в удобные схемы, так их кодирующие, чтобы накопление, хранение и использование этих знаний для практики и получение новых знаний было наиболее удобно и эффективно. И с этой точки зрения такое определение эволюции можно было бы и принять, но это не будет «универсальным эволюционизмом», ибо помимо процессов, содержание которых — переход от низшего к высшему, существуют и другие, и в частности разрушение!

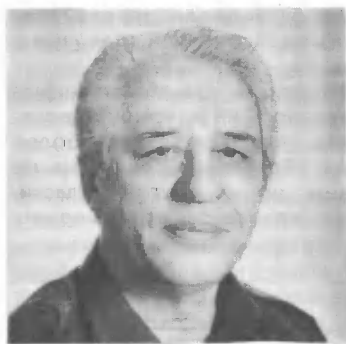
В этом контексте принцип коэволюции я включаю в глобальный эволюционизм как один из принципов отбора, рожденных разумом, который и сам является естественным звеном в мировом процессе самоорганизации.

Направлен ли мировой эволюционный процесс? В каком смысле можно говорить о развитии? Ответ на эти вопросы для меня связан со всеобщностью закона дивергенции, определяющего непрерывный рост разнообразия организационных форм, в которых существует материя. Но одновременно с рождением новых форм происходит и деструкция старых. И каков общий баланс — вряд ли можно сказать сегодня. Это уже вопрос не философии, а конкретных наук.

Но что бесспорно — в процессе эволюции материального мира рождаются новые, до того неизвестные организационные формы существования материи. Природа как бы постепенно открывает все новые и новые свои возможности — формы бытия, согласные с ее законами. Вот в этом я и вижу направленность эволюции.

**Л.П. ФЕОКТИСТОВ**

# НУЖНА ЛИ ЯДЕРНАЯ ЭНЕРГЕТИКА?



Лев Петрович Феокистов, член-корреспондент АН СССР, заведующий отделом Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР, заведующий кафедрой Московского физико-технического института. Основные научные интересы относятся к области ядерной физики и техники. Лауреат Ленинской премии и Государственной премии СССР. Герой Социалистического Труда. Заместитель главного редактора журнала «Природа».

Памяти В. А. Легасова

**Е**СТЬ ДАТЫ радостные и печальные, даже трагические. К числу последних относится 26 апреля — день, когда произошла Чернобыльская авария. Сейчас, спустя три года, можно дать оценку событию, не поспешную и поверхностную, а более обстоятельную.

В том, что авария произошла, повинна группа работавших на станции людей, безответственных и неграмотных, а в том, что она имела глобальные последствия, огромная доля вины приходится на конструкторов и ученых, всех нас, имеющих отношение, прямое или косвенное, к этому печальному факту.

Как-то незаметно совершился переход от поиска и проб, свойственных лабораторному эксперименту, первым атомным станциям, к промышленному производству энергии. Появился разрыв между скрупулезностью, осторожностью и тщательностью первых шагов и отсутствием до конца продуманного, системного подхода на этапе массового строительства.

Общий ущерб от катастрофы, оцененный в 8 млрд руб., не отражает, по всей видимости, тех косвенных потерь, которые связаны с человеческим фактором, со все более возрастающим неприятием атомной

энергии. Движение за запрет строительства АЭС все в большей степени охватывает различные слои населения нашей страны. Основная трудность в том, что спор ведется в эмоциональном плане, доводы специалистов не очень-то воспринимаются, более того, им перестают верить. Если бы не прорыв радиоактивных газов, Чернобыльскую аварию следовало бы трактовать как вполне заурядное явление местного значения.

Как во всякой сложной технологии, в ядерной энергетике наряду с преимуществами, обеспечивающими ее жизнестойкость, имеются и недостатки. Если же суммировать все возражения, которые приходилось слышать, то они выльются в одно слово — «радиоактивность».

## РАДИОАКТИВНОСТЬ

Сейчас известно, что из четвертого блока ЧАЭС вырвалось около 4 % радиоактивных веществ, содержащихся в реакторе<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Израэль Ю. А. и др. Экологические последствия радиоактивного загрязнения природной среды в районе аварии Чернобыльской АЭС // Атомная энергия. 1988. Том. 64. Вып. 1. С. 28.

Несмотря на такую относительно малую долю, мы знаем, к каким тяжким последствиям это привело. Тридцатикилометровая зона отчуждения, в которой бросаются в глаза темные проемы окон домов, не слышен смех детворы. Дорожный знак — «кирпич», относящийся не к дороге, а к обочине, — увидишь только там. Кладбище радиоактивных автомобилей, бульдозеры в Припяти, зарывающие дома, перины, утварь.

Лучевой болезнью заболели 237 человек, из них 28 умерли, а 24 стали инвалидами I и II групп; 115 тыс. человек эвакуированы из опасной зоны<sup>2</sup>. Прделана колоссальная работа по дезактивации: очищено около 21 км<sup>2</sup> поверхности, около 0,5 млн м<sup>3</sup> радиоактивного грунта захоронено в траншеях.

Постепенно положение стабилизируется, но возбуждение не исчезает, общественность по-прежнему встревожена. Легко подхватываются и распространяются слухи. Наиболее устойчив слух о том, что разрушенный реактор «дышит» и время от времени подкидывает в окружающее пространство новые порции радиоактивности. Хотя «укрытие», или, как его иногда называют, «саркофаг», никак не отнесешь к шедеврам архитектуры, роль свою он выполняет, надежно отделяя четвертый блок с содержащейся в нем радиоактивностью от остального мира.

Вполне естественна та болезненная реакция, которая возникает у населения на любое незначительное повышение радиоактивности. Но этому следует противопоставить простое соображение. Колебания естественного фона в 2—3 раза (а именно о них идет речь) не могут иметь существенного значения для организма человека, он к ним приспособился — такого рода колебания свойственны разным точкам Земли, вариациям суточным, сезонным, солнечным. Известно, например, что на юго-западном побережье Индии радиоактивный фон в 10 раз превосходит средний; сходное положение на атлантическом побережье Бразилии. Причины подобной аномалии в содержащих торий рудах — монацитах. Кроме того, помимо космического фона, как бы постоянной составляющей, есть и индивидуальная, переменная, зависящая от условий жизни. В цифрах это выглядит так, (в мбэр/г):

|                    |        |
|--------------------|--------|
| естественный фон   | — 100  |
| медицина           | — 100  |
| стены зданий       | — 150  |
| атомная энергетика | — 0,04 |

Итак, переменная часть более чем вдвое превышает фон и не может считаться фиксированной.

В отношении АЭС допускаются сильные выражения; эти станции иногда даже называют радиоактивными минами замедленного действия; многим кажется, что Чернобыль доказал несостоятельность атомно-энергетической концепции, а риск, с ней сопряженный, настолько велик, что экономические выгоды выглядят неоправданными. Но так ли это? Может быть, в стрессе мы многое преувеличиваем? Может быть, как пресс, на нас давит сознание беспомощности и не приспособленности перед угрозой непонятной, невидимой и опасной, как чума, радиоактивности?

Как иначе объяснить, что общее внимание сконцентрировалось на ядерной энергетике и наш взгляд оказывается куда более спокойным, когда обращен к событиям не менее трагическим, но из другой области.

А ведь все познается в сравнении.

## СРАВНЕНИЯ

В 1984 г. произошли две крупнейших аварии. 25 февраля в Мексике, близ столицы Мехико на газораспределительном заводе взорвались емкости со сжиженным газом. В результате погибло 452 человека, пропало без вести — 1000, ранено — 4248; в радиусе 1 км разрушено здания. Картина, близкая к той, что по ударному действию можно ожидать от небольшой атомной бомбы.

Другая авария приключилась 4 декабря в Бхопале (Индия). Произзошла утечка смертоносного газа — метилизоцианата. Погибло 2 тыс. человек, пострадало 100 тыс., ущерб оценивается в 50 млрд долл.

Несмотря на масштаб ущерба, заметно больший, чем в Чернобыле, такого резонанса оба события не вызвали. Почему? Потому что любому просвещенному человеку ясно, что сложное производство связано с риском. Поскольку развитое общество невозможно представить без топлива или химии, то и аварии, как неизбежное зло, обществу приходится оплачивать. В отношении же ядерной энергетики положение представляется менее очевидным. Не все согласны с тем, что ядерная энергетика нужна. Справедливости ради следует признать, что крайние суждения иногда высказываются и в отношении других (не только ядерных) технологий. В понятной и необходимой борьбе за экологическую чистоту иногда допускаются явные перегибы. Не стоит забывать, что становле-

<sup>2</sup> Ильин Л. А. // Сов. Россия. 31 янв. 1988 г.

ние любой новой технологии несет и пользу и вред, всегда поэтому существует дилемма: что предпочесть (и чем при этом пожертвовать). Ведь так можно предъявить претензии даже первобытному человеку, применившему огонь, как нарушителю естественного облика природы.

Ядерная энергия, в миллионы раз более концентрированная, чем энергия углеводородов (органического топлива), ворвалась в нашу жизнь в виде бомб, потому что сначала люди стремились обезопасить себя от фашизма, а затем — из-за противостояния капитализма и социализма. Позже появились атомные подводные лодки, военные корабли и ледоколы. Потому что стало понятно, что только ядерная двигательная установка способна обеспечить необходимую автономность и длительность плавания с вытекающими отсюда преимуществами военного и хозяйственного плана. Стали развиваться и атомные электростанции. Хотя Советский Союз — пионер и один из лидеров в мирном освоении ядерной энергии, доля ее в общем энергопотреблении страны невелика. В этом отношении США превосходят нас почти вдвое; некоторые страны, например Франция, более 60 % электроэнергии производят на АЭС (у нас — 13,6 %). Было бы наивно и неадекватно полагать, что такое развитие атомной энергетики — опрометчивый шаг или просто стремление найти мирное применение военным разработкам. Явное преимущество атомной энергетики заключено прежде всего в ее экологической чистоте (разумеется, при нормальных условиях эксплуатации), а также в значительном снижении остроты транспортных проблем, особенно важных для стран и регионов, бедных органическим топливом.

Достаточно напомнить, что тепловая станция (в пересчете на 1 ГВт электрической мощности) потребляет ежегодно около 8 млн т угля, выбрасывая при этом в атмосферу около 10 млн т углекислого газа и несколько сот тысяч тонн золы. Только выброс  $\text{CO}_2$  не позволяет всерьез рассчитывать на удовлетворение все растущих потребностей человечества в энергии за счет тепловых станций, поскольку это неизбежно вызовет в недалеком будущем необратимые последствия из-за действия так называемого «парникового» эффекта. Все мы слышаны про «кислотные» дожди. Наконец, как это ни удивительно, выброс радиоактивности (естественной, содержащейся в пластах) при разработке угольных залежей в десятки раз превосходит выбросы от нормально функционирующей АЭС.

Перечисленные экологические особен-

ности тепловой энергетики, быстрая истощаемость обычного топлива, с одной стороны, и критика АЭС — с другой, ставят вопрос о поиске альтернативного решения проблемы.

## АЛЬТЕРНАТИВА

Было сделано множество попыток найти достойную замену ядерной энергетике. В результате альтернативные предложения можно свести к двум: энергосбережение и использование естественных источников энергии, прежде всего Солнца.

В том, что нужно экономить энергию, как, впрочем, и другие материальные ресурсы, — сомнений нет. Но также очевидно, что этот тезис относится не только к ядерной энергии, а имеет смысл общий, многоплановый. Энергосбережение (исключительно выгодный способ вложения капитала) не может вместе с тем претендовать на роль основного направления в развитии энергетики в отдаленной перспективе, т. е. выполнить стратегическую задачу, так как за счет него нельзя увеличить энергоресурсы более чем в 2—3 раза. Сейчас годовое потребление энергии в разных странах колеблется от  $10^3$  кВт·ч до  $10^5$  кВт·ч на человека. Жизненный уровень пропорционален энергопотреблению, и, следовательно, можно сказать, что потребление энергии в мире в ближайшие годы возрастет во много раз. У нас нет оснований сдерживать развитие слабых стран, более того, наш моральный долг — способствовать этому развитию. При таких масштабах роста энергопотребления энергосберегающие технологии помочь не смогут, а органического топлива хватит лишь на десятилетия.

При использовании природных источников энергии на первый план выступает основной их недостаток — рассеянный, расфронтенный характер. Если собрать всю энергию ветра с площади в  $1 \text{ км}^2$ , можно построить электростанцию мощностью 2,5 МВт. На  $1 \text{ м}^2$  в средних широтах приходится 150 Вт солнечной энергии (для сравнения, в парогенераторах АЭС вырабатывается около  $10^6$  Вт/м<sup>2</sup>). Легко сосчитать, что для солнечной электростанции мощностью 1 ГВт придется около 100 км<sup>2</sup> площади сплошь закрыть фотоэлементами. Помимо расхода огромного количества материалов, в том числе весьма дефицитных, до сих пор неясно, получим ли мы разумный энергетический выигрыш, т. е. окажется ли **добытая** солнечная энергия больше энергии, **затраченной**

на ее извлечение. Нет уверенности и в ее экологической чистоте. И дело не только в отходах производства. Представьте себе, что, как на хороших АЭС, треть солнечной энергии такой станции в виде электричества передается из южных районов в северные. Но ведь это равносильно тому, что по теплу, получаемому от Солнца, Душанбе, например, будет сравним с Петрозаводском. Думаю, что при массовом использовании солнечной энергии мы столкнемся с экологическими трудностями, не меньшими, чем при строительстве гидростанций.

Таким образом, не видно иного приемлемого варианта, способного насытить мир энергией, кроме как использование ядерной энергии. Однако сегодня все усилия необходимо направить на создание реакторов нового поколения, которые отличались бы от своих предшественников экономичностью и, главное, большей безопасностью<sup>1</sup>. Совсем непростыми оказываются вопросы оптимальной мощности блока, станции в целом, размещения АЭС и перерабатывающих заводов по стране, оптимального использования ядерных источников энергии в комбинации с металлургическими и химическими заводами, производством экологически чистого топлива. Немало, таким образом, предстоит еще сделать и в науке, и в технике. Необходимо при этом отчетливо понимать, что ядерная наука через 30—40 лет своего развития все еще находится в начале пути, ей предстоит также многое сделать, чтобы вернуть доверие народа.

## ЗАХОРОНЕНИЕ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Еще одна проблема, которая встает перед специалистами, — захоронение радиоактивных отходов. Вынимаемые из реактора тепловыделяющие элементы имеют радиоактивность в  $10^4$  раз больше, чем закладываемые (их исходный материал — уран характеризуется небольшой естественной радиоактивностью). Следовательно, необходимо локализовать эти отходы. На какое время? Спустя 600—1000 лет радиоактивность этих отходов приблизится к исходной. Вот на этот период их и нужно надежно захоронить.

В радиоактивных отходах содержатся и радиоактивные трансурановые элементы с периодом полураспада в миллион и более

лет. Можно показать, однако, что столь долго живущие изотопы (а потому они и слаборадиоактивны) опасности для окружающей среды не представляют, ибо если даже их рассеять по земному шару, они мало что добавят к естественной радиоактивности недр и океана.

Приведу некоторые сведения из издания Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ)<sup>2</sup>. Думаю, эти цифры окажутся неожиданными для многих. На начало 80-х годов в США накоплено 200 тыс. м<sup>3</sup> радиоактивных отходов военного происхождения и 300 м<sup>3</sup> — отходов от АЭС, т. е. в 700 раз меньше. Более того, к 2000 г. при всем мыслимом развитии атомной энергетики к «военной» радиоактивности добавится не более 10 % «мирной».

Широко известен природный реактор в Окло (Габон, Западная Африка), действовавший около 1,7 млрд лет назад в течение 500 тыс. лет<sup>3</sup>. В то время содержание активного <sup>235</sup>U в руде было примерно вчетверо выше, что и объясняет эту природную аномалию. С тех пор не отмечено существенного перемещения тяжелых компонентов топлива, в том числе плутония.

Имеются и другие наблюдения. Так, существуют прямые эксперименты, результаты которых поддаются экстраполяции на тысячелетия. В потоке теплой (40 °C) воды смывание стекла составляет 1 мм, а титана в морской воде — 0,1 мм за 100 лет.

Итак, со всей определенностью сегодня можно утверждать, что проблемы надежного захоронения радиоактивных отходов могут быть решены, хотя, надо признать, эта задача — сложнейшая в ядерной энергетике.

Чтобы более отчетливо представить себе масштабы приведенных величин, напомним: из блока реактора ежегодно изымается несколько десятков тонн отработанного топлива (на 1 ГВт электрической мощности), которые содержат 1 т радиоактивных осколков. Вся эта масса осколков может быть остеклована в нескольких кубических метрах.

С другой стороны, если энергия такой станции будет направлена на электролитическое разложение воды, ее хватит на производство 1 млн т экологически чистого топлива (водорода). Станции общей мощностью

<sup>1</sup> Подробнее об этом см., напр.: Феоктистов Л. П. Вариант безопасного реактора // Природа. 1989. № 1. С. 11—15.

<sup>2</sup> Обращение с радиоактивными отходами. МАГАТЭ. Вена, 1981.

<sup>3</sup> Об этом см.: Шуколюков Ю. А. Все ли понятно в феномене Окло? // Природа. 1984. № 7. С. 14—21.

100 ГВт производят его в количестве, достаточном для нужд транспорта всей нашей страны. Так что на одной чаше весов — проблема захоронения кубических метров радиоактивных отходов, а на другой — миллионы тонн топлива, спасающего воздух наших городов от загрязнения.

## ВОЕННЫЙ АСПЕКТ

Общественность обеспокоена и тем, что во время военных действий при разрушении предприятий атомной энергетики может возникнуть значительная дополнительная опасность. В особенности, если разрушения приведут к высвобождению радиоактивности (а это может произойти и в ядерной войне, когда средства нападения сами по себе радиоактивности не несут). Несомненно, по этой причине и в силу абсолютной ценности (ведь капитальные затраты на строительство АЭС составляют миллиарды рублей) эти станции в первую очередь будут привлекать внимание противника.

Хочу напомнить, что именно эти соображения легли в основу законопроекта, предложенного несколько лет назад Советским Союзом в ООН. Согласно этому проекту, всякое преднамеренное разрушение ядерных объектов равносильно применению ядерного оружия. Договор пока не принят. Он не так прост и однозначен, как может показаться с первого взгляда. Вот некоторые вопросы, требующие уточнения: не окажутся ли на территории станции другие предприятия, в том числе военные, которые как бы встанут под ее защиту? Не будут ли автоматически защищены города, в которых расположены атомные предприятия? И таких вопросов много.

В дальнейшем этот договор оказался связан с договором о запрещении радиологического, т. е. радиоактивного, оружия. Это оружие в самом деле является грозным и по радиоактивному заражению может превосходить даже термоядерное. Тонна искусственного изотопа  $^{60}\text{Co}$ , равномерно рассыпанная по поверхности Земли, увеличивает уровень радиоактивности по отношению к естественному фону в 10 раз, а сосредоточенная в зоне  $1000 \times 1000$  км, делает ее смертельно опасной для жизни на несколько лет (период полураспада  $^{60}\text{Co}$  составляет 5,3 г).

Некоторые государства связали воедино оба вопроса: появилась формулировка договора, в котором запрещалось радиологическое оружие и, одновременно, провоз-

глашался запрет на разрушение любого атомного предприятия. В таком соединении есть своя логика: ведь человеку в конечном счете безразлично, откуда придет радиоактивность — от взорвавшейся радиологической бомбы или разрушенной АЭС.

Сегодня мы говорим «нет» радиологическому оружию и берем под защиту атомную промышленность, завтра это коснется химического оружия и химических заводов, биологического оружия и соответствующих предприятий и т. д. (Кто знает, где ожидает нас большая беда — от радиоактивности разрушенной АЭС, токсических газов взорвавшегося химического предприятия или от смертоносных бактерий потерпевшего аварию биологического завода?) А послезавтра станет ясно, что нет районов, в которых бы ни размещались предприятия подобного рода, т. е. разрушать, не опасаясь глобальных последствий, нечего — любая война, и не только ядерная, невозможна, технический прогресс пришел в очевидное противоречие с милитаристскими намерениями.

Однако сложные моменты, возникшие вследствие присоединения к договору о запрещении радиологического оружия вопросов защиты атомных объектов, затянули принятие соглашения на годы. Тем не менее мы верим, что рано или поздно радиологическое оружие будет объявлено вне закона — как абсолютно варварское, противозаконное, по отношению к которому природа не снабдила человека никакой защитой.

Несомненно, мировое сообщество придет к соглашению и в отношении атомных объектов. Это ясно хотя бы потому, что положение обостряется: количество атомных предприятий, приходящихся на единицу площади (а именно эта величина характеризует военную опасность), в США больше, чем в СССР; особо серьезная в этом отношении ситуация сложилась в густонаселенных районах Западной Европы.

Я назвал причину, непосредственно влияющую на настроение людей. Но есть и фон, связанный с ядерным оружием, он также не на пользу ядерной энергетике: «Лучше без бомб и АЭС, чем и то, и другое».

Но здесь я со всей определенностью хочу подчеркнуть, что ядерная энергия уже открыта, обратного пути нет и дело человеческого разума обратить это величайшее открытие века на благо, а не во вред себе. Поэтому огромное позитивное значение имеют правительственные действия, направленные на сокращение и уничтожение ядерного оружия. Можно по-разному оценивать роль атомного оружия как сдерживающего фак-

тора, сохранившего мир на Земле. Но даже у крайних апологетов этого вида оружия нет сомнений в том, что для выполнения сдерживающей функции совсем не требуется такого большого количества всех тех разновидностей бомб, снарядов, головных частей и т. п., которые имеются сейчас в мире. Налицо явный перебор. Какие бы выводы ни делались на этот счет разными специалистами, все они сходятся в одном: для выполнения сдерживающей функции достаточно оставить с каждой стороны примерно 5 % от имеющегося сейчас количества ядерного оружия.

Но независимо от того, будет ли атомное оружие полностью уничтожено или его радикально сократят, появится значительное количество ядерного материала. В свое время на его производство были затрачены десятки миллиардов рублей. Вернуть их полностью невозможно, но не воспользоваться этим богатством для развития ядерной энергетики было бы по меньшей мере бесхозяйственно. По подсчетам специалистов, выскобленного ядерного материала хватит для поддержания планового развития атомной энергетики на десятки лет.

Другой аспект, связанный с постепенным сокращением или уничтожением ядерного оружия, заключается в том, что уже сегодня (а может быть, даже вчера) уместно ставить вопрос о полном прекращении производства специфических материалов для ядерного оружия. Имеются в виду прежде всего плутоний и тритий как основы современного ядерного вооружения. Оба изотопа производятся в специализированных реакторах. Полное прекращение их производства позволило бы все, без исключения, реакторы поставить под международный (по линии МАГАТЭ) контроль, что, в свою очередь, несомненно способствовало бы заключению договоров с другими странами. Подобные действия привели бы к укреплению авторитета МАГАТЭ и договора о нераспространении ядерного оружия.

Если в отношении плутония мнения совпадают и не видно причин, по которым следовало бы продолжать его накопление, то с тритием картина менее ясная. Дело в том, что тритий распадается (период его полураспада составляет 12 лет) и за обозримое время он исчезнет, но исчезнет не сразу. Исходя из того, что 5 %-ного уровня вооруженности, как уже было сказано, достаточно для сдерживания агрессии, специалисты считают, что накопленного трития хватит на 50 лет. Другими словами, у нас есть время,

чтобы договориться окончательно и бесповоротно.

Многое из того, что написано в этой статье, — плод наших совместных с В. А. Легасовым обсуждений. Валерий Алексеевич был горячим сторонником использования ядерной энергии в народном хозяйстве. Он искал наиболее эффективные способы ее применения в сложных производствах; в некую систему выстраивал проблему безопасности, рассматривал ее во всех аспектах — физическом, техническом, человеческом.

Во время наших долгих бесед мы часто даже доходили до крайностей, объявляя ошибкой размещение в Европейской части СССР многочисленных АЭС. Но вот трагический опыт Чернобыля заставляет еще раз вернуться к этому вопросу. По-видимому, до тех пор пока не будет со всей очевидностью показано, что радиоактивная опасность во всех проявлениях надежно устранена, невозможно массовое развитие ядерной энергетики в густонаселенных районах.

Кто знает, может быть, правы были Н. А. Долежалъ и Ю. Ф. Карякин, предлагавшие создавать большие энергогорода с сосредоточенным в них замкнутым производством, включающим переработку и захоронение радиоактивных отходов<sup>6</sup>. Не лучше ли, если бы в этих энергогородах, расположенных где-то в незаселенных районах, производилась бы атомная энергия, которая прямо здесь шла на создание энергоемкой продукции, например химической, металлургической и др. Вероятно, об этом стоит серьезно подумать.

Сейчас же, и в первую очередь для борьбы с радиофобией, необходима разъяснительная работа специалистов среди населения — честный и откровенный разговор. И демонстрация достижений ядерной энергетики — конкретная и регулярная, хотя бы раз в два-три года. Тогда, возможно, республики и области не будут шарахаться от АЭС, а, наоборот, станут доказывать в Совете Министров настоятельную потребность в строительстве этих станций именно у них.

Ядерная энергия будет служить человечеству. Не может пропасть, исчезнуть величайшее открытие человеческого разума. Надо только до конца осознать (и я уже говорил об этом выше), что мы не в конце пути, как думали до Чернобыля, а где-то в начале.

<sup>6</sup> Долежалъ Н. А., Карякин Ю. Ф. Ядерная энергетика: проблемы и перспективы // Коммунист. 1979. № 14. С. 19—28.

# Чернобыль

## Рассуждения физика-нереакторщика

Ю. Л. Соколов,

доктор физико-математических наук  
Институт атомной энергии им. И. В. Курчатова  
Москва

**Ч**ЕРНОБЫЛЬ... Зловещее название — Черная быль, которое еще долго, из поколения в поколение будут вспоминать наши потомки, ибо могут оказаться среди них те, кто отмечен печатью случившейся трагедии.

Взрыв реактора глубоко потряс всех и, конечно, доставил тяжелые переживания нам, сотрудникам Института атомной энергии им. И. В. Курчатова. Каждый, кем бы он ни был, старался понять, как это произошло, каковы последствия взрыва, допустимо ли вообще использование существующих атомных электростанций и, тем более, строительство новых.

Правильная оценка случившегося далеко не проста. Самые невероятные слухи и безответственные выступления в печати возникли потому, что доступная широким массам информация об аварии на ЧАЭС была и остается чрезвычайно скудной. Данные, которые по самой своей сути нуждались в открытой публикации, были засекречены.

Думаю, наиболее близкое к истине описание такого феномена, как Чернобыль, неизбежно окажется сложной мозаикой, составленной из заключений физиков, техников, экономистов, экологов, медиков, биологов и других специалистов. Я не реакторщик, я — физик, занимающийся исследованием свойств элементарных частиц, т. е. вопросами фундаментальной физики. Эта область науки никак не связана с разработкой реакторов. Я лишь в общих чертах знаком с их конструкцией и представляю себе характер протекающих в них процессов. Но, в таком случае, имею ли я право на собственную точку зрения по поводу катастрофы на ЧАЭС? Думаю, что имею. Постепенно я

много узнал о взрыве, и у меня сложилось твердое убеждение, что причиной его явились не физико-технические факторы, обусловленные конструкцией и параметрами реактора, а чисто человеческие. Об этом и хочу рассказать.

Когда я составил таблицу, отображавшую развитие во времени событий, приведших к аварии, то неожиданно испытал чувство самой настоящей жалости к реактору, как к живому существу, отчаянно отбивавшемуся от наседающих на него врагов, которые упорно толкали его в недопустимое — нерегламентное — состояние, отсекая один за другим элементы защиты. Что же произошло?

АЭС состоит из двух основных частей: источника пара, которым является реактор, и турбогенератора, т. е. паровой турбины, соединенной с электродвигателем. В системе АЭС имеются также два комплекса дизель-генераторов, обеспечивающих собственные энергетические нужды станции при возможном отключении внешних источников питания.

Однако на ЧАЭС было решено провести эксперимент, необходимости которого я так и не смог понять: предполагалось выяснить, можно ли получить от турбогенератора электроэнергию для нужд самого реактора, если прекратить подачу пара к турбине, т. е. за счет энергии вращающегося по инерции массивного ротора. Зачем понадобилось наряду с надежными дизель-генераторами создавать короткодействующую систему (поскольку запас механической энергии ротора ограничен, к тому же она не постоянна, так как скорость вращения ротора убывает)? Не могу отделаться от впечатления, что

во всей этой затее было что-то явно нелепое.

Но если все же потребовалось провести чисто электро-технический эксперимент, никак с реактором не связанный, то можно было сколько угодно испытывать турбогенератор, питая его от обычного парового котла (который, как мне кажется, следовало бы специально построить для таких целей).

Тем не менее испытание турбогенератора было решено провести в период остановки реактора, когда мощность его падает, и, соответственно, уменьшается выработка пара. В принципе, проведение такого опыта возможно. Однако для его осуществления необходима тщательно продуманная программа, предусматривающая комплекс дополнительных мер безопасности, поскольку реактор РБМК (реактор большой мощности, канальный), установленный на ЧАЭС, обладает такими физическими свойствами, которые в определенных условиях могут стать причиной аварии. Это существенный момент: было хорошо известно, что реактор может «пойти в разгон», т. е. стать неуправляемым, поэтому его эксплуатационный регламент составлялся с таким расчетом, чтобы никоим образом не возникал подобный режим. Сложная система защиты как раз и гарантировала соблюдение этого важнейшего требования.

Я говорил уже, что «гибель» реактора обусловлена человеческим фактором. За аварию прежде всего отвечают те, кто решил проводить эксперимент и составил его программу. Я был ошеломлен, узнав, что программа испытаний разрабатывалась организацией, не имевшей никакого отношения к атом-

ной энергетике. Эта программа не рассматривалась специалистами и не была утверждена ими! Она не была даже детально проработана с персоналом станции, не осознавшим всей ответственности возложенного на него дела. Руководство опытом было поручено постороннему лицу.

Напомню, что в реакторе находилось 190 т урана.

В материалах, представленных в Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), есть такие строчки:

«Качество программы оказалось низким, предусмотренный в ней раздел по мерам безопасности составлен чисто формально. Помимо того, что в программе, по существу, не были предусмотрены дополнительные меры безопасности, ей предписывалось отключение системы аварийного охлаждения реактора» (здесь и далее выделено автором. — Ю. С.).<sup>1</sup>

А ведь регламентом категорически запрещена работа реактора на полную мощность при отклонении этой системы, так как безопасность его окажется не гарантированной. Таким образом, весь план испытаний турбогенератора с самого начала таил в себе огромную опасность. Собственно, он и стал причиной всех последующих трагических событий.

Второй акт драмы разыграл персонал, управляющий реактором. В отчете, направленном в МАГАТЭ, говорилось, что в соответствии с программой, испытания предполагалось проводить при мощности реактора 700—1000 МВт. Однако при отклонении системы локального автоматического регулирования (что предусмотрено регламентом эксплуатации реактора на малой мощности) оператор не мог достаточно быстро устранить появившиеся отклонения от режима. В результате мощность упала ниже 30 МВт. Только к 1 ч 00 мин 26 апреля 1986 г.

ее удалось стабилизировать на уровне 200 МВт. В связи с тем, что в этот период продолжалось непрерывное ухудшение рабочих характеристик реактора, дальнейший подъем мощности был затруднен из-за малого запаса реактивности<sup>2</sup>, который к тому моменту был существенно ниже регламентного.

Вот здесь и следовало бы прекратить эксперимент, поскольку параметры реактора оказались за пределами допустимых. Но персонал решил продолжать испытания. Дальнейшие его действия представляли собой «свободное творчество». При этом один за другим были отключены «мешавшие» элементы защиты.

Несмотря на усилия операторов, реактивность продолжала медленно падать. В 1 ч 22 мин 30 с ее запас дошел до величин, требующей немедленной остановки реактора. Однако персонал, не считаясь с очевидной опасностью, продолжал испытания. Нерегламентные манипуляции привели к резкому увеличению реактивности, мощность реактора, ставшего неуправляемым, начала стремительно возрастать, и примерно через полторы минуты он взорвался. Рукотворная катастрофа свершилась.

Позднее процесс развития аварии был тщательно проанализирован с помощью математической модели, что позволило сделать однозначное заключение о ее непосредственных причинах. «Авария на четвертом блоке ЧАЭС относится к классу аварий, связанных с вводом избыточной реактивности. Конструкция реакторной установки предусматривала защиту от подобного типа ава-

рий... предусматривались также строгие правила и порядок ведения технологического процесса на АЭС, определяемые регламентом эксплуатации энергоблока. К числу наиболее важных относятся требования о недопустимости снижения оперативного запаса реактивности ниже 30 стержней»<sup>3</sup>.

А персонал к моменту начала испытаний уменьшил этот запас до 6—8 стержней, лишившись, таким образом, возможности управлять реактором!

«Основным мотивом в поведении персонала было стремление быстрее закончить испытания. Нарушения установленного порядка при подготовке и проведении испытаний, нарушение самой программы испытаний, небрежность в управлении реакторной установкой свидетельствуют о недостаточном понимании персоналом особенностей протекания процессов в ядерном реакторе и о потере им чувства опасности.

Разработчики реакторной установки не предусмотрели создания защитных систем безопасности, способных предотвратить аварию при имевшем место наборе преднамеренных отклонений технических средств защиты и нарушений регламента эксплуатации, так как считали такое сочетание событий невозможным». (А у нас, оказывается, возможно все!) «Таким образом, первопричиной аварии явилось крайне маловероятное сочетание нарушений порядка и режима эксплуатации, допущенных персоналом энергоблока»<sup>4</sup>.

Что же следует из этой страшной истории? ...Вопросов возникает множество, важнейший из них — как реактор оказался в руках абсолютно безответственных и некомпетентных лиц, затеявших эксперимент с турбогенератором?

Главная причина, на мой взгляд, — низкая профессиональная культура персонала. Тот, кто сидит за пультом реактора, должен быть специалистом очень высокого класса. Подготовить такого специалиста можно только на полномасштабном тренажере, снабженном ЭВМ,

<sup>1</sup> Авария на Чернобыльской АЭС и ее последствия (информация, подготовленная для совещания экспертов МАГАТЭ. 25—29 августа 1986 г. Вена). Часть I. С. 21. Государственный комитет по использованию атомной энергии СССР.

<sup>2</sup> Реактивность — мера отклонения ядерного реактора от критического состояния. Положительное значение реактивности соответствует разгону реактора, отрицательное — спаду его мощности. Критическое состояние — стационарный режим, при котором интенсивность деления ядерного горючего постоянна во всем объеме. Чтобы реактор мог продолжительное время работать на большой мощности, он должен обладать запасом реактивности, который определяется числом резервных тепловыделяющих элементов (стержней).

<sup>3</sup> Авария на Чернобыльской АЭС... С. 31.

<sup>4</sup> Там же. С. 33.

которая имитирует все процессы, происходящие в реакторе. На подобных тренажерах обучаются космонавты. Штурвалы самолетов тоже доверяют только людям, прошедшим основательную подготовку на тренажере. Я думал, что на таких же тренажерах готовят и персонал АЭС, но как же был изумлен, узнав, что в стране нет ни одного необходимого тренажера.

Итак, основным мотивом в поведении персонала было стремление быстрее закончить испытания. Но почему такое стремление возникло? Приказ начальства, желание выслужиться или что-то другое? Похоже, персонал был в состоянии эффекта, когда человек, видя перед собой цель, идет к ней, не считаясь ни с чем.

Сейчас нередко приходится слышать и читать, что, кроме чернобыльского, могут взорваться и другие реакторы. Но чернобыльский реактор не взорвался сам по себе, словно какой-нибудь самогонный аппарат, — его взорвали, для чего пришлось немало потрудиться. Более того, как можно предсказать взрыв реактора? Ведь чтобы это произошло, требуется целый комплекс нерегламентных действий, что не под силу одному человеку. Тут нужно предвидеть, что на данном реакторе соберется неконтролируемая команда, подобная чернобыльской.

Но чтобы при любых условиях взрыв оказался невозможным, реактор должен быть невзрывоопасным, хотя достигается это ценой снижения его

экономических показателей. Кроме того, система управления им должна быть в высокой степени автоматизирована, что уменьшает влияние ошибок оператора. Следует, однако, помнить, что любая автоматика, какой бы совершенной она ни была, не абсолютно надежна. Поэтому необходимо искать какой-то оптимум, вводить многоступенчатый контроль команд оператора.

В 1979 г. А. П. Александров писал: «С точки зрения безопасности, можно с уверенностью сказать, что принятие должных мер предосторожности обеспечивает возможность развития атомной энергетики»<sup>5</sup>. Здесь сформулирован основополагающий тезис: сама возможность использования атомной энергии обусловлена наличием комплекса необходимых мер безопасности. Разработчики системы защиты РБМК это понимали. Ведь неполадки на реакторах этого типа бывали и раньше, но применявшаяся защита успешно с ними справлялась, после чего реакторы останавливали и ремонтировали. И если бы не фантастический набор безответственных нарушений правил эксплуатации в Чернобыле, беды не случилось бы. Напомню, что первые реакторы аналогичного типа проработали безотказно по 30—40 лет, демонстрируя всему миру талант наших конст-

рукторов. Эти реакторы находились в руках дисциплинированных специалистов, воспитанных в строгих традициях «курчатовского периода» освоения атомной энергии.

Цитированный принцип А. П. Александрова должен быть выдержан строго — атомной энергией можно пользоваться только при наличии должных мер безопасности. Но чем определяются эти меры? Конечно, физическими свойствами и конструкцией реактора, совершенством его защиты. Однако, как показал опыт Чернобыля, человеческий фактор — наиболее слабое звено в сложной системе управления реактором. Вопрос о кадрах еще долго не потеряет своей остроты. Отбор людей, имеющих хоть какое-то отношение к АЭС, — от высшего начальства до сидящих за пультом операторов — должен быть самым строгим. И мне кажется, что основными качествами, которыми должны обладать кандидаты на такие должности, безусловно, являются честность и достаточно высокий уровень культуры.

Мы должны ясно понимать, что реализация идей перестройки повлечет за собой колоссальные энергетические затраты. Сейчас каждый должен быть не только экологически, но и энергетически грамотным. Без предвзятости нужно составить себе представление, какими источниками энергии мы располагаем. И тогда станет понятно, что нет альтернативы атомной энергетике — нам от нее никуда не уйти.

<sup>5</sup> Александров А. П. Атомная энергетика и научно-технический прогресс. М., 1978. С. 201.

---

Время, прошедшее с момента Чернобыльской аварии, не притупило остроты дискуссий по поводу ядерной энергетики. Каждый день приносит новые данные, требующие осмысления. Даже среди специалистов нет единого мнения, как и где строить АЭС, какой тип реакторов предпочесть. Ситуация, безусловно, непростая, требующая всестороннего максимально объективного анализа проблемы. Тему, затронутую Л. П. Феокистовым и Ю. Л. Соколовым в этом номере, мы предполагаем вскоре продолжить.

---

Г. А. Мазохин—Поршняков

# Как оценить интеллект ЖИВОТНЫХ?



Георгий Александрович Мазохин-Поршняков, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой энтомологии Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Изучает зрение и обусловленное им поведение насекомых. Монографии: *Зрение насекомых*. М., 1965 (*Insect vision*. N. Y., 1969); *Руководство по физиологии органов чувств насекомых* (в соавторстве с Елизаровым Ю. А., Жантиевым Р. Д., Чернышовым В. Б.). М., 1977, 1983. Лауреат Государственной премии СССР (1987). Неоднократно публиковался в «Природе».

**П**РОБЛЕМА организации поведения и интеллекта животных давно занимает умы исследователей. Еще Ч. Дарвин много думал и писал на эту тему, но он рассматривал в основном позвоночных. Поведение беспозвоночных — насекомых, пауков — первым стал углубленно изучать Ж.-А. Фабр, затем не менее талантливый, но менее известный его современник англичанин Дж. Леббок. В нашей стране пионером в этой области был В. А. Вагнер. Названные и другие естествоиспытатели в конце XIX — начале XX вв. открыли неожиданную сложность поведения беспозвоночных, и не всех их удовлетворяло объяснение действий этих мелких существ исключительно как инстинктивное (стереотипное).

Позднее весьма плодотворно работал с насекомыми немецкий биолог К. Фриш, а в наши дни его многочисленные ученики и последователи: М. Линдауер, М. Реннер, Р. Менцел и др. Фриш первым прибег к обучению насекомых (пчел), чтобы выяснить, как работают их органы чувств. Он и его ученики сделали много открытий, касающихся астрономической ориентации пчел и муравьев, но, пожалуй, самым выдающимся их достижением надо признать открытие

языка «танцев» у пчел, умение насекомых экстраполировать по памяти движение солнца по небосводу, спрямлять собственный путь: например, медоносная пчела-фуражир при возврате в улей избирает кратчайшее направление, не повторяя пройденный маршрут к месту взятка. Спрямлиают обратный путь муравьи, осы и даже некоторые жуки (кравчик — *Lethrus apterus*), действуя так, будто производят необходимые расчеты. Между прочим, еще до Фриша его соотечественник К. Хайл писал о том, что пауки-прыгунчики, заметив муху, могут выйти к ней в обход преграды, теряя цель из виду на значительном отрезке пути<sup>1</sup>. Действия пауков, по его словам, не уступают сложностью охотничьему поведению некоторых птиц и млекопитающих.

В 1926 г. И. П. Павлов признал существование у беспозвоночных — пчел — условных рефлексов. Как стало известно позднее благодаря опытам М. Б. Лобашова и его учеников, в особенности Н. Г. Лопатиной, условные рефлексы пчелы не отличаются

<sup>1</sup> Heil K. H. // Zeitschr. vergl. Physiol. 1936. Bd. 23. H. 1. S. 1—25.

по основным параметрам от рефлексов позвоночных.

Незадолго до кончины Павлов пришел к выводу, что поведение по крайней мере высших представителей животного царства опирается не только на безусловные и условные рефлексы, но и на некое понимание связей. Развивая эту мысль, Л. В. Крушинский позднее создал целое учение об элементарной рассудочной деятельности позвоночных животных<sup>2</sup>. В 1968 г. автор данной статьи, поставив специальные опыты на пчелах, получил доказательства переноса ими приобретенного навыка в незнакомую обстановку и наличия способности к обобщению, т. е. выявил признаки элементов мышления и у насекомых, но сделал это в ином логическом ключе<sup>3</sup>.

## ОПЫТ И ОБУЧЕНИЕ ИЛИ ОЗАРЕНИЕ?

И в отдаленном и в недалеком прошлом немало выдающихся ученых (помимо упомянутых назовем хотя бы Э. Торндайка, В. Келера, Т. Шнейрлу) размышляли над тем, как оценить интеллект животных. Мы остановимся на трех современных точках зрения, одна из которых явно главенствует в отечественной зоопсихологии.

Признанный авторитет по поведению животных англичанин У. Торп связывал сложные целесообразные действия наших «братьев меньших» с научением, хотя и не давал конкретного рецепта, как измерять их интеллектуальные возможности. Для обозначения самого высокого уровня нервной деятельности позвоночных — птиц и млекопитающих — он окончательно утвердил термин «инсайт» (insight), т. е. проникновение в сущность отношений, улавливание или понимание связей<sup>4</sup>. Инсайт неотделим от обучения и выражается во внезапной целесообразной реорганизации или объединении прошлого опыта. Обучение с пониманием связей ведет к быстрому возникновению новых приспособительных реакций без предварительных проб и ошибок, являясь формой действий на основе «гипотез», и потому, вслед за Торпом, его часто рассматривают как свидетельство зачатков мышления.

Вот его примеры проявления инсайта.

Шимпанзе, в другом опыте собака, получали лакомство, подвешенное на веревке. Когда приманка оказалась слишком высоко, обезьяна достала банан палкой, предварительно составив ее из двух коротких трубчатых отрезков. Собака в аналогичной ситуации достала подвешенную кость, придвинув ящик и взобравшись на него.

У нас широко известны эксперименты Л. В. Крушинского: волки, собаки, некоторые птицы и другие животные при первом же предъявлении предугадывали появление кормушки из-за непрозрачной ширмы (бежали наперерез), проследив сквозь прорезь в ней направление движения. Такого рода экстраполяции направления движения он называл проявлением «элементарной рассудочной деятельности» — понятием, близким, но не идентичным инсайту Торпа. По Крушинскому, элементарная рассудочная деятельность — это «способность улавливать простейшие эмпирические законы, связывающие предметы и явления окружающей среды, и возможность оперировать этими законами при построении программы поведения в новых ситуациях»<sup>5</sup>. Само по себе определение достаточно убедительно, но вслед за ним следуют фразы: «Рассудочная деятельность отличается от всех форм обучения... животное сразу, без предварительного обучения, может принять решение к адекватному выполнению поведенческого акта», и далее читаем, что его данные ставят под сомнение ведущую роль прошлого опыта в успехе решения экстраполяционной задачи. Он настойчиво отделяет рассудочную деятельность от обучения, трактуя ее как внезапное, вне связи с предшествовавшим опытом, проникновение в сущность отношений, т. е. нечто похожее на озарение или озарение в обиходном понимании.

Механизма инсайта (будем называть так целесообразные действия, как их понимал Торп, не переводя этого слова с английского, чтобы не путать с озарением, внезапным озарением) или рассудочной деятельности пока никто не знает до конца. То же относится и к озарению, если оно вообще существует в такой загадочной форме.

Во внезапное, ничем не спровоцированное озарение как корень творчества, порождающий новое, а не просто как творческий стимул, верят некоторые деятели искусства: поэты, художники, музыканты. Эту веру предельно четко выразил К. Баль-

<sup>2</sup> Крушинский Л. В. // Доклады АН СССР. 1958. Т. 121. № 4. С. 762—765; Он же. Биологические основы рассудочной деятельности. М., 1977.

<sup>3</sup> Мазохин-Поршняков Г. А. // Энтотом. обзор. 1968. Т. 47. Вып. 2. С. 362—379.

<sup>4</sup> Thorpe W. H. Learning and Instinct in Animals. L., 1964.

<sup>5</sup> Крушинский Л. В. Биологические основы... С. 27.

монт в превосходном сонете «Путь правды»:

Пять чувств — дорога лжи. Но есть восторг  
экстаза,  
Когда нам истина сама собой видна.  
Тогда таинственно для дремлющего глаза  
Горит укорами ночная глубина.

Бездонность сумрака, неразрешенность сна,  
Из угля черного рождение алмаза.

Нам правда каждый раз сверхчувственно  
дана,  
Когда мы вступим в луч священного эк-  
стаза...

В нашу эпоху экспериментаторства трудно согласиться с Бальмонтом хотя бы потому, что принципиально невозможен контроль: наблюдение за тем же человеком-творцом, но без органов чувств и, значит, без предыдущих навыков — базы знаний. А сколько трудился В. ван Гог, чтобы создать собственный стиль, свое «откровение видения», как говорят живописцы. Внезапное прояснение или откровение и вообще создание нового без знакомства с прежними достижениями и приемами творчества в своей или далекой области знаний было бы чудом.

Можно без преувеличения сказать, что все человеческие достижения — результат обучения через понимание, через приобретение личного и усвоение чужого опыта и переноса его в новые сферы. И полезная трудовая деятельность, и искусство, и наука невозможны без предшествующих ступеней; озарения и открытия — результат осознанного, иногда подсознательного решения задач по аналогии с другими, ранее знакомыми, а не чего-либо чудесного.

Несомненно, и животные, реорганизуя хранимые в памяти навыки и опираясь на инстинктивные начала, могут внезапно решать ту или иную задачу. Но это не чудесное, вне связи с прошлыми навыками озарение, а проявление инсайта: перенос прошлого опыта. И экспериментальный подход к его изучению должен быть иным, с учетом предыдущего опыта животного и особенностей его образа жизни.

Много и увлеченно экспериментируя с различными животными, но в рассуждениях отделяя инсайт от обучения, Крушинский, по нашему мнению, не смог строго объективно выявить искомую функцию мозга. Рассудочная деятельность, конечно же, опирается на индивидуальное обучение, оно дает возможность в новой незнакомой обстановке целесообразно применять накопленный опыт. Понятно, что для этого необходимо иметь определенным — выс-

ший — способный к инсайту уровень нейронной организации мозга, детерминированный генетически. Но без личного знакомства с причинно-следственными отношениями в окружающей среде, без общения с себе подобными и особями других видов невозможна реализация тех потенциальных начал, что заложены в нейронных сетях мозга. Вспомним хотя бы Каспар Гаузер-феномен (названный по имени несчастного ребенка), когда у детей, «воспитанных» животными, интеллект остается недоразвитым, несмотря на последующее длительное общение с людьми. Современный человек стал Homo sapiens не только потому, что его мозг однажды достиг высокого уровня организации, но и по причине обучения детей родителями, при постоянном общении друг с другом и вольном или невольном (неосознанном) усвоении чужого навыка. Даже унаследованные способности нуждаются в развитии. И И. С. Бах, и В. А. Моцарт были прежде всего учениками и тружениками, лично усвоившими достижения предшественников, а потом стали великими музыкантами. И странно было бы судить об уровне их интеллекта по инженерной или математической смекалке, хотя я уверен, будь на то условия, они преуспели бы и в технике, и в науке.

Высшие представители животных тоже постепенно развивают свои способности ловко бегать, летать, охотиться, среди насекомых молодые пчелы ориентируются на местности и используют язык «танцев» хуже старых. В исключительных случаях обучение дает непредсказуемо далеко уходящие последствия. От первой синицы, случайно продолбившей крышку на бутылке с молоком, одна из английских популяций этих птиц научилась пользоваться человеческим провиантом. От первой обезьяны, уронившей в воду грязную картофелину, японская популяция обезьян научилась мыть украденный на поле картофель.

Вернемся к опытам Крушинского. В них участвовали животные со случайной, порой обедненной (если выращивались в виварии) школой жизни. Не все они могли решить экстраполяционные задачи не только по недостатку способности — многим данная постановка задачи была незнакома по жизненному опыту, они не имели приобретенных навыков, которые нужно было перенести на решение экспериментальной задачи. Вообще говоря, экстраполировать движения предметов могут многие, особенно высшие, животные. Решение таких задач усваивается в играх молодняка, из наблюдений за по-

ведением родителей, из оценки результата собственных охотничьих повадок и полового общения. Поэтому внезапно тестировать случайных животных, жизненный путь которых сизмальства неизвестен, в особенности сравнивать разные виды по способности решать специфическую задачу на экстраполяцию, нельзя, вывод не будет однозначным.

Все же трудно в единой форме объяснить, почему в опытах Крушинского одни животные вообще не решали экстраполяционные задачи с первого предъявления (рыбы, лягушки, водные черепахи, куры, голуби), а другие давали правильные ответы при повторных предъявлениях, даже с вознаграждением за правильный выбор, реже, чем экспериментом (крысы, собаки, волки). На ум приходят несколько объяснений. Во-первых, логика данной задачи могла быть или чужда, например, карпу, карасю — животным с другими играми и способами добычи пищи; или в своей жизни, особенно в неволе, они не сталкивались с похожими задачами; или отобранные животные действительно неспособны к экстраполяции. Во-вторых, при кажущейся человеку простоте экстраполяционной задачи она все же сложна для животных и требует психического напряжения, что приводит к срыву поведения. Сам Крушинский писал о психическом утомлении животных в своих экспериментах<sup>6</sup>, а мы специально исследовали это явление на пчелах. Было установлено, что у пчел при решении трудных задач, например при распознавании размера предметов, довольно быстро наступает «реверсия управления поведением» — переход от целесообразных реакций к действиям наугад или за счет безусловных рефлексов<sup>7</sup>.

#### ОРИГИНАЛЬНАЯ СХЕМА ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Как проследить, где кончается образование простых ассоциаций (рефлексов) в результате проб и ошибок и начинаются действия с участием инсайта, т. е. как корректно оценить мыслительные способности животного?

Для этого, по нашему убеждению, необходимо опереться на научение: задать животному строго контролируемый навык, а в

последующем создать условия, в которых могли бы проявиться элементарные логические операции в новой обстановке и можно было бы отделить их от простых реакций или случайных действий. Например, перед тестированием, или экзаменом, его нужно познакомить с несколькими логически повторяющимися друг друга задачами, обучить решению разных задач, но одного и того же класса, и только затем предложить в экзамене новую задачу того же класса, разумеется без вознаграждения за правильный выбор. Результат и выявит уровень инсайта животного, меру его способности улавливать связи, реорганизовывать или целесообразно переносить исходные навыки на отношение к новым объектам и ситуациям.

Еще 20 лет назад был продемонстрирован этот подход применительно к пчелам<sup>8</sup>. Здесь я вкратце напомним его. Насекомых последовательно обучали различать объекты: или по форме независимо от их цвета и фона, на котором они расположены; или по признаку «двухцветности» (пестроты), когда требовалось опознать двухцветную фигуру среди одноцветных, безотносительно к краскам, которыми они изображены, и т. д. Иначе говоря, насекомые должны были научиться обобщать объективно разные предметы по единственному общему их признаку — форме, пестроты; в других опытах — по положению некоторых элементов рисунка (с краю или внутри); по числу элементов (счет) и т. д.

Первоначально — в обучении и доучивании — насекомое получает (если способно воспринять) заданный навык, адекватный задаче переноса его в новую ситуацию. Это исключает неопределенность ответов на экзамене, проистекающую от нашего незнания предыдущей судьбы индивидов, наличия или отсутствия у них каких-то навыков, поскольку отбор подопытных насекомых был sluчен.

Для накопления статистически достоверного материала каждый экзамен повторяли много раз, чередуя с доучиванием, до достижения очевидного результата. А результат оказался удивительным, если вспомнить, что объем ассоциативной части мозга рабочей пчелы — грибовидных тел — около 1—1,5 мм<sup>3</sup>; насекомые постепенно научились правильно выбирать разные тестовые объекты по заданному признаку, абстрагируясь от других признаков, т. е. на основе мысли-

<sup>6</sup> Там же. С. 88.

<sup>7</sup> Мазохин-Поршняков Г. А. Сходные формы поведения насекомых и позвоночных // Природа. 1979. № 7. С. 50—57.

<sup>8</sup> Мазохин-Поршняков Г. А. Только ли инстинкт управляет поведением насекомых? // Природа. 1970. № 5. С. 55—62.

тельной операции обобщения. В первых двух экзаменах выборы были обычно случайными или почти случайными, но в последующих правильными оказывались выборы в 70—80 % случаев. Введя экзамен с новым насекомому набором тестов, мы поставили его перед необходимостью, хочется сказать, подумать: уловить то общее, что есть в одном из тестов экзамена и подкрепляемых приманкой тестов в обучении и доучивании. Тем самым мы отделили действия на основе обычного условного рефлекса с участием перцептивной памяти от поведения на основе логической операции обобщения, т. е. с участием инсайта.

Впоследствии в такой же схеме экспериментов была доказана способность к обобщению зрительных стимулов другими общественными насекомыми — складчатокрылыми осами, муравьями<sup>9</sup>.

Приведенные выше рассуждения снимают даже такое законное требование к экспериментам, как подбор задачи из круга генетически предусмотренных или непосредственно знакомых животному. Мы предлагали пчелам и осам задачи, аналог которым трудно или невозможно усмотреть в их обычном окружении, и они удивительным образом их успешно решали — находили в своей памяти что-то похожее. Эти опыты поставлены по частично иной схеме, но непременно с обучением.

### НОВЫЕ ОПЫТЫ НА ПЧЕЛАХ, ОСАХ И МУРАВЬЯХ, ДОКАЗЫВАЮЩИЕ ИХ НЕОЖИДАННЫЕ СПОСОБНОСТИ

В первой серии экспериментов испытывалось умение насекомых вырабатывать обобщенные правила ориентирования: выбирать правое или левое положение кормушки в альтернативной паре при отсутствии дополнительных ориентиров, т. е. независимо от расположения кормушек относительно сторон света или наземных ориентиров<sup>10</sup>. В опытах использовали цилиндр с однородными стенками, чтобы не дать возможность насекомым, во-первых, подлетать к приман-

ке с иных сторон, кроме одной, во-вторых, всегда выбирать изначально привлекающий их ближний объект. Единственным постоянным ориентиром оставалось направление продольной оси тела, относительно которой приманка была всегда либо справа, либо слева. В одном из четырех условных секторов цилиндра горизонтально располагались в 5 см друг от друга два стаканчика: с раствором сахара и раствором поваренной соли; посадка на первый служила подкреплением правильного выбора, проба соли — «наказанием» за ошибку. После каждого визита насекомых кормушки меняли местами, а иногда весь цилиндр перемещали на 5—10 м в другое место. В опытах участвовали 18 медоносных пчел и 9 складчатокрылых ос (*Paravespula vulgaris*, *P. germanica*).

13 пчел и все 9 ос научились подлетать к стаканчику с приманкой: первые в среднем после  $12 \pm 1,6$  визитов, вторые после  $7,3 \pm 1,3$  визитов. Поскольку при неожиданном для насекомых перемещении цилиндра (смене возможных наземных вех) число ошибок не возрастало, остается заключить, что насекомые научились ориентироваться в выборе правого или левого стаканчика только по положению его относительно оси собственного тела. Осы вели себя увереннее пчел — не ошибались по 16—20 раз подряд. Следовательно, не только высшие позвоночные, например собаки, могут делить пространство по обобщенному признаку «справа — слева».

Во второй серии экспериментов изучали способность тех же видов насекомых овладевать задачами альтернативного выбора: закономерно чередовались выбираемые объекты, лишённые каких-либо зрительных, обонятельных и иных индивидуальных маркеров<sup>11</sup>. Усваивают ли эти насекомые следующее правило: «помни, где была приманка в последний раз, но в следующий раз ищи ее в другом месте»? Было испытано более 100 пчел и около 50 ос. На экспериментальном столике находились две идентичные кормушки: одна с сахаром, другая — с солью, после каждого прилета фуражира столик поворачивали на 180°. Первоначально приманку перемещали по принципу «справа — слева» относительно направления подлета от гнезда к столику. Из 41 пчелы с задачей справились 27 (66 %). Осы оказались гораздо способнее пчел: все 13 решили задачу.

<sup>9</sup> Карцев В. М. // Зоол. журн. 1979. Т. 58. Вып. 9. С. 1419—1420; Мурзин С. В. // Там же. 1976. Т. 55. Вып. 9. С. 1343—1353.

<sup>10</sup> Мазохин-Поршняков Г. А., Семенова С. А., Карцев В. М., Рабинович А. З. // Зоол. журн. 1987. Т. 66. Вып. 3. С. 365—372. В этих и других цитированных работах оговорены все меры предосторожности, исключающие опознание искомого объекта по запаху или другим неконтролируемым признакам.

<sup>11</sup> Мазохин-Поршняков Г. А., Любарский Г. В., Семенова С. А. // Бюлл. МОИП. 1987. Т. 92. Вып. 2. С. 63—69.

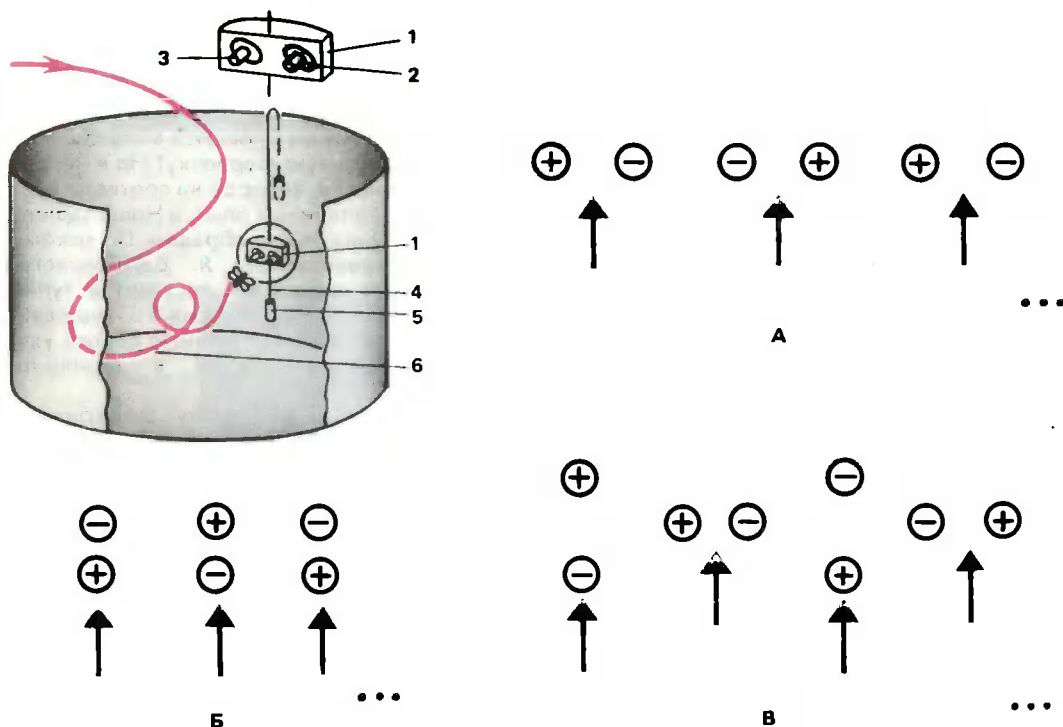


Схема экспериментального цилиндра и три вида задач (А, Б, В) для оценки интеллекта пчел и ос: 1 — планка-держатель; 2 — контрастирующий с фоном маркер стаканчика; 3 — стаканчик с сиропом или поваренной солью; 4 — леска; 5 — грузик для удерживания планки; 6 — типичная траектория поискового полета насекомого. Первый тип [А] задачи — выбор кормушки с сиропом, расположенной то справа, то слева от траектории полета, — самый простой, решается большинством подопытных ос и пчел. Второй тип [Б] — выбор кормушки, находящейся ближе или дальше от летящего насекомого, — осы и пчелы смогли выполнить только после того, как научились решать первую задачу. Третий тип [В], в котором сочетаются две предыдущие задачи, оказался слишком сложным, с ним пчелы не справились (осы в эксперименте не участвовали).

Затем задачу изменили: приманку помещали то ближе, то дальше. С такой задачей выбора не справились ни пчелы (8 индивидов), ни осы (5). Но при «подсказке», когда насекомых сначала обучали выбирать приманку в альтернативных положениях «справа — слева», а потом предлагали задачу «ближе — дальше», 9 пчел из 12 и 6 ос из 9 решили ее. Значит, предварительное обучение более легкой задаче помогает насекомым усвоить более трудную, т. е. первоначальный навык они переносили в новую ситуацию. Но когда совместили обе задачи — чередовали положения приманки по принципу: «ближе — дальше, справа — слева», «дальше — ближе, слева — справа» и т. д., то 2 пчелы из 12 решили их неуверенно и одна — скорее наугад (подчеркнуты те положения кормушки, которые надлежало выбирать). Эта совмещенная задача, даже для человека непростая, оказалась на грани логической способности пчел (на осах не

испытывалась). Заметим, что альтернативный выбор во всех трех задачах представляет собой один из случаев экстраполяции: предвидения значения некоторой функции на основе знания участка этой функции.

Строгое чередование выборов идентичных объектов в альтернативной паре, из которых только один пищевой, — задача, конечно, искусственная для насекомых. Ориентация по оси собственного тела, возможно, имеет место в лабиринтах гнезда, хотя там руководящее значение имеют запахи, звуки, температура и т. д.

Почему осы оказались в экспериментах «умнее» пчел? Пчелы-фуражиры — сборщики нектара и пыльцы, а осы — еще и охотники. Они добывают не только сладкую пищу с цветков, плодов, вытекающего древесного сока, но и охотятся на гусениц бабочек, мух, не брезгают мертвечиной. Мясная пища идет на выкармливание личинок, а сладкая — на поддержание собственных сил. Поведение

ос более гибко, с большей долей приобретаемого навыка. Поэтому они обучались в наших опытах быстрее и лучше пчел.

Несколько слов о последних достижениях в изучении сложных форм поведения муравьев, имеющего отношение к нашей теме. В лабораторных опытах Ж. И. Резникова муравьи *Formica polyctena* экстраполировали направление смещения приманки, которую в период обучения регулярно, шаг за шагом переносили в одну и ту же сторону, т. е. они улавливали логическую структуру задачи на экстраполяцию<sup>12</sup>. Ж. И. Резникова и Б. Я. Рябко нашли, что муравьи с групповой организацией фуражировки (родов *Formica*, *Camponotus*) способны передавать друг другу довольно много различных сообщений, а время передачи сообщения пропорционально количеству информации в нем<sup>13</sup>. Такую систему коммуникации они назвали «языком». Подмечая закономерности пути (последовательность поворотов в лабиринте, в одной из многих ветвей которого находится приманка), муравьи-разведчики использовали их для кодирования — «сжатия» — информации. После пчел рода *Apis* это вторая группа общественных насекомых, у которых открыт язык, даже более сложный, чем пчелиный. Язык насекомых, конечно, не средство мышления, а некий обобщенный способ передачи сообщений, это тоже поведение с абстрагированием и пониманием связей.

Сложен и до конца не разработан вопрос о соотношении мышления и научения, недаром его обходят молчанием или просто повторяют концепцию Торпа авторы самых последних сводок по поведению животных. Но так или иначе, если суммировать все сказанное выше, можно заключить: не только позвоночным, а и членистоногим — насекомым, возможно и паукам, — доступны абстрактно-логические операции типа обобщения или экстраполяции, являющиеся признаком инсайта. Традиционный отказ от применения здесь понятия «инсайт», как справедливо

писал известный французский этолог Р. Шовен о поведении пауков, вызван не реальными причинами, а философским предубеждением. Конечно, не все действия насекомых и пауков кажутся нам целесообразными; например, почему мухи бьются в стекла, а не вылетают в открытую форточку? Но в непривычной обстановке, которой не соответствует весь ранее накопленный опыт, и *Homo sapiens* поступает не наилучшим образом. По яркому замечанию зоопсихолога Я. Дембовского, любого из нас наверняка поставит в тупик задача открывания «проблемного ящика»... путем почесывания собственного левого уха, хотя такого рода замок в принципе возможен.

Предлагая свою логику экспериментального измерения интеллекта, мы разделяем точку зрения Торпа на высшую форму нервной деятельности животных как на поведение через понимание в обучении связей и распространяем ее на некоторые, пусть редкие, но все же реально существующие акты поведения беспозвоночных. Контролируемое обучение — неперемное условие для выявления инсайта. В действиях насекомых в специальных экспериментах налицо признак формирования «гипотез»: подбор «в уме» и перенос в новую обстановку адекватного ей варианта ранее приобретенного навыка. А разве это не свидетельство элементов мышления? В том, что им обладают высшие позвоночные, теперь никто не сомневается. Но и нет логических оснований отвергать признаки проблемского его у более низко организованных существ. Впрочем, так ли примитивны пчелы и осы? В своей ветви эволюционного развития они достигли вершины, подобно приматам среди позвоночных.

#### РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

**Лопатина Н. Г.** Сигнальная деятельность в семье медоносной пчелы. Л.: Наука, 1971.

**Хайнд Р.** Поведение животных. М.: Мир, 1975.

**Дьюсбери Д.** Поведение животных. Сравнительные аспекты. М.: Мир, 1981.

**Меннинг О.** Поведение животных. М.: Мир, 1982.

<sup>12</sup> Резникова Ж. И. Пространственная ориентация насекомых и клещей. Томск, 1979. С. 93—99.

<sup>13</sup> Резникова Ж. И., Рябко Б. Я. Язык муравьев и теория информации // Природа. 1988. № 6. С. 64—71.

Б. В. Вайнер  
Ю. А. Щекинов

# ДЕЙТЕРИЙ во Вселенной



Борис Викторович Вайнер, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник НИИ физики Ростовского государственного университета. Специалист в области релятивистской астрофизики и космологии.



Юрий Андреевич Щекинов, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник физического факультета того же университета. Основные научные интересы связаны с космологией и физикой межзвездной среды.

**В** ОСНОВЕ современной космологии лежит ограниченный круг эмпирических сведений: наблюдения хаббловского разбегания галактик, изотропного реликтового электромагнитного излучения, крупномасштабной структуры в распределении видимой материи (звезд, галактик и их скоплений) и, наконец, данные о распространённости легких химических элементов — дейтерия, гелия и лития. Насколько глубоко в историю Вселенной позволяют заглянуть эти сведения? Реликтовое излучение несет информацию о тех стадиях эволюции, когда ее возраст составлял около 1 млн лет. Примерно к тому же времени относится и начало формирования крупномасштабной структуры. И хотя основные свойства возмущений в распределении материи, приведших к возникновению такой структуры, определяются процессами, протекавшими на очень ранних стадиях, физика этих процессов не вполне ясна, так что одних данных о структуре недостаточно, чтобы уверенно судить о ранней Вселенной<sup>1</sup>. Поэтому наиболее древним «реликтом», отпечатком самых ранних стадий эволюции сейчас является соотношение между концентрациями легких элементов, образовавшихся в первые несколько минут от начала расширения — водорода, дейтерия, гелия и лития. Разумеется, последующие этапы эволюции не прошли бесследно — информация, зашифрованная в распространённости этих элементов, искажалась активными процессами (такими, например, как взрывы звезд), и тексты своеобразной космологической летописи, написанной легкими элементами, сильно пострадали от времени. В состоянии ли мы прочесть их и восстановить события тех времен, когда Вселенной было несколько минут «от роду»? Сегодня есть серьезные основания для утвердительного ответа на этот вопрос.

<sup>1</sup> Подробнее о реликтовом излучении см.: Насельский П. Д. Реликтовое электромагнитное излучение — инструмент исследования Вселенной // Природа, 1985. № 11. С. 76—85; о связи крупномасштабной структуры с процессами в ранней Вселенной см.: Зельдович Я. Б. Современная космология // Природа. 1983. № 9. С. 11—24.

## ВИДИМАЯ ВСЕЛЕННАЯ

В настоящее время общепринята однородная изотропная горячая модель Вселенной, которая получила название стандартной<sup>2</sup>. В 1929 г. Э. Хаббл обнаружил, что удаленные галактики движутся от нас со скоростью  $v$ , пропорциональной расстоянию  $r$  до них:  $v = H_0 r$  (коэффициент пропорциональности  $H_0$  называют постоянной Хаббла). Измерения последних лет дают для  $H_0$  значения  $50 \div 100$  км/с · Мпс. Возраст Вселенной можно оценить, разделив наблюдаемое  $r$  на наблюдаемое  $v$ :  $t/v = 1/H_0 \sim 10^{10}$  лет.

Постоянная Хаббла, а также средняя плотность вещества определяют динамику Вселенной. Характер ее эволюции зависит от отношения  $\Omega$  средней плотности гравитирующего вещества  $\rho$  к некоторой критической величине плотности  $\rho_c = 3H_0^2/8\pi G$  ( $G$  — гравитационная постоянная). Если  $\Omega > 1$ , то наблюдаемое в настоящее время расширение рано или поздно сменится сжатием, если же  $\Omega \leq 1$ , расширение будет происходить вечно.

Сейчас известно, что той части барионной составляющей Вселенной, излучение которой регистрируется нашими приборами в различных диапазонах электромагнитных волн, соответствует  $\Omega \leq 0,1$ . Не исключено, однако, что мы видим не всю материю, поскольку часть вещества заключена в объектах слишком малой светимости. Если таких объектов много, они могут вносить значительный вклад в создание гравитационных полей и тем самым влиять на динамику Вселенной. Впрочем, плотность гравитирующей материи можно оценить независимо от ее излучения. Большинство галактик входит в состав скоплений — систем из сотен или тысяч галактик, связанных силами притяжения. Зная из наблюдений размер скопления и среднеквадратичную скорость движения его членов, можно найти их полную массу, необходимую, чтобы притяжение между галактиками не позволило им разлететься. Эта масса, как правило, больше массы видимого вещества. С ее учетом величина  $\Omega$  составляет как минимум 0,3. Но это означает, что во Вселенной присутствует так называемая скрытая масса<sup>3</sup>.

Возникает вопрос: какие виды материи, не излучающие электромагнитную энергию, могут вносить заметный вклад в среднюю плотность гравитирующего вещества? Такой материей могло бы быть обычное барионное вещество, сосредоточенное в труднонаблюдаемых черных дырах или слабосветящихся маленьких «звездах» типа Юпитера. Его могут быть и нейтрино при условии, что подтвердятся результаты экспериментов, свидетельствующих о существовании у нейтрино массы покоя. Если известные сейчас три типа нейтрино (электронные, мюонные и  $\tau$ -нейтрино) обладают сравнимыми массами покоя,  $\Omega \approx 1$ . Но так это или нет, установить довольно трудно. Выполненные в последние годы эксперименты дают только верхние пределы масс покоя мюонных и  $\tau$ -нейтрино, и эти пределы существенно выше тех, которые вытекают из анализа динамики расширения Вселенной<sup>4</sup>.

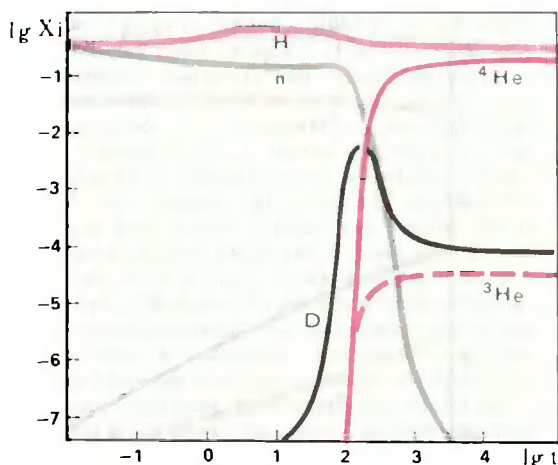
Почему мы так подробно говорим о возможной физической природе невидимого вещества? Оказывается, именно данные о распространенности легких элементов, и особенно дейтерия, ограничивают круг кандидатов в носители скрытой массы. В частности, в рамках стандартной модели Вселенной можно сразу отвергнуть черные дыры, малые неяркие звезды и любую другую форму барионного вещества: если безразмерная плотность барионной материи  $\Omega_b > 0,1$ , дейтерия должно быть значительно меньше, чем наблюдается сейчас.

Еще один параметр, определяющий свойства Вселенной — удельная энтропия  $S = N_\gamma/N_b$  (здесь  $N_\gamma$  и  $N_b$  — соответственно средние концентрации  $\gamma$ -квантов и барионов). В настоящее время числитель этой дроби известен довольно точно из наблюдений спектра реликтового излучения:  $N_\gamma = 400 \text{ см}^{-3}$ . Знаменатель определить труднее. По данным о средней плотности видимой материи  $N_b \approx 10^{-7} \text{ см}^{-3}$  и  $S = 4 \cdot 10^9$ . Чем примечательно последнее число? Оно характеризует барионную асимметрию Вселенной — показывает, что на ранних стадиях ее расширения, при  $T \gtrsim 10^{13} \text{ К}$ , на каждый миллиард нуклон-антинуклонных пар приходился примерно один избыточный барион. Каково же его происхождение? Ответ на этот вопрос требует проведения экспериментов с частицами, имеющими энергию порядка  $10^{15} \text{ ГэВ}$ . Если учесть, что крупнейшие современные ускорители сообщают частицам

<sup>2</sup> Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. *Строение и эволюция Вселенной*. М., 1975.

<sup>3</sup> Проблема определения скрытой массы весьма сложна, и здесь нет возможности остановиться на всех ее аспектах. Подробнее об этой проблеме см.: Schreider S. E., Terzian Y. // *Amer. Scientist*. 1984. Vol. 72. P. 574—581; Rees M. J. // *Europhys. News*. 1987. Vol. 18. P. 138—141.

<sup>4</sup> О роли массивных нейтрино в космологии см.: Бисноватый-Коган Г. С. *Нейтрино во Вселенной* // *Природа*. 1982. № 10. С. 26—31.



Зависимость распространённости нейтронов  $[n]$ , ядер водорода  $[H]$ , дейтерия  $[D]$  и гелия  $[{}^4\text{He}$  и  ${}^3\text{He}]$  от времени  $t$  (в секундах) от начала расширения Вселенной. Распространённость элемента  $i$  характеризуется массовой концентрацией  $X_i = A_i n_i / \rho_b N_A$ , где  $A_i$  — атомный вес,  $n_i$  — число атомов в единице объема,  $\rho_b$  — средняя плотность барионов во Вселенной,  $N_A$  — число Авогадро. В процессе космологического нуклеосинтеза, когда температура падает от  $3 \cdot 10^9$  до  $2 \cdot 10^8$  К, образуются ядра  ${}^4\text{He}$ . Другие легкие ядра  $[D]$ ,  $[{}^3\text{He}]$  остаются лишь в том количестве, которое не успело сгореть в горячем термоядерном «котле» вследствие быстрого охлаждения вещества.

энергию не более  $10^4$  ГэВ, то станет ясно, что ранняя Вселенная еще долго будет, по замечанию Я. Б. Зельдовича, уникальной лабораторией для фундаментальных физических исследований. И легкие элементы, как увидим из дальнейшего, играют в таких исследованиях далеко не последнюю роль.

## ЛЕГКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ И КОСМОЛОГИЧЕСКИЙ НУКЛЕОСИНТЕЗ

Водород, его тяжелый изотоп дейтерий  $D$ , изотопы гелия  ${}^4\text{He}$  и  ${}^3\text{He}$  и лития  ${}^6\text{Li}$  и  ${}^7\text{Li}$  — вот те элементы, которые представляют интерес для космологии. Водород — наиболее распространенный из них, его атомы и ионы составляют около 90 % частиц во Вселенной. Следующий по распространенности —  ${}^4\text{He}$ , на его долю приходится 10 % частиц. Относительные концентрации остальных химических элементов, включая и самые тяжелые, не превосходят  $10^{-2}$  %, причем доли  $D$ ,  ${}^3\text{He}$  и  $\text{Li}$  совсем малы —  $10^{-3}$ ,  $5 \cdot 10^{-3}$  и  $10^{-7}$ — $10^{-8}$  % соответственно.

В настоящее время не вызывает сомнений, что весь  ${}^6\text{Li}$  образуется в межзвездной среде при разрушении ядер углерода, азота

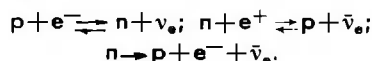
и кислорода под действием космических лучей. Происхождение более тяжелого изотопа  ${}^7\text{Li}$  этим или другими механизмами, связанными с влиянием галактических объектов, полностью объяснить не удастся. Приходится предположить, что часть ядер  ${}^7\text{Li}$  была синтезирована на ранних стадиях эволюции Вселенной. Но поскольку сейчас трудно оценить вклад различных галактических источников в производство  ${}^7\text{Li}$ , мы не можем использовать для анализа условий в ранней Вселенной данные о распространённости этого изотопа сами по себе.

О воздействии галактических и догалактических активных объектов на ядра  ${}^4\text{He}$ ,  ${}^3\text{He}$  и  $D$  мы способны судить более уверенно, поэтому из данных об этих элементах удастся извлечь информацию о первых минутах расширения Вселенной.

Распространённость различных элементов зависит от особенностей космологического нуклеосинтеза — образования элементов в горячей плотной плазме, начавшегося примерно после первой секунды расширения, когда температура понизилась до  $10^{10}$  К. К этому моменту Вселенная была заполнена фотонами, нейтрино, электронами, протонами и нейтронами.

Первую попытку рассчитать процесс синтеза элементов в горячей Вселенной предпринял Г. Гамов в конце 40-х годов. Однако модели космологического термоядерного синтеза содержали важный, но неопределенный в то время параметр — температуру вещества и излучения. Лишь после открытия в 1965 г. фонового реликтового излучения стали возможны адекватные расчеты синтеза элементов во Вселенной<sup>5</sup>.

Процесс синтеза начинается с образования ядра дейтерия при слиянии нейтрона с протоном:  $n + p \rightarrow D + \gamma$ . Что предшествует этому? При температуре выше  $10^{10}$  К в космологической плазме находятся в термодинамическом равновесии электроны и позитроны, нейтрино, излучение и барионы. При этом отношение концентраций нейтронов и протонов  $N_n/N_p$  однозначно зависит от температуры. Термодинамическое равновесие определяется в данном случае кинетикой реакций слабого взаимодействия:



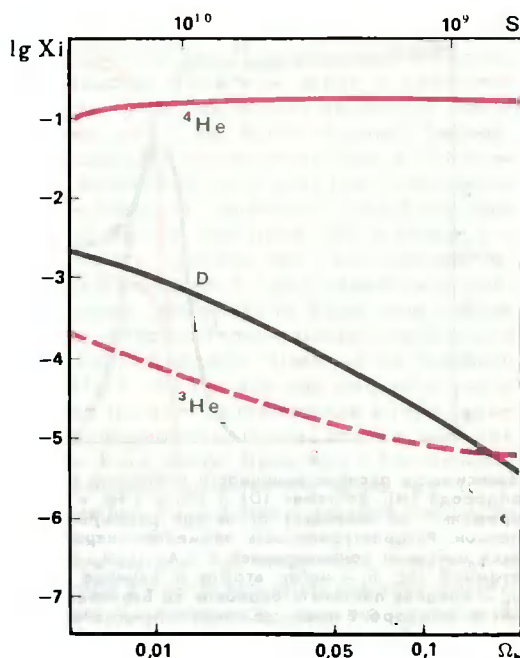
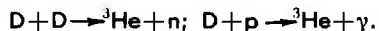
<sup>5</sup> Сразу после этого открытия такие расчеты были проведены Дж. Либблсом; Р. Вагнером, В. Фаулером и Ф. Хойлом; А. Г. Дорошкевичем и Р. А. Сюняевым. Наиболее детально космологический нуклеосинтез исследовал американский физик Р. Вагнер в 1973 г. (см.: Wagoner R. // Astrophys. J. 1973. Vol. 179. P. 343—371).

На начальных стадиях эволюции, когда температура и плотность были достаточно велики, такие реакции протекали в прямом и обратном направлениях быстро: например, через 0,01 с после начала расширения температура достигала  $10^{11}$  К, а характерное время этих реакций составляло около 0,001 с. Поэтому соотношение между концентрациями различных частиц было равновесным и зависело только от температуры — в частности,  $N_n/N_p = \exp(-\Delta mc^2/T)$ , где  $\Delta m$  — разность масс покоя нейтрона и протона,  $c$  — скорость света. Однако по мере расширения Вселенной процессы взаимопревращения нейтронов и протонов из-за падения температуры и плотности резко замедлялись. Наконец, в некоторый момент, получивший название момента «заковки», они стали настолько медленными, что время переходов  $p \rightleftharpoons n$  оказалось значительно больше времени от начала расширения Вселенной, и в дальнейшем отношение  $N_n/N_p$  оставалось практически неизменным. Как показали Я. Б. Зельдович и В. М. Якубов<sup>6</sup>, «заковка» наступает при температуре  $T_0 = 10^{10}$  К. Поэтому зафиксированное отношение  $N_n/N_p$  должно быть примерно равно термодинамически равновесному значению при температуре  $T_0$ :  $(N_n/N_p)_0 \approx 0,2$ . Предположив, что в дальнейшем все нейтроны успевают связаться с протонами и образовать ядра  ${}^4\text{He}$ , можно оценить его максимальную массовую концентрацию<sup>7</sup>:

$$Y = \frac{2(N_n/N_p)_0}{1 + (N_n/N_p)_0} \approx 0,3.$$

Исходным материалом для синтеза ядер гелия является дейтерий. При столкновении двух ядер дейтерия или дейтерия с нейтроном образуется наиболее тяжелый изотоп водорода — тритий:  $D + D \rightarrow T + p$ ;  $D + n \rightarrow T + \gamma$ , а последующее столкновение трития и дейтерия дает гелий:  $D + T \rightarrow {}^4\text{He} + n$ .

С уменьшением удельной энтропии  $S$  (или, что то же самое, с увеличением плотности барионов) концентрация  ${}^4\text{He}$  повышается, поскольку рост плотности частиц при данной температуре увеличивает число столкновений, в которых образуются ядра этого изотопа. Потому-то при снижении  $S$  уменьшается выход дейтерия, а вместе с ним и  ${}^3\text{He}$ , возникающего в реакциях



Зависимость распространенности ядер  $D$ ,  ${}^3\text{He}$  и  ${}^4\text{He}$  от удельной энтропии  $S$  и плотности барионного вещества  $\Omega_b$ . С ростом плотности (уменьшением удельной энтропии) столкновения между ядрами дейтерия становятся чаще и гелия образуется все больше. Три фактора — отсутствие стабильных атомных ядер из пяти нуклонов, большой кулоновский барьер и быстрое охлаждение космологического субстрата при расширении — мешают образованию более тяжелых элементов.

В период нуклеосинтеза реакции превращения дейтерия в тритий и последующего образования гелия протекают в тех же условиях, что и реакция рождения дейтерия при столкновении нейтрона с протоном. Более того, скорости этих реакций оказываются близкими, несмотря на кулоновский барьер между ядрами дейтерия и трития — при температуре  $10^9$  К влияние кулоновского отталкивания между легкими ядрами на скорости реакций не слишком велико. В результате практически каждое образовавшееся ядро  $D$  тут же превращается в ядро  ${}^4\text{He}$ , так что дейтерий является по сути лишь промежуточным звеном в цепочке  $p \rightarrow {}^4\text{He}$ . При малых значениях  $S$  столкновения между частицами столь эффективны, что все свободные нейтроны, имевшиеся перед началом космологических термоядерных реакций, связываются в ядра  ${}^4\text{He}$  и дейтерия почти не остается.

Приведенное значение  $(N_n/N_p)_0 = 0,2$  соответствует модели с двумя типами нейтрино — электронным и мюонным. Сове-

<sup>6</sup> Zeldovich Ya. B. // Advances Astron. Astrophys. 1965. Vol. 3. S. 241.

<sup>7</sup> Массовая концентрация гелия в космологии традиционно обозначается буквой  $Y$ , дейтерия —  $X$ , остальных элементов —  $X_i$ .

менные теории элементарных частиц допускают существование и других типов, один из которых уже открыт ( $\tau$ -нейтрино). Как это может повлиять на представления о нуклеосинтезе? В 1969 г. В. Ф. Шварцман показал, что учет каждого нового типа нейтрино увеличивает значение  $(N_n/N_p)_0$  и, следовательно, концентрацию синтезируемого гелия<sup>8</sup>. Это позволяет получить фундаментальный результат: ограничить число типов нейтрино. Нужно лишь знать зависимость выхода гелия от этого числа и его распространенность во Вселенной до образования галактик. Последняя величина определяется по наблюдениям в молодых, бедных тяжелыми элементами галактиках, где еще нет заметного количества собственного гелия, синтезированного в звездах. По современным данным догалактическое значение  $Y_{pg} = 0,245 \pm 0,005$ , чему соответствует число типов нейтрино, не превышающее 4. Иными словами, в природе может существовать еще лишь один тип нейтрино.

Узнать величину удельной энтропии по данным о гелии нельзя, потому что его выход очень слабо зависит от  $S$ : несмотря на высокую точность, с которой известна распространенность этого элемента, ошибка в значении  $S$ , определенном на основе таких данных, достигает порядка величины. Быть может, удастся оценить удельную энтропию с помощью расчетов синтеза дейтерия, выход которого чрезвычайно чувствителен к величине  $S$ ? Казалось бы, имея перед глазами график зависимости выхода дейтерия от  $S$ , достаточно выбрать на нем точку, соответствующую современным данным о концентрации дейтерия, чтобы найти плотность барионов и удельную энтропию. Однако для этого нужно решить весьма непростую проблему — определить современную распространенность дейтерия. К тому же необходимо учесть выгорание дейтерия в звездах.

## НАБЛЮДЕНИЯ ДЕЙТЕРИЯ

На Земле дейтерий встречается в составе тяжелой воды (химическая формула  $HDO$ ). Именно в таком виде он был открыт американским физиком Г. Юри при исследовании изотопного состава океанской воды 58 лет назад. Отношение числа атомов дейтерия и водорода на Земле —  $2 \cdot 10^{-4}$ . В метеоритах дейтерия примерно столько же, а в атмосфере Юпитера в несколько раз меньше:

$(3 \div 8) \cdot 10^{-5}$ . Причина различия — процессы физического и химического фракционирования, объясняющиеся тем, что энергия связи молекул, содержащих дейтерий, больше, чем у аналогичных молекул с основным изотопом водорода. При одинаковой структуре электронных уровней энергия связи, определяемая частотой нулевых колебаний, зависит от массы входящих в молекулу атомных ядер. В частности, для молекул  $HD$  и  $H_2$  отношение этих частот равно  $\sqrt{M_H}/\sqrt{M_D}$ , а разность энергий связи  $E_{HD} - E_{H_2} = 405$  К. Поэтому в равных условиях энергетически более выгодным оказывается образование дейтерированных молекул, и их возникает больше. Это и есть химическое фракционирование. Дальше начинает действовать физическое фракционирование (или, как еще говорят, гравитационная сепарация). И дейтерий, и водород входят в молекулы, содержащие более тяжелые элементы. Поэтому атомы дейтерия, связываясь в такие молекулы чаще, чем атомы водорода, меньше испаряются с поверхности планеты или метеорита. В результате небесное тело со временем обедняется водородом и относительно обогащается дейтерием. С Юпитера, на поверхность которого сила тяжести больше, а температура ниже, чем на Земле, испарение идет медленней. Поэтому там обогащение дейтерием сказывается слабее.

Как же соотносится распространенность дейтерия в Солнечной системе с его догалактической первичной распространенностью? С одной стороны, поскольку дейтерий в Солнечной системе сконцентрирован на планетах и малых телах<sup>9</sup>, где из-за фракционирования в той или иной степени идет обогащение дейтерием по сравнению с водородом, относительная концентрация этого изотопа в первоначальном газе протосолнечной туманности была меньше наблюдаемой сегодня. Сделав поправки на такое обогащение, можно оценить концентрацию дейтерия в протосолнечной туманности:  $X_{p2} = 2 \cdot 10^{-5}$ . С другой стороны, к моменту, когда, выделившись из межзвездной среды, 4,5 млрд лет назад образовалась Солнечная система, Галактика уже существовала около 10 млрд лет. Но это означает, что еще до формирования Солнечной системы звезды, активно взаимодействующие с межзвездной средой, могли уничтожить значительную часть дейтерия.

Тем не менее степень обеднения Галактики дейтерием можно рассчитать. Если определить его концентрацию в современ-

<sup>8</sup> Шварцман В. Ф. // Письма в ЖЭТФ. 1969. Т. 9. С. 315—318.

<sup>9</sup> На Солнце, как и на других звездах, дейтерий не наблюдается, так как быстро превращается в  $^4\text{He}$

ной межзвездной среде и сравнить с распространенностью в протосолнечной туманности  $X_{\text{DPI}}$  мы найдем, насколько она изменилась за 4,5 млрд лет. Затем, зная свойства населяющих Галактику звезд, можно по изменению  $X$  за последнюю треть жизни Галактики оценить изменение этой величины за первые две трети. Следовательно, главное — узнать распространенность дейтерия в межзвездной среде.

Первые наблюдения межзвездного дейтерия были выполнены в 1972 г. американскими радиоастрономами К. Джефертсом, А. Пензиасом и Р. Вильсоном по радиоизлучению вращательных переходов молекулы DCN (излучение межзвездного атомарного дейтерия настолько слабо, что до настоящего времени недоступно регистрации). Результаты оказались поистине ошеломляющими: из сравнения интенсивностей радиолиний молекул DCN и HCN следовало, что распространенность дейтерия в Галактике в 40 раз больше, чем на Земле! Но так ли это на самом деле? Действительно ли отношение концентраций DCN и HCN равно распространенности дейтерия? Правильная интерпретация этих результатов последовала через несколько месяцев после их опубликования. Как выяснилось, аномально большое содержание дейтерированных молекул связано с химическим фракционированием. Из последующих наблюдений была определена степень фракционирования и по содержанию дейтерированных молекул найдена истинная концентрация дейтерия в межзвездной среде. Она оказалась равной  $(1 \div 2) \cdot 10^{-5}$ . Примерно то же значение следует из данных об ультрафиолетовых спектрах поглощения близких к Солнцу звезд.

Таким образом, распространенность дейтерия в современной межзвездной среде в среднем примерно в два раза меньше, чем 4,5 млрд лет назад. И потому внимание астрофизиков привлекли процессы, которые приводят к уменьшению его концентрации.

### ЗВЕЗДНАЯ СТАДИЯ ЭВОЛЮЦИИ ВСЕЛЕННОЙ

Согласно традиционным представлениям, первые звезды появились во Вселенной, когда ее возраст составлял около миллиарда лет. Выделившись из газообразной среды, звезда начинает перерабатывать вещество: под действием собственной гравитации она сжимается до тех пор, пока в ее недрах не разгорятся термоядерные реакции, тепловыделение которых остановит

дальнейшее сжатие. В звездной материи появляются примеси тяжелых элементов — таких, например, как углерод и азот, — но дейтерий полностью сгорает, оставляя вместо себя  ${}^4\text{He}$ . Вещество, претерпевшее такую переработку, не остается навсегда погребенным в звезде, а спустя сравнительно короткое время возвращается в межзвездную среду. Механизмы такого возврата многочисленны, наиболее существенные из них — вспышки сверхновых и звездный ветер.

В той или иной мере выбрасывают вещество в межзвездную среду все звезды, но наиболее активно те, массы которых в несколько раз больше массы Солнца. Поначалу, когда в недрах такой звезды горит водород, а затем и гелий, потеря массы объясняется звездным ветром — сравнительно медленным и спокойным истечением вещества с поверхности, обусловленным давлением выходящего из недр излучения. Поскольку длительность таких спокойных стадий эволюции довольно велика (от миллионов до сотен миллионов лет, в зависимости от массы звезды), полная потеря вещества может быть весьма существенной, до нескольких  $M_{\odot}$ . Самые тяжелые звезды с массами более  $8M_{\odot}$  после выгорания гелия в центральных частях испытывают очень быстрое сжатие, сопровождающееся сильным повышением плотности и температуры. В результате их вещество, содержащее более тяжелые химические элементы, воспламеняется, и при этом выделяется настолько большая энергия, что подавляющая часть массы звезды сбрасывается — вспыхивает сверхновая<sup>10</sup>.

Выброшенное вещество, в котором уже не осталось дейтерия, перемешивается с межзвездным газом, так что относительная концентрация дейтерия в окружающем звезду пространстве становится ниже первоначальной. Чтобы точно определить степень обеднения, необходимо знать эффективность обмена веществом между звездами и межзвездным газом. К сожалению, разброс современных данных столь велик, что основанная на них оценка доли оставшегося в межзвездной среде дейтерия оказывается чрезвычайно неопределенной: от 0,01 до 0,5 от начальной концентрации. Чтобы уточнить эту оценку, необходим всесторонний анализ данных с привлечением максимального числа независимых соображений. Первую попытку такого анализа в 1974 г. предпринял Х. Ривс. Спустя десять лет авторы этой статьи на осно-

<sup>10</sup> Подробнее об этом см.: Ядерная астрофизика. М., 1986. С. 418—445; Физика космоса (маленькая энциклопедия). М., 1986. С. 600.

ве новых теоретических представлений и наблюдательных данных пересмотрели вопрос об эволюции массовой концентрации дейтерия<sup>11</sup>. Оказалось, что степень обеднения межзвездной среды дейтерием не превышает пяти. Последний вывод мы подкрепим двумя примерами.

Степень выгорания дейтерия можно определить, сравнив современные значения его распространенности в межзвездной среде и Солнечной системе. Их отношение не меньше 0,5. Это означает, что промежуток времени, за который количество дейтерия в межзвездной среде уменьшается вдвое, превышает 4,5 млрд лет. Следовательно, за время эволюции Галактики (13 млрд лет) доля дейтерия уменьшится не более чем в  $2^{13/4,5} \approx 5$  раз. Такое же значение можно получить, если учесть, что в ходе термоядерных реакций в звездах основная масса дейтерия преобразуется в легкий изотоп гелия  $^3\text{He}$ . В дальнейшем практически весь  $^3\text{He}$  сохраняется, лишь незначительная его часть превращается в бериллий. Поэтому наблюдаемая в межзвездной среде концентрация  $^3\text{He}$  представляет собой сумму первичной концентрации и концентрации, возникшей в результате выгорания дейтерия. По имеющимся данным, относительное содержание  $^3\text{He}$  в межзвездной среде составляет около  $2 \cdot 10^{-4}$ , так что максимальная доля дейтерия в первичном газе не должна превышать  $10^{-4}$ . Иными словами, она в пять раз больше современной.

В стандартной модели плотность барионов, соответствующая догалактической распространенности дейтерия  $10^{-4}$ , составляет  $\Omega_b = 0,1$ . Но, как уже говорилось, полная плотность с учетом скрытой массы, которая должна присутствовать в скоплениях галактик, по крайней мере в три раза выше:  $\Omega \geq 0,3$ . Это означает, что на долю обычного вещества приходится не более трети массы Вселенной. Природа остальной гравитирующей материи пока неизвестна.

Такое положение дел рождает у многих астрофизиков чувство неудовлетворенности, и они задаются вопросом: можно ли построить адекватную теорию происхождения легких элементов, полагая, что вся гравитирующая материя — это обычное вещество? Ответ таков — можно, если изменить схему нуклеосинтеза, найти новые механизмы образования дейтерия.

## НЕСТАНДАРТНЫЕ МОДЕЛИ СИНТЕЗА ДЕЙТЕРИЯ

Всю совокупность нестандартных моделей можно разделить на два класса. В моделях первого класса доминирующую роль играют гипотетические массивные нестабильные частицы, второго — догалактические массивные объекты, такие как квазары или крупные звезды. Мы проанализировали все известные нестандартные сценарии, но здесь остановимся лишь на двух, в которых наиболее ярко проявляются особенности таких моделей.

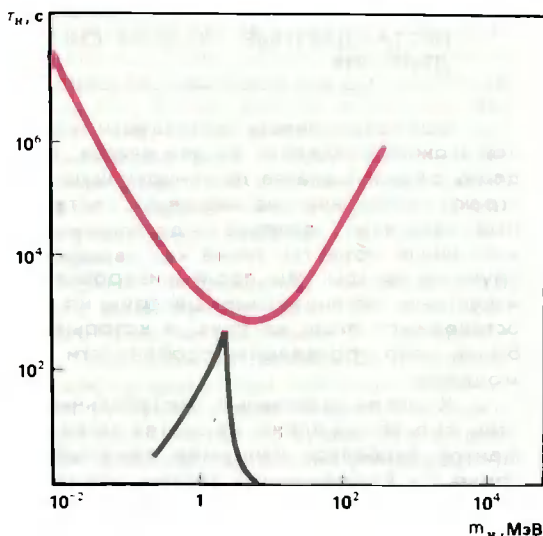
К числу массивных нестабильных частиц, способных влиять на синтез легких элементов, относятся, например, тяжелые нейтрино  $\bar{\nu}_H$ . Современные теории элементарных частиц допускают возможность существования нейтрино с массами от нескольких МэВ и выше, хотя время их жизни  $\tau_H$  должно быть ограничено, иначе полная плотность гравитирующего вещества во Вселенной окажется слишком большой. Основная доля тяжелых нейтрино распадается в первые минуты расширения Вселенной, а поскольку энергия продуктов распада велика, это может исказить весь процесс космологического нуклеосинтеза. Один из каналов распада тяжелых нейтрино ( $\bar{\nu}_H \rightarrow \bar{\nu}_e + \gamma$ ) благодаря реакции  $p + \bar{\nu}_e \rightarrow p + e^+$  приводит к некоторому избытку нейтронов в космологическом субстрате (реакция  $p + \nu_e \rightarrow p + e^-$  несущественна, т. к. в период нуклеосинтеза  $N_n/N_p \ll 1$ ), а это обеспечивает дополнительное производство дейтерия при столкновении протона с нейтроном. Если  $\tau_H \geq 200$  с и тяжелые нейтрино начинают распадаться после окончания космологического нуклеосинтеза, то даже при высокой плотности барионов во Вселенной необходимое количество дейтерия может возникнуть на стадии распада  $\bar{\nu}_H$ .

Это соображение послужило основанием для весьма радикальных высказываний, в частности о независимости догалактической концентрации дейтерия от удельной энтропии<sup>12</sup>. Однако в проведенной выше цепи рассуждений упущено из виду существенное обстоятельство, на которое обратил внимание один из авторов<sup>13</sup>. Большая часть распадов заканчивается излучением жестких  $\gamma$ -квантов, которые рождаются либо при аннигиляции возникшей в ходе реакции электрон-позитронной пары, либо при непосред-

<sup>11</sup> Вайнер Б. В., Шекинов Ю. А. // Усп. физ. наук. 1985. Т. 146. С. 143—171.

<sup>12</sup> Scherrer R. J. // Mon. Not. Roy. Astron. Soc. 1984. Vol. 210. P. 359—372.

<sup>13</sup> Вайнер Б. В. // Письма в Астрон. журн. 1985. Т. 11. С. 652—657.



Верхняя граница времени жизни тяжелых нейтрино  $T_N$  в зависимости от их массы  $m_N$ , полученная из сопоставления расчетов космологического нуклеосинтеза с данными наблюдений. Цветная кривая соответствует  $\Omega_b = 0,05$ , черная —  $\Omega_b = 1$ . Поскольку в стандартной модели при  $\Omega_b = 1$  массовая концентрация гелия составляет 0,25, а тяжелые нейтрино, ускоряя расширение Вселенной, усиливают синтез этого элемента, время их жизни должно быть достаточно мало.

ственном распаде  $\nu_N$ . Но в таком случае из объяснения наблюдаемого количества дейтерия влиянием продуктов распада  $\nu_N$  следует вывод о том, что регистрируемое сейчас реликтовое излучение — в значительной степени результат распада тяжелых нейтрино. Следовательно, удельная энтропия на стадии космологического нуклеосинтеза была существенно меньше сегодняшней. Но тогда массовая концентрация гелия  $Y$  оказывается слишком большой по сравнению с максимально допустимой — 0,27 вместо 0,25 (напомним, что точность определения этой величины составляет 0,005). Потребовал, чтобы связанные с распадом тяжелых нейтрино процессы не приводили к перепроизводству  $^4\text{He}$ , мы можем получить ограничения на массу и время жизни этих частиц, а также на их вклад в производство дейтерия. Этот вклад оказывается настолько мал, что никак не изменяет выводов, сделанных выше в рамках стандартной модели.

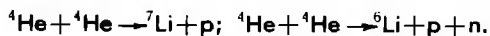
В основе второго класса нестандартных моделей лежит идея о существовании звезд первого поколения, предшествовавших всему звездному населению нашей и других галактик. Это предположение следует из того факта, что самые старые звезды нашей Га-

лактики содержат, хоть и в незначительных количествах, тяжелые элементы, а в космологическом нуклеосинтезе элементы тяжелее лития практически не производятся. Не могли ли звезды первого поколения синтезировать наблюдаемое количество дейтерия, даже если изначально его было очень мало? Ведь для этого нужно, чтобы в ядерных реакциях выделилась энергия около  $10^{15}$  эрг на 1 г вещества, а такая энергия выделится, если всего 0,1 % вещества пройдет через стадию термоядерного горения. Однако проблема слишком сложна, чтобы делать уверенные выводы лишь на основе энергетических оценок. Дело в том, что в термоядерных реакциях дейтерий быстро превращается в  $^3\text{He}$ . Поэтому его производство в звездах возможно только при выполнении довольно необычных условий, в частности наличия пучков высокоэнергичных частиц.

Поздние стадии эволюции звезд, как правило, сопровождаются выделением энергии в виде мощных вспышек и выбросов вещества, а также космических лучей высоких энергий. Если энергия вылетающих протонов превышает 28 МэВ, то при их столкновении с ядрами гелия, содержащимися в окружающем звезду газе, примерно в 30 % случаев будет появляться дейтерий:



При этом достаточно «расколоть» всего 0,01 % межзвездного гелия, чтобы получить необходимое количество дейтерия. Но ведь в состав высокоэнергичных частиц, ускоренных активными звездными процессами, входят не только протоны, но и ядра гелия. Эти ускоренные ядра, сталкиваясь с медленными ядрами гелия из межзвездного газа, будут слипаться и образовывать литий:



Эффективность этих процессов так велика, что производство требуемого количества дейтерия неизбежно приводит к избыточному рождению лития. Если же частицы космических лучей имеют энергию выше 30 ГэВ/нуклон, вероятность слипания быстрого и медленного ядер гелия становится очень малой и отношение концентрации лития и дейтерия принимает допустимое значение. Но это требует чрезмерно большого выделения энергии — около  $6 \cdot 10^{18}$  эрг/г. Такая энергия не выделится даже при превращении всего водорода в гелий.

Не мог ли во Вселенной реализоваться иной вариант: звезды первого поколения, содержащие и водород, и гелий, ускоряют их

до высоких энергий и выбрасывают в окружающую среду, в которой присутствует только водород и ничего более? В этих условиях быстрые ядра гелия, сталкиваясь с медленными протонами, раскалывались бы на ядра дейтерия, а поскольку в окружающем газе гелия нет, литий вообще не должен производиться. Такая гипотеза была высказана совсем недавно Дж. Одузом и Дж. Силком<sup>14</sup>. Сколь ни экзотична эта модель, сколь ни кажется невероятным основной ее постулат — отсутствие в исходном космологическом субстрате любых ядер, кроме водорода, — ее нужно детально изучить хотя бы для того, чтобы надежно отвергнуть.

Предположение о том, что исходное вещество Вселенной состояло из чистого водорода, подразумевает производство почти всего наблюдаемого гелия (примерно 25 % от общей массы вещества) активными звездами первого поколения<sup>15</sup>. Следовательно, их число должно быть очень велико — ведь даже если в такой звезде к концу ее эволюции весь водород превратится в гелий, то и тогда масса окружающего газа, приходящегося на одну звезду, может превосходить массу самой звезды не более чем в 4 раза. Иными словами, пятая часть вещества Вселенной должна была войти в первые звезды. Если же учесть, что в действительности выбрасываемые звездой частицы состоят из ядер гелия не более чем на 50 %, число таких звезд и их полная масса должны быть удвоены. Но раз так, пучки высокоэнергичных ядер гелия, испускаемые различными звездами, будут сталкиваться, реагировать между собой и опять приводить к избытку лития<sup>16</sup>. Значит, даже не прибегая к анализу

условий, обеспечивающих справедливость предположения об отсутствии в космологическом субстрате гелия и других элементов, мы можем отвергнуть рассматриваемую модель.

Что же можно сказать в заключение? В настоящее время большинство астрофизиков придерживается традиционной точки зрения на происхождение легких элементов. Уверены ли мы в том, что такая точка зрения адекватна физическим процессам в ранней Вселенной? В последние годы резко возрос интерес к нестандартным сценариям, но до сих пор не найдено ни одного, который в состоянии естественно и непротиворечиво объяснить всю совокупность наблюдательных данных о распространенности легких элементов. Кроме того, ни один не может конкурировать со стандартной моделью по простоте исходных предпосылок. Это рождает уверенность в адекватности стандартной модели и позволяет использовать ее как фундамент при рассмотрении сценариев происхождения крупномасштабной структуры, механизмов, приводящих к установлению данного уровня удельной энергии, и т. п. Сегодня на основе сведений о распространенности гелия и дейтерия можно так же уверенно сделать вывод о небарионной природе скрытой массы, указать интервал допустимых значений удельной энтропии, ограничить параметры тяжелых лептонов. В перспективе — дальнейшее восстановление картины эволюции Вселенной. Накопление информации о содержании легких элементов, в особенности начавшееся в последние годы активное исследование  $^3\text{He}$  и  $^7\text{Li}$ , а также построение полной теории химической эволюции Галактики позволят сделать эту картину более подробной.

<sup>14</sup> Audouze J., Silk J. // *Formation and Evolution of Galaxies and Large Scale Structure in the Universe*. N. Y. 1984. P. 267—270.

<sup>15</sup> Производство гелия в звездах Галактики незначительно ( $\Delta Y < 0,05$ ).

<sup>16</sup> Shchekinov Yu. A., Vainer B. V. // *Astrophys. Sp. Sci.* 1986. Vol. 123. P. 103—115.

А.Я. Кульберг

# Экология и СПИД



Александр Яковлевич Кульберг, член-корреспондент АМН СССР, руководитель лаборатории иммунохимии Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии им Н. Ф. Гамалеи АМН СССР, эксперт Президиума АМН СССР по научным проблемам СПИДа. Область научных интересов — строение и функция иммуноглобулинов и клеточных рецепторов, механизмы регуляции биологического равновесия. Автор ряда учебников и монографий. Неоднократно публиковался в «Природе».

**Р**АСТУЩАЯ озабоченность мирового сообщества состоянием окружающей среды обусловлена появлением все большего числа свидетельств о тесной взаимосвязи между степенью нарушения экологического равновесия и ростом заболеваемости. Неблагоприятные факторы внешней среды, будучи «побочными» продуктами промышленной революции и химизации сельского хозяйства, нарушают эволюционно сложившуюся систему биологического равновесия как у человека, так и у других живых организмов, изменяя тем самым сформировавшиеся между ними зависимости. Одним из характерных примеров таких нежелательных изменений может служить растущая роль в патологии человека бактерий, которых прежде относили к симбионтам (т. е. к мирно сосуществующим с человеком): вольганского протея, клебсиелл и др. Сегодня эти некогда мирные сожители превратились в грозных возбудителей пневмонии и других гнойно-воспалительных процессов. Причины изменения взаимосвязей между микроорганизмами и их естественными хозяевами еще предстоит проанализировать во многих аспектах. Однако уже сегодня можно утверждать, что в последнее время человек утратил систему естественной защиты в отношении условно-патогенных микроорганизмов, которые, в свою очередь, увеличили свою агрессивность. Причем все это произошло в масшта-

бах истории человечества чрезвычайно быстро, на протяжении нескольких последних десятилетий. Роль в этих процессах совокупности факторов, нарушающих экологическое равновесие, а с ним и биологическое равновесие у человека, бесспорна.

Среди новых крайне грозных заболеваний человека одно из первых мест принадлежит синдрому приобретенного иммунодефицита — СПИДу. Этот патологический процесс был классифицирован как новое инфекционное заболевание после того, как в начале 80-х годов выделили и охарактеризовали новую группу ретровирусов (РНК-содержащих вирусов, к которым относятся и вирусы лейкоза человека и животных). Однако по своему строению и свойствам ретровирусы, обнаруженные у больных СПИДом, отличаются от других ретровирусов. Это позволило выделить их в особую группу вирусов иммунодефицита человека (ВИЧ).

Внезапное появление СПИДа и имеющиеся клинично-иммунологические данные о все возрастающих масштабах эпидемии еще не получили своего объяснения, хотя и вызвали множество гипотез, опирающихся прежде

<sup>1</sup> Barre-Sinoussi F., Chermann J. C., Rey F. et al. // Science. 1983. Vol. 200. P. 868—871; Popovic M., Sarngadharan M. G., Reed E., Gallo R. C. // Science. 1984. Vol. 224. P. 497—500.

всего на эпидемиологию и вирусологию этого заболевания.

Предлагаемая вниманию читателей статья посвящена проблеме, которая еще сравнительно недавно для непосвященных казалась делом узких специалистов. Однако в современном мире все так тесно увязано и взаимообусловлено, что уже не может существовать регионов, на которые бы не распространялись общие закономерности изменения биосферы и, как следствие их, — ранее неизвестные недуги человека. Это в полной мере относится и к СПИДу — заболеванию, которое приобрело характер глобальной эпидемии. Его первые жертвы есть уже в нашей стране, а число лиц с высоким риском заболевания, по данным советских эпидемиологов, прогрессивно нарастает.

В конце 1988 г. в нашей стране, в Суздале, прошло одно из первых крупных международных совещаний по проблеме СПИДа, в котором приняли участие представители Всемирной организации здравоохранения<sup>2</sup>. Руководитель международной программы по борьбе со СПИДом Д. Манн сообщил, что СПИД уже зарегистрирован в 140 странах, в том числе в 28 странах Европы. Число лиц, инфицированных ВИЧ — возбудителями СПИДа, превысило 5 млн человек. Есть основания утверждать, что в ближайшие 5 лет по крайней мере у 1 млн человек разовьются выраженные клинические проявления СПИДа. Судьба многих из них, несмотря на все усилия современной медицины, окажется фатальной.

Чтобы в полной мере оценить масштаб этой проблемы для нашей страны, необходимо значительно шире обследовать на СПИД различные группы населения, детально изучать возможные пути распространения заболевания. Однако уже из имеющегося тщательно проанализированного материала, представленного на совещании В. В. Покровским, следует, что неразборчивость в интимной жизни, равно как беспечность отдельных служб здравоохранения или их недостаточная оснащенность, чреватые быстрым нарастанием числа инфицированных и, как следствие, возможности появления больных СПИДом.

По мнению большинства исследователей, СПИД — не только социальная проблема, но это еще и огромная медико-биологическая проблема, от эффективного решения которой во многом зависит будущее человечества. Чтобы победить болезнь, необходимо понять ее истоки и механизм. Здесь

еще предстоит преодолеть многие стереотипы, подчас опасное желание «свалить» проблему одним ударом».

Предлагаемый нами экологический подход к проблеме СПИДа, судя по публикациям в научной печати, разделяется и другими исследователями. Очевидно, что заболевание, вызываемое ВИЧ, связано не столько с утратой иммунореактивности, сколько с нарушениями регуляторных механизмов иммунной системы. Так, многочисленные данные, обобщенные американским исследователем С. Золла-Пазнер, свидетельствуют, что у больных СПИДом иммунная система обращает свое оружие против собственного организма, приводя к так называемым аутоиммунным реакциям.

В чем причины этого опаснейшего «сбоя» иммунной системы? Как показывают многочисленные эксперименты и клинические наблюдения, существуют по меньшей мере две причины возникновения аутоиммунных расстройств. Первая из них — наличие у патогенных организмов белков или других антигенов, в чем-то похожих на антигены организма хозяина. Нами впервые было установлено, что один из важнейших белков ВИЧ, встроенный в его оболочку, имеет сходные черты с такими необходимыми для функционирования клеток человека белками, как мембранные рецепторы, распознающие гормон роста и инсулин<sup>3</sup>. Уже после этого появились работы, убедительно свидетельствующие о том, что упомянутый белок ВИЧ сходен с еще одной группой клеточных белков — так называемыми трансплантационными антигенами II класса, необходимыми для нормальной работы клеток иммунной системы<sup>4</sup>. Вторая причина возникновения аутоиммунных реакций — снижение или утрата самоконтроля иммунной системы, т. е. потеря ею функции надзора за собственным поведением, проявляющейся в запрете атаковать собственный организм. Эти нарушения обусловлены иммунодепрессией, связанной в том числе с действием на организм неблагоприятных внешних факторов. Вот почему, как нам представляется, проблема СПИДа связана с проблемами экологии.

Эта позиция разделяется и некоторыми специалистами в США. Так, одна из авторитетных научно-исследовательских фирм представила в Конгресс доклад, в котором, в частности, указывается, что СПИД — «ти-

<sup>3</sup> Кульберг А. Я. // Иммунология. 1987. № 6. С. 21—26.

<sup>4</sup> Young J. A. // Nature. 1988. Vol. 333. P. 315; Colding H. et al. // J. Exp. Med. 1988. Vol. 167. P. 914—923.

<sup>2</sup> Фундаментальные и прикладные вопросы СПИДа, вирусных гепатитов и гриппа. Тез. докл. М., 1988.



Распространенность СПИДа в различных регионах мира. Число больных СПИДом на 1 млн жителей: 1 — до 5 случаев, 2 — до 20, 3 — до 50, 4 — до 100, 5 — свыше 100, 6 — нет сведений. По Дж. Манину и др. [В мире науки. 1988. № 12. С. 54—55.]

Страны с наибольшим числом зарегистрированных случаев СПИДа<sup>1</sup> на март 1988 г.

| Континент, страна        | Число случаев | Число больных на 1 млн населения |
|--------------------------|---------------|----------------------------------|
| <b>АФРИКА</b>            |               |                                  |
| Конго                    | 1250          | 595                              |
| Бурунди                  | 960           | 192                              |
| Уганда                   | 2369          | 149                              |
| Руанда                   | 901           | 133                              |
| Центральная Афр. Респ.   | 254           | 94                               |
| Замбия                   | 536           | 75                               |
| Танзания                 | 1608          | 68                               |
| Кения                    | 1304          | 58                               |
| <b>АМЕРИКА</b>           |               |                                  |
| <b>КАРИБСКИЙ БАССЕЙН</b> |               |                                  |
| Бермудские о-ва          | 75            | 1339                             |
| Багамские о-ва           | 163           | 694                              |
| Гаити                    | 1155          | 186                              |
| <b>СЕВЕРНАЯ АМЕРИКА</b>  |               |                                  |
| США                      | 57024         | 234                              |
| Канада                   | 1608          | 62                               |
| <b>ЛАТИНСКАЯ АМЕРИКА</b> |               |                                  |
| Французская Гвиана       | 93            | 1134                             |
| Бразилия                 | 2458          | 17                               |
| Гондурас                 | 81            | 17                               |
| Мексика                  | 1200          | 17                               |
| <b>АЗИЯ</b>              |               |                                  |
| Катар                    | 32            | 107                              |
| Израиль                  | 47            | 11                               |
| <b>ЕВРОПА</b>            |               |                                  |
| Франция                  | 3073          | 55                               |
| Швейцария                | 355           | 54                               |
| Дания                    | 228           | 45                               |
| Зап. Германия            | 1848          | 30                               |
| Италия                   | 1619          | 28                               |
| <b>АВСТРАЛИЯ</b>         |               |                                  |
|                          | 758           | 47                               |

<sup>1</sup> По: Sabatier R. Blaming Others. Prejudice, Race and Worldwide AIDS. The Panos Institute. L., 1988. P. 11—12.

пичное заболевание, связанное с экологической катастрофой XX в.» Оставив в стороне рекомендации этой фирмы по предотвращению глобальных эпидемий, подчеркнем далеко не случайный характер поисков принципиальных взаимосвязей между распространением СПИДа и нарушением экологического равновесия. Эта проблема требует заинтересованного внимания ученых различных специальностей, широкой общественности. Сегодня еще остается время для ее плодотворного обсуждения и поисков общей стратегии в борьбе за сохранение здоровья этого и грядущих поколений.

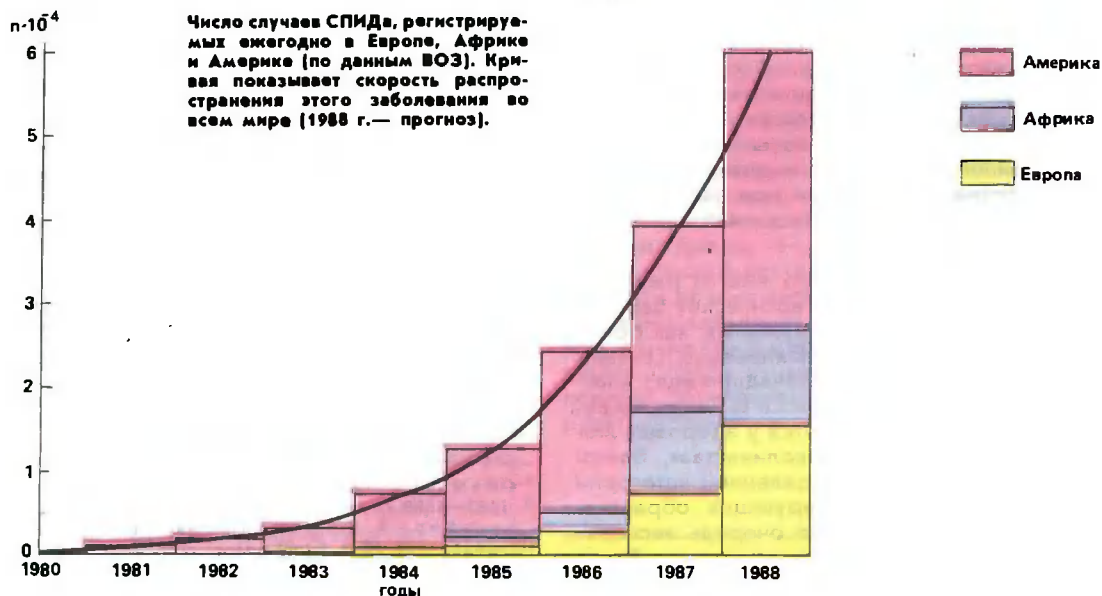
В чем сущность принципиально нового подхода к проблеме СПИДа, возникшей при молекулярно-иммунологическом анализе вероятных механизмов патогенного действия ВИЧ? Сравнительное изучение строения белков ВИЧ и белков оболочки клеток человека показало, что между ними имеется не только достоверное структурное сходство, но и иммунологическое родство. Эти факты послужили основанием объяснить возникновение СПИДа ошибками иммунной системы зараженного ВИЧ человека при распознавании «своего» и «чужого», т. е. аутоиммунными процессами. В свою очередь, эта гипотеза о молекулярных механизмах патогенеза СПИДа позволила связать появление и быстрое распространение этого заболевания с возрастающим влиянием на иммунную систему человека неблагоприятных факторов внешней среды.

Как известно, белки и другие биополи-

меры обладают антигенными свойствами, т. е. их введение в организм вызывает образование соответствующих антител. Однако в нашем собственном организме на иммунные реакции против «своего» наложен строгий запрет. Он обеспечивается наследуемым механизмом их подавления — так называемой иммуносупрессией. Главное действующее лицо иммуносупрессии — Т-супрессоры. Эти лимфоциты, происходящие из вилочковой железы — тимуса, способны строго избирательно (специфически) тормозить иммунные реакции на собственные белки и другие биополимеры. Эффективность этого подавления определяется прежде всего наследуемым числом родоначальных клеток, превращающихся в ходе индивидуального развития в зрелые Т-супрессоры, а также беспрепятственной дифференцировкой последних (т. е. достаточной продукцией необходимых регуляторных веществ и пр.). Если эти условия в той или иной степени не реализуются, могут возникнуть иммунные реакции на свои собственные биополимеры, т. е. появится предрасположенность к аутоиммунным заболеваниям<sup>5</sup>.

Такая иммунная реакция на собственные биополимеры может усиливаться микроорганизмами, белки которых имеют сходство с белками хозяина. Иммунная реакция на антиген такого строения выразится в том

<sup>5</sup> Rose N. L. Основные аспекты аутоиммунного заболевания // Механизмы иммунопатологии. М., 1983. С. 165—180.



числе в появлении антител или иммунных клеток, реагирующих со своими же собственными белками или другими веществами. Продолжительность и интенсивность таких аутоиммунных реакций тем больше, чем сильнее нарушен Т-супрессорный контроль. При его глубоком повреждении иммунологические реакции на «свое» приобретут перманентный характер и могут привести к гибели больного.

Степень защиты против иммунных реакций на «свое» снижается под действием факторов, подавляющих активность иммунной системы. По существу все факторы внешней среды, вызывающие такую иммуносупрессию, при определенной концентрации могут способствовать появлению аутоиммунных заболеваний, вероятность которых резко возрастает при одновременном инфицировании организма бактериями, вирусами и т. д., «подталкивающими» аутоиммунный процесс.

К числу типичных аутоиммунных заболеваний человека относятся ревматизм, ревматоидный артрит, системная красная волчанка и др. (наследственная предрасположенность к ним в ряде случаев доказана). Зачастую при этом аутоиммунный процесс инициируют бактерии (например, стрептококки), что характерно для ревматизма и ряда других заболеваний, или вирусы (вероятно при ревматоидном артрите и системной красной волчанке). При этих аутоиммунных заболеваниях человека или сходной патологии у некоторых разновидностей мышей с конкретными генетическими дефектами наследственная предрасположенность связана с ослаблением Т-супрессорного контроля по отношению к строго определенным собственным антигенам. Иная ситуация складывается, когда Т-супрессорный контроль в целом подавлен неспецифическим действием химических иммунодепрессантов или радиацией. В таких случаях возникает предрасположенность к иммунным реакциям на любой собственный антиген при условии, что иммунодепрессанты не подавили все функции иммунной системы.

В последние годы во многих развитых странах растет число аллергических заболеваний, в том числе таких тяжелых, как бронхиальная астма. Их возникновение связано с продукцией антител, принадлежащих классу иммуноглобулинов класса Е. Такие иммуноглобулины синтезируются у здоровых людей в ничтожно малых количествах, благодаря деятельности определенной категории Т-супрессоров, контролирующей образование этих антител. В свою очередь экспериментально доказано, что активность Т-супрессоров снижается под действием химиче-

ских иммунодепрессантов и радиационного облучения в дозах, недостаточных для полного подавления иммунной системы. В результате в ответ на какой-либо чужеродный антиген эффективно вырабатываются иммуноглобулины Е<sup>0</sup>. Таким образом, контролирующая функция Т-супрессоров — это одно из наиболее уязвимых мест в иммунной защите.

Все сказанное выше позволяет, как представляется, понять причины внезапного появления и быстрого распространения СПИДа. Как уже говорилось, белки оболочки ВИЧ по своей структуре сходны с белками оболочек клеток человека, которые выполняют чрезвычайно важную функцию: они служат рецепторами для гормонов, других регуляторных молекул и питательных веществ, а также антигенов. У белков вируса и клетки сходными оказались высококонсервативные участки, которые играют роль активных (распознающих) центров в самых разнообразных по специфичности рецепторных белках. Так как антитела к таким участкам ослабляют распознающую функцию рецепторов, их появление при аутоиммунном процессе способно полностью дезорганизовать метаболизм в организме<sup>6</sup>. Поэтому в норме должен существовать строгий контроль за продукцией подобных антирецепторных антител.

Выявляемые у больных СПИДом вирусы могут «обмануть» иммунную систему хозяина. Однако, способны ли поверхностные вирусные белки индуцировать продукцию антирецепторных антител без предшествовавшего заражению ВИЧ, подавления Т-супрессорного контроля? Такая ситуация представляется маловероятной, равно как невозможно представить себе подобные вирусы в качестве ингибиторов, угнетающих Т-супрессоры. В настоящее время достоверно установлено, что ВИЧ размножаются в лимфоцитах другого типа в Т-хелперах. Неодинаковая чувствительность различных категорий Т-лимфоцитов к ВИЧ очевидна, так как именно Т-хелперы синтезируют и встраивают в свою оболочку особый рецепторный белок (CD4-рецептор или OKT4-антиген), с которым связываются ВИЧ. Этот факт убедительно доказан специальными исследованиями, в том числе с использованием CD4-рецептора, полученного методами генной инженерии<sup>8</sup>.

<sup>6</sup> Okumura K., Tada T. // Immunology. 1971. Vol. 107. P. 1682—1688.

<sup>7</sup> Кульберг А. Я. Новый этап в изучении СПИДа // Природа. 1988. № 5. С. 60—63.

<sup>8</sup> Maddon P. J., Dalglish A. G., McDougal J. S. et al. // Cell. 1986. Vol. 47. P. 333—348.

Рассмотрим аргументы в пользу взаимосвязи между снижением иммунореактивности под влиянием факторов внешней среды и распространением СПИДа.

В настоящее время число лиц с выраженными клиническими признаками СПИДа достигает многих десятков тысяч, что, однако, значительно меньше числа зараженных. Неизбежно ли заболевает каждый из носителей ВИЧ и какие факторы могут ускорить неблагоприятный исход клинически выраженного заболевания? Ответы на эти вопросы очень важны для оценки перспективы борьбы со СПИДом. Они состоят в следующем: в случае продолжающегося воздействия на лиц, зараженных ВИЧ, совокупности факторов, угнетающих иммунную систему, число больных СПИДом будет неизбежно расти. Предотвратить «сползание» зараженных лиц к заболеванию можно, устранив или ограничив действие неблагоприятных факторов внешней среды на иммунитет с одновременной стимуляцией иммунореактивности.

При существующем масштабе распространения ВИЧ с учетом способов его передачи (прежде всего половым путем) крайне сложно быстро и эффективно предотвратить дальнейший рост числа зараженных. Реальнее проанализировать причины, которые способствуют тому, что у носителей развиваются клинически выраженные заболевания, и устранить их. В промышленно развитых странах это прежде всего загрязнение окружающей среды опасными для здоровья человека веществами и нарастающая интенсификация трудовой деятельности, приводящая, при отсутствии должного внимания к здоровому образу жизни, к психосоматическому «давлению» на иммунную и другие системы организма.

Иные причины иммунодефицита в странах тропического пояса. Здесь преобладают такие факторы, как массовое инфицирование населения патогенными простейшими (в частности, малярийным плазмодием, патогенными грибами) и высокая частота глистных инвазий. Нехватка полноценной пищи на фоне заражения разнообразными патогенными организмами, включая бактерии и вирусы, создает условия для возникновения у значительной части населения иммунодефицита.

Следует, в частности, упомянуть об экспериментальных данных, свидетельствующих о том, что белки круглых глистов способны вызывать образование антител, относящихся преимущественно к иммуноглобулинам Е<sup>9</sup>. Объяснение этому факту, учитывая обсуждавшиеся выше данные о регуляции

биосинтеза таких иммуноглобулинов, следует искать в свойстве белков, образуемых глистами, подавлять активность Т-супрессоров. Значит, глистная инвазия уже сама по себе способна подтолкнуть аутоиммунный процесс, индуцированный ВИЧ, в той же мере, в которой она, как хорошо известно клиницистам, ведет к аллергическим реакциям и аутоиммунным заболеваниям. В условиях смешанной инфекции, распространенной во многих развивающихся странах, включая африканские, заражение ВИЧ на фоне ослабленного иммунитета у больших групп населения может привести к массовой эпидемии СПИДа в этом регионе. С такой опасностью необходимо считаться всему мировому сообществу.

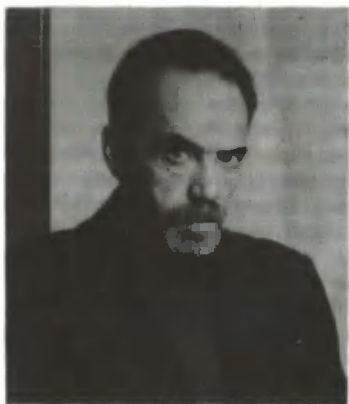
В свете рассматриваемых положений, возможно, более глубокий смысл приобретает обозначение вызванного ВИЧ заболевания как приобретенного иммунодефицита, ибо на всех его этапах — от момента возникновения до конечной стадии заболевания — процесс сопряжен с разными типами и уровнем иммунодефицита. В самом деле, для развития аутоиммунного процесса, индуцируемого ВИЧ, необходимо состояние, связанное с угнетением Т-супрессоров. С появлением антирецепторных антител одним из наиболее чувствительных к ним окажутся Т-хелперы, так как их рецепторы для антигена блокируются этими антителами. Наконец, на конечной стадии заболевания по мере экранирования аутоантителами рецепторов самых разнообразных клеток и подавления биосинтеза многих белков наступит полная иммунодепрессия с угнетением в том числе и аутоиммунного процесса.

Суммируя изложенное, можно заключить, что сегодня СПИД служит грозным предупреждением тех катастрофических последствий, с которыми столкнутся нынешнее и грядущие поколения в случае продолжающегося разрушения экологической системы нашей планеты. Принятие неотложных мер по предотвращению загрязнения окружающей среды, более энергичные усилия мирового сообщества по ликвидации паразитарных и других инфекционных заболеваний способны наряду со специальными противоэпидемическими мероприятиями остановить натиск СПИДа и целого ряда других заболеваний, обусловленных снижением иммунореактивности.

<sup>9</sup> Manning D. D., Manning J. K., Reed M. D. // J. Exp. Med. 1976. Vol. 144. P. 288—298.

Р.Б. Хайкин

# Художественное творчество глазами врача



Роман Борисович Хайкин, кандидат медицинских наук, врач-психотерапевт психиатрического диспансера Московского района г. Ленинграда. Специалист в области арттерапии. Область научных исследований — использование рисования в диагностике, коррекции и терапии психических заболеваний.

**Т**ВОРЧЕСТВО — одна из самых сложных загадок мира, над раскрытием тайн которой непрестанно размышляют люди. В широком философском смысле оно может пониматься как необходимое условие развития, образования новых форм, любых изменений, происходящих не только в живой, но и неживой природе<sup>1</sup>. К этой философской позиции относятся и распространенные метафоры о природе как «великом творце» и о «созданиях», «творениях» природы.

В контексте этих представлений кульминационным выражением творчества является любое разрешение естественного напряжения, кризисного состояния, сопровождающееся изменением и появлением нового: и извержение вулкана, и роды женщины, и распускающийся цветок. Потом природа как бы успокаивается на некоторое время. Кризис проходит, и она обретает равновесие, приспосабливаясь к новым условиям.

## ТВОРЧЕСТВО И ВДОХНОВЕНИЕ

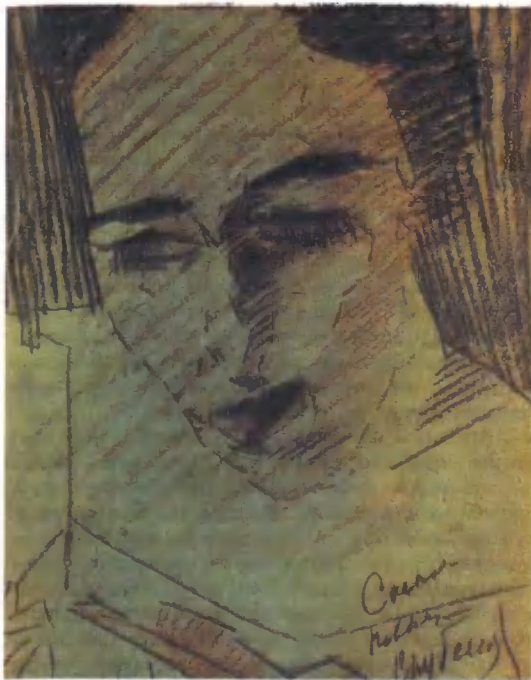
Художественное творчество тоже может пониматься как творчество природы,

поскольку человек — ее составная часть, имеет с ней общие корни. Многие привычные аспекты художественного творчества — социально-психологические, культурологические, эстетические — изучены довольно хорошо, в то время как естественно-биологической его стороне уделялось значительно меньше внимания, хотя в жизни мы соприкасаемся с ней чаще, чем думаем. Ряд моментов художественного творчества имеет довольно близкое отношение к медицине, что позволяет приблизиться к пониманию его сущности с несколько необычной, неожиданной точки зрения.

Так что же может сказать врач по поводу таких, казалось бы, совсем далеких от медицины феноменов, как художник и его творчество? Почему возникает и на чем основывается распространенная молва о чуть ли не поголовной психической ненормальности представителей мира искусства, особенно гениальных? Какова ее обоснованность и степень правдоподобия? Что такое художественное вдохновение и личность художника в современном естественно-биологическом понимании? Основания для подобных вопросов, безусловно, существуют. Рассмотрим их подробнее.

Так, слово «вдохновение», означающее

<sup>1</sup> См.: Пономарев Я. А. Психология творчества. М., 1976.



«Портрет певца С.» Один из малоизвестных рисунков М. А. Врубеля, сделанный им в психиатрической больнице в период обострения болезни (предположительно в 1902—1904 гг.).

«высшее состояние творческого подъема с сильным обострением мыслей и чувств» этимологически связано с «дыханием» и указывает на его изменение во время творческой деятельности<sup>2</sup>. Как синонимичные «вдохновению» широко применяются термины «наитие», «художественная одержимость», «творческое исступление», «озарение». Да и сами художники склонны иногда объяснять необычность и внезапность вдохновения сверхъестественными и иррациональными причинами. В. А. Моцарт говорил, что музыкальные идеи являются ему невольно, подобно сновидениям («я тут ни при чем»), а Ф. Й. Гайдн считал создание оратории «Сотворение мира» таинственным даром. Ф. И. Тютчев «просто записывал стихи под диктовку», Г. Флобер уподоблял себя «органу», П. Гоген и И. Е. Репин — «кисти», Микеланджело приписывал свое творчество «давлению посторонней силы»<sup>3</sup>. Художники неред-



«Королевская чета возлюбленных празднует Рождество». Рисунок пациентки «Элонз» из Международного иконографического собрания в Лозанне (Швейцария). «Элонз» начала рисовать через несколько лет после того, как в 22-летнем возрасте была помещена в психиатрическую больницу. Начав с небольших, альбомного формата, типично «женских» рисунков, она впоследствии создавала монументальные картины величиной 7—14 м.

<sup>2</sup> БСЭ. Т. 4. М., 1971. С. 347.

<sup>3</sup> Эти и последующие примеры взяты из книг: Жоли Г. Психология великих людей. СПб, 1894; Рибо Т. Психология чувств. Киев, 1897; Творческое

воображение. СПб, 1910; Грузенберг С. О. Гений и творчество. Л., 1924; Психология творчества. Минск, 1923; Ломброзо Ч. Генеральность и помешательство. СПб, 1885; Громов Е. С. Художественное творчество. М., 1970; Петров С. Тайны творчества. М., 1964.

ко утверждают, что созданное превосходит их собственные возможности, словно их творческие силы что-то повышает. Они как будто чувствуют чью-то помощь. Видимо, здесь и скрыты корни мифов о музах, посещающих поэтов в моменты творчества.

При вдохновении нередко полностью исчезает контроль и анализ создаваемого. Акт вдохновения напоминает состояние опьянения, личность творца как бы расщепляется, хотя он этого и не осознает. Художник забывает о самом себе, о том мире, в котором он реально существует, создавая новый мир и новых людей, иногда настолько перевоплощаясь в своих героев, что воспринимает их как конкретных людей, а иногда отождествляется с ними.

Скажем, В. И. Суриков почти физически ощущал муки стрелца, которого ведут на казнь, а Флобер чувствовал на языке вкус мышьяка, принятого героиней его романа Эммой Бовари. Художник М. Мункачи неожиданно «увидел» долго не удававшийся ему образ Христа в виде лучистой фигуры, а И. Н. Крамской, работавший над картиной «Христос в пустыне», вдруг заметил его отчетливую фигуру, сидящую в глубоком раздумье.

Некоторые художники ощущают творческий подъем как странные, необычные состояния без четкой грани между видением и явлю. По воспоминаниям современника, Микеланджело якобы заметил однажды таинственный знак с тремя лучами, который исчез лишь после того, как был зарисован художником. «Забываю мир», — писал о своем творческом состоянии А. С. Пушкин. «Забываю все», — теми же словами записывает в дневнике Ф. М. Достоевский. Не случайно такие состояния иногда сравнивают с «микropsихозом», ибо вдохновение не контролируется разумом. Л. Бетховен сочинял, «не размышляя», а игра Ф. Шопена казалась Ж. Санд «каким-то чудом».

Вдохновение — сложное и нелегкое состояние. Оно одновременно и желанно, и мучительно. Но не менее тягостным для художника могут быть периоды творческого застоя и сопутствующего ему внутреннего дискомфорта. Так, Флобер сравнивал эти периоды с «душевным болотом тоски», вызывающим «судорожные безумные слезы», О. Бальзак считал себя мучеником, А. П. Чехов испытывал «каторжное напряжение», Л. Н. Толстой чувствовал тягу к самоубийству, выносил из кабинета веревку, а на охоту ходил без ружья, чтобы не застрелиться. Рафаэль, Леонардо да Винчи, Гайдн, Достоевский

тоже испытывали тяжелые переживания, связанные с перерывами в творчестве. Некоторые художники, стремясь избавиться от напряжения, стараются вызвать у себя творческий подъем искусственно, необычными формами поведения, особыми условиями жизни, странными привычками (вспомним гнилые яблоки в ящике стола у Ф. Шиллера, громадные дозы кофе, выпиваемого Бальзаком, привычку работать стоя Э. Хемингуэя, употребление некоторыми художниками наркотиков и алкоголя). Не случайно В. Г. Белинский, как и известный психолог Т. Рибо, говорил о непреодолимой повелительности, заставляющей гения творить «не потому, что он хочет, а потому, что он должен это делать»<sup>1</sup>.

Конечно, здесь упомянуты наиболее яркие крайние случаи. Так бывает далеко не всегда, и многим творческим личностям подобные состояния незнакомы. Однако они существуют, и в моменты вдохновения действительно возникает что-то общее с некоторыми психопатологическими проявлениями. Но не более того. И это «что-то», возникающее эпизодически, не всегда и не у всех художников, ни в коей мере не позволяет ставить знак равенства между творчеством и безумием и не свидетельствует о том, что и вне этих моментов художники обязательно психически нездоровы. Например, известно много творчески одаренных людей совершенно здоровых в психическом отношении. Просто, поскольку крупные художники всегда привлекают к себе всеобщее пристальное внимание, люди автоматически фиксируют в их жизни и поведении именно необычное. В результате складывается распространенное заблуждение об обязательной ненормальности гениальных людей, фактически основанное на избирательном, пристрастном коллекционировании совпадений. Понятно, что такая выборочная «статистика» не учитывает немало специальных отечественных и зарубежных исследований, доказывающих, что талантливый человек вовсе не обречен на безумие, что многие великие творцы были вполне нормальными по своей психофизиологической конституции. Другой вопрос, благодаря чему и за счет чего достигается их уравновешенность. Чтобы это понять, уточним позицию, с которой рассматривается проблема.

<sup>1</sup> Белинский В. Г. Соч. в 3-х т. Т. III. М., 1948. С. 131.

## ТВОРЧЕСТВО И БОЛЕЗНЬ

Характеризуя разные психические состояния, мы прежде всего имеем в виду особенности поведения человека, физиологические и психологические параметры, а не вторичные, дополнительные эффекты. Например, о состоянии сна мы судим по закрытым глазам, ровному, спокойно-му дыханию, отсутствию реакции на шум, свет и т. п., но не по содержанию сновидений, которые человек, может быть, видел, тем более что сон может протекать и без них. О том, что человек задумался, мы говорим на основании его замедленных движений, отвлеченного, затуманенного взгляда, рассеянности, а не содержания мыслей, на которых он сосредоточен. А вот при анализе вдохновения акцент почему-то смещается с психологических и физиологических особенностей и проявлений на творческие результаты, на итоги этого состояния, тем самым как бы заранее выделяя вдохновение из круга других психологических состояний человека. Это способствует созданию и укреплению впечатления, что именно сам творческий подъем, охвативший художника, своей внезапностью и силой приближает его к душевному расстройству.

Такой подход противоречит развиваемому автором естественно-научному, биологическому пониманию проблемы, поскольку признание первичности творческой, а не физиологической основы вдохновения ведет к признанию его необычности, а отсюда недалеко до «иррациональности», «божественности» и прочих идеалистических представлений о природе творчества.

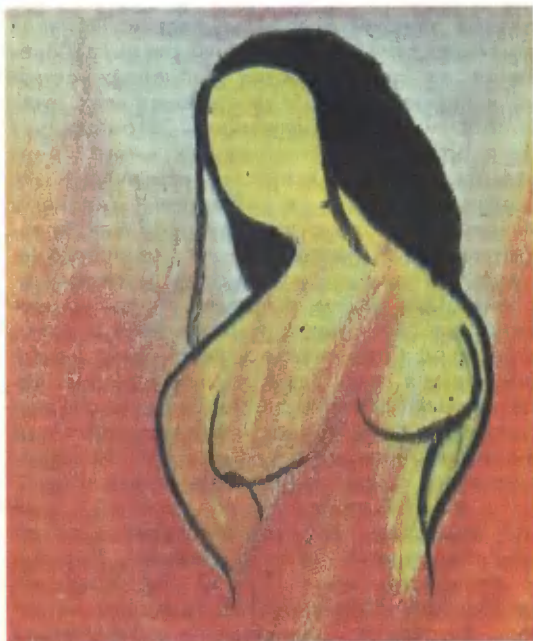
Основная ошибка известного итальянского психиатра Ч. Ломброзо и его последователей, справедливо упрекаемых за чрезмерное сближение гениальности и помешательства, как раз и заключается в пристращении к патологическому в жизни великих людей, в акцентировании внимания на творческом результате, в том, что они в ущерб анализу всей человеческой личности ставили во главу угла лишь одно эпизодическое проявление, каким, несмотря на всю его необычность и значительность, все же является вдохновение.

Такой ограниченный и искаженный подход, естественно, приводит к ошибочным и непродуктивным выводам. То, что некоторые художники страдали и могут, как и другие люди, страдать психическими расстройствами — это факт, сам по себе ни о чем не говорящий, поскольку среди психи-

чески больных есть представители самых разных занятий и специальностей. Причина этих расстройств и степень риска заболевания не определяются принадлежностью к искусству. Если уж заниматься этим вопросом, то рассматривать его следует не в привычной («почему так много представителей мира искусства психически ненормальны?»), а в обратной («почему некоторые люди с неустойчивой или больной психикой нередко — но не всегда — имеют отношение к искусству?») формулировке. При таком подходе многое становится на свои места и оказывается более понятным. Стремление к творчеству может пониматься как одно из проявлений, характерных особенностей индивидуума и рассматриваться в рамках всей структуры его личности, наряду и в обязательном сопоставлении с другими ее параметрами.

Можно привести по крайней мере два серьезных аргумента против вульгарно-упрощенного отождествления болезни и творчества и в пользу рассмотрения творческой активности как особого состояния. Во-первых, одаренность и творческая активность проявляются еще в детстве, т. е. гораздо раньше, чем обычно развивается большинство психических заболеваний. Во-вторых, состояния творческой активности, аналогичные вдохновению, бывают и у психически больных, причем начинаться они могут на фоне уже развившегося психического заболевания, в самых различных его фазах. Это творческое вдохновение душевнобольных может пропасть так же внезапно, как и появилось, хотя болезнь остается на том же уровне. Следовательно, по отношению к заболеванию состояния творческой активности являются независимыми.

Необходимость изучения творческого вдохновения не подлежит сомнению, однако оно должно вестись с тех же позиций, с которых рассматриваются все другие проявления человеческой психики. Нет оснований ни особо выделять, ни исключать его из числа других психических процессов (колебаний настроения, сновидений, грез, нарушений памяти и внимания и т. д.), возникающих у психически здоровых людей. Такая позиция более продуктивна, так как не только развенчивает «божественность» вдохновения, но и позволяет рассматривать его как явление, подчиненное общим психофизиологическим законам, в одном ряду с другими сложными явлениями психики, сущность которых нуждается в изучении и может быть исследована с материалистических позиций.



**«Сожжение».** [Эта и последующие работы выполнены пациентами автора и хранятся в его коллекции.] Вечером того же дня, когда был выполнен рисунок, пациентка предприняла попытку самоубийства. Рисунки душевнобольных в ряде случаев могут иметь диагностическую ценность [в данном случае определенно ощущается смятение чувств, подавленное настроение, тревога].

**«Молчание».** Рисунок больной шизофренией. Завязанный платком рот символизирует неконтактность пациентки.



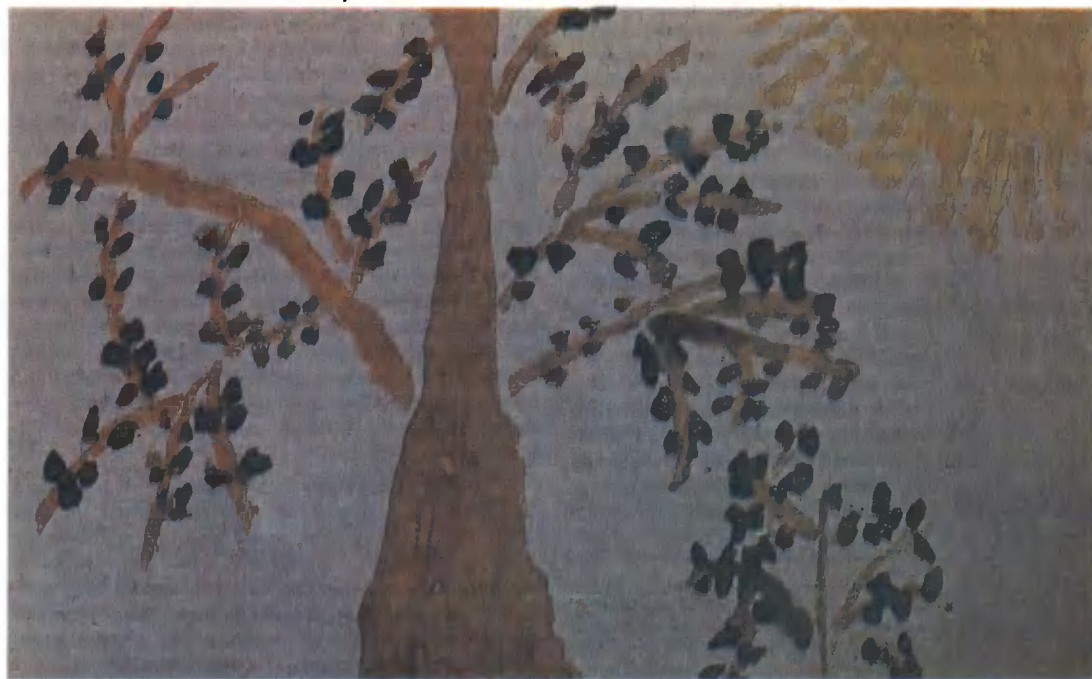
**«Гротескный характер».** Рисунок больной шизофренией, которая, по ее словам, хотела показать, как здоровые представляют себе «нас, сумасшедших».





**«Море».** В период острого возбуждения и полной спутанности мышления, когда не помогали обычные медицинские средства, рисование было единственным способом удержать больную на месте.

**«Дерево».** Ее же картины, выполненные в спокойном состоянии, банальны и скучны.



## ТВОРЧЕСТВО КАК АДАПТАЦИЯ

Как и всякую другую деятельность, творчество можно рассматривать как деятельность, служащую адаптации к окружающему. Возникает впечатление биологической целесообразности и даже необходимости, вынужденности творческой деятельности, так как погруженность в нее доходит до подавления важнейших инстинктов. В такие минуты нарушаются даже сон и аппетит. Так, Бетховен ругал своих слуг за то, что они, принося еду, отвлекают его от работы. Во время работы над «Демоном поверженным» М. А. Врубель не выходил из комнаты по 14 часов, чтобы не отрываться от холста, не гулял, хотя жил в то время на хуторе, а время от времени дышал минут по 15 через форточку. Вслед за творческим подъемом нередко наступает опустошенность и полная протрация.

Таким образом, сходство вдохновения — особого состояния психики, при котором наблюдается стремление к творчеству, — с болезненными состояниями не случайно, ибо каждое из них стихийно, внезапно, каждое нарушает внутреннее равновесие и гармонию с окружающим миром, в связи с чем и возникает почти инстинктивная, биологическая потребность в его выравнивании при помощи разного рода деятельности, включая творческую. Иными словами, «творческие муки» — это способ адаптации, освобождения от гнетущего внутреннего напряжения, от душевного дискомфорта, которым наряду с художественными способностями природа одаривает художников. Они пользуются этим способом интуитивно, но в жизни нередко встречается сознательное стремление к активной деятельности, «уходу в работу» для спасения от горя и неприятностей. Более того, это часто рекомендуемый медицинский способ справиться с тягостной ситуацией. Существуют даже особые методы лечения трудом (трудотерапия) и различными методами искусства (арттерапия)<sup>5</sup>.

В обыденной жизни психика художников нередко менее устойчива, чем психика обычного человека. Поэтому дисбаланс наступает у них чаще, выражен сильнее и проявляется более ярко. В жизни эти люди

склонны к крайностям, непоследовательны, непрактичны. Характерным примером такой личности был Врубель. Наряду с великолепной образованностью, душевной чуткостью и ранимостью, современники отмечали его повышенную эмоциональность, неуравновешенность и непрактичность. Он был склонен к мистификациям, не знал меры в увлечениях, всегда фантазировал, подсчитывая предстоящие заработки, хотя они всю жизнь были случайными. Даже проживая в деревенской глуши, художник ухитрялся проматывать большие суммы денег, устраивая дорогие обеды и осыпая жену подарками. В то же время он был малообщительным и нелюдимым человеком, не любил бывать в обществе, и с ним трудно было найти общий язык. Ни с кем не имел он прочных дружеских связей.

Другому известному художнику М. К. Чюрленису была свойственна пассивная мечтательность, беспомощность в реализации конкретных жизненных планов и обретении хотя бы минимального социального благополучия. Своим образом поведения, «чуждачествами», неуравновешенностью известны и многие другие крупные живописцы — П. Пикассо, Э. Дега, Д. Ривера, С. Дали, хотя они — подчеркнем это — вовсе не были психически больными.

Естественно, что людям с недостаточной устойчивой психикой необходимы более широкие возможности ее компенсации, достижения и поддержания ее равновесия. Тем из них, которые одарены художественными способностями, природа как бы предоставляет из своего арсенала одну из таких дополнительных возможностей. Наиболее понятные действия компенсаторных механизмов в изобразительном искусстве, которое можно расценивать как возобновление, возврат к функциям, свойственным более ранним этапам психического развития. Поясним это подробнее на примере детского увлечения рисованием, через которое проходит каждый человек и которое на определенном этапе развития имеет большой адаптационно-биологический смысл (как, впрочем, и другие виды детской деятельности — игра, пение, речевые упражнения и т. д.).

Как известно, рисование напрямую связано со зрением, двигательной координацией, речью и мышлением и требует согласованного участия этих и многих других компонентов психической деятельности. В раннем детстве оно способствует формированию мыслительного, ассоциативно-речевого аппарата, координации зрения

<sup>5</sup> Ср.: Ван Гог в одном из своих писем брату писал: «Чем больше я становлюсь больным, тем больше я обращаюсь в художника...»; Гейне в аналогичном контексте замечал: «Чтобы хоть немного утишить мои страдания, я сочинял стихи».

с двигательными функциями, согласованию межполушарных взаимоотношений, овладению пространством, линией, объемом, формами и мелкими движениями, конструированию зрительных образов. К 10—12 годам его адаптивно-биологическая роль утрачивается, и вытесняется речью. Вероятнее всего, это связано с тем, что у человека, и особенно у ребенка, зрение является основным каналом информации<sup>6</sup>. Однако, если в детстве основную роль в адапционной функции рисования играют биологические факторы, то у взрослых на передний план выступают социально-психологические факторы, свойственные, конечно, и другим видам искусства.

### ВЕЛИКИЙ ДАР ПРИРОДЫ

Каждый из видов искусства, помимо общих для всех, имеет собственные, специфические механизмы адаптации. Например, известно, что слушание музыки оказывает отчетливое физиологическое воздействие на работу организма и такие его функции, как пульс, дыхание, артериальное давление, тонус сосудов и мышц, моторную активность. Меняются не только электрокардиограмма, электроэнцефалограмма, но и настроение, ибо музыка позволяет разрядить мучительный, неприятный эффект и даже перевести его в противоположный. Ритм, гармония, особая эстетическая организация — параметры, свойственные всем видам искусства, — здесь осуществляют свои функции через звуковой анализатор (в балете — через мышечную деятельность, на сцене — через перевоплощение и т. п.). Но в каждом из видов искусства в большей или меньшей степени играет роль интенсивное, одновременное, объединяющее напряжение всех внутренних сил организма (особенно эмоций, интеллекта, мышления), необходимых для сотворения нового. Этого не произойдет без работы воли, способности к критическому всестороннему анализу (необходимых для организации материала и создания эстетического объекта) и физического усилия, нередко истощающего организм. Иными словами, важны не отдельные механизмы, а общий для всех видов искусства принцип, глубинный жизненный смысл художественной деятельности, помо-

гающий индивиду лучше приспособиться к внешним и внутренним обстоятельствам.

Создавая эстетические ценности и повышая в процессе творчества свои адаптационные возможности в биологическом плане, художник получает возможность и социальной адаптации, и психологического признания, так как, предоставляя обществу эстетическую информацию, он становится полезным членом общества.

Вряд ли случайно, что состояния, сопровождающиеся тягой к творчеству, вплоть до высшего вдохновения, встречаются именно у тех людей, кому свойственна повышенная склонность к декомпенсациям — реакция организма, возникающая в связи с биологической или социальной дезадаптацией и позволяющим ему обрести утраченную целостность и гармонию.

Психика каждого человека в разной степени подвержена постоянным колебаниям. Но только натуры художественно одаренные обладают способностью компенсации через творчество. Вот почему люди с неустойчивой психикой так часто имеют отношение к творчеству, в частности к художественному.

Люди другого личностного склада используют предпочтительно иные адаптационные факторы, находят иные способы реагирования (например, путешествия, спорт, разного рода хобби и т. п.). Те, кто в достаточной мере не обладают компенсирующими и адаптационными возможностями, подвержены большему риску психосоматических и психических заболеваний.

Вдохновение — это бурное экстремальное проявление реакции адаптации, сопровождающееся психофизиологическим кризом, что сближает его с физической болезнью, а отрешенность, одержимость, властный импульс, побуждающий художника к творчеству, делают его похожим и на некоторые психопатологические состояния. Но творческие тенденции при этом не только не случайны, а как бы даже и закономерны, поскольку при вдохновении возникает так называемое особое состояние сознания. Оно бывает также при грезах, сновидениях, гипнозе, опьянении, медитации истерических расстройствах сознания и т. д. и характеризуется тем, что отключает, наряду с формальной логикой и все остальные механизмы, блокирующие творческую

<sup>6</sup> Подробнее см.: Хайкин Р. Б. // Наука и жизнь. № 1, 1988. С. 38—41.

См.: Manoochehr K. // Psychiat. annals. 1978. № 8. Р. 57—64; Спивак Д. Л. Язык при измененных состояниях сознания // Природа. 1988. № 5. С. 24—33.



«Орнамент». Рисунок больной шизофренией. Обилие фольклорных мотивов в данном случае свидетельствует о глубокой регрессии к уровню коллективного бессознательного.

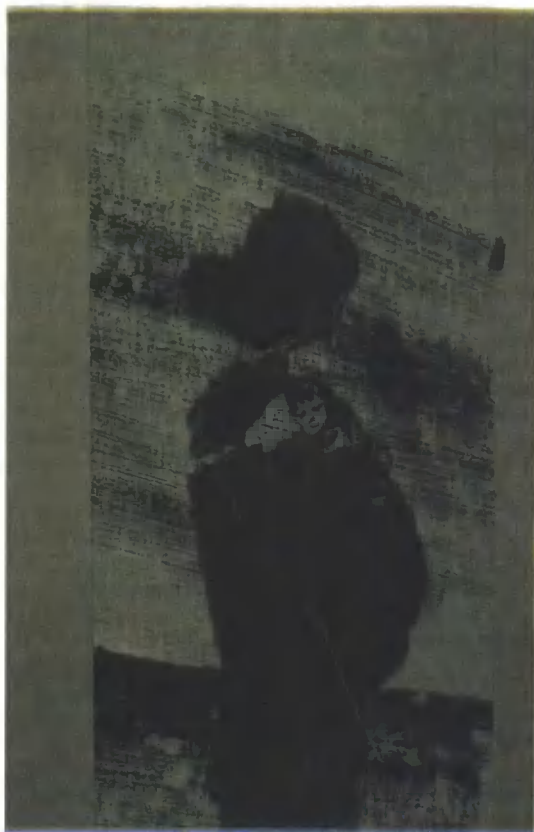
деятельность (накопленные стандарты, ярлыки, автоматические привычки мышления, догматы образования, воспитания, авторитетов и т. п.).

Когда это состояние проходит, исчезает и потребность в активной творческой деятельности, пропадает «творческая одержимость» и следом нередко возникает слабость, протрация — свидетельство того, что творчество не проходит бесследно для всего организма. Кстати, аналогично протекает освобождение и от других видов сильного напряжения, в том числе сексуального. Отсюда, вероятно, частные параллели творчества с сексом у З. Фрейда и его последователей, рассматривающих занятие искусством как проявление сексуальности.

В «обрыве» творческих стремлений после сильного напряжения заключается, возможно, и объяснение загадочной неспособности закончить начатое произведение, отмечаемой у некоторых известных художников. Относительно Микеланджело даже существовало мнение как о творце-неудачнике, лишенном таланта к завершению.

Таким образом, если рассматривать творческое вдохновение с биологических позиций, то создание эстетических ценностей становится не главной, а «второстепенной» задачей, а эстетическая специфика, художественная деятельность — лишь частным проявлением реакции адаптации, внешним выражением динамических, психофизиологических изменений, наступающих в организме, в психике художника. Результат же, т. е. создание художественного произведения и его уровень, по отношению ко всей ситуации в целом и вовсе есть явление случайного порядка. Возникнет оно или нет, зависит уже от дополнительных факторов и условий (таланта, мастерства, материалов, помех и т. п.).

Хотя творческий подъем и напоминает по некоторым своим признакам психическую болезнь, он, в сущности, является ее прямой противоположностью. Болезнь разрушает интеграцию, а творчество, наоборот, способствует ей. Вдохновенный художник — это человек, владеющий особым, биологически целесообразным и социально одобряемым средством защи-



«Женщина перед зеркалом» и «Прогулка». Пациент начал рисовать лишь после начала психического заболевания и изобрел собственную, весьма оригинальную технику рисунка.

ты от болезни, декомпенсации, хотя иногда и за счет крайних усилий организма, приводящих на грань болезненного состояния. Это, впрочем, свойственно и другим физиологическим реакциям адаптации. Вспомним повышение температуры или давления, рвоту, судороги в уставших мышцах и т. п.

Творческое вдохновение — сугубо человеческий механизм адаптации. Более того, механизм прогрессивный. Не исключено, что неуравновешенность психики художников обусловлена тем, что они отличаются тонкостью душевной организации от других людей и потому являются неустойчивыми системами, вынужденными исполь-

зовать творчество как дополнительное условие стабильности и гармонии.

Творчество — это способ реализации внутренних возможностей, способ приспособления не только к окружающему миру, но и к своим внутренним потребностям. Эти потребности повышены и разнообразны в детском возрасте. Поэтому так высока творческая активность у детей, когда еще ничто не сдерживает желаний, фантазии, стремительности развития детской психики. В целом же творчество можно охарактеризовать как одно из самых замечательных «изобретений» природы, подаренных ею человеку и человечеству.

И.Н. Хлопин

# ОТКРЫТИЕ ГИРКАНИИ



Игорь Николаевич Хлопин, доктор исторических наук, ведущий научный сотрудник Ленинградского отделения Института археологии АН СССР. Специалист по первобытной и античной археологии Средней Азии и Ближнего Востока. Автор нескольких монографий, в том числе: Историческая география южных областей Средней Азии. Ашхабад, 1983; Юго-Западная Туркмения в эпоху поздней бронзы. М., 1983. Неоднократно публиковался в «Природе».

**3** НОЙНЫМ туркменским летом 1977 г. Сумбарская археологическая экспедиция Института археологии АН СССР завершила исследование могильника Пархай I эпохи поздней бронзы западнее пос. Кара-Кала в долине р. Сумбар, правого притока р. Атрек, впадающей в Каспийское море. Шесть полевых сезонов археологи раскапывали древние кладбища последней трети II тысячелетия до н. э., и объем добытого материала позволял представить культуру древнего населения. Уже можно было судить о том, что эти люди занимались земледелием и скотоводством, жили в поселках и выпасали стада на горных пастбищах, обрабатывали шерсть домашних животных и умели изготавливать древнейшие в Средней Азии ворсовые ковры, делали разнообразную глиняную посуду при помощи гончарного круга и без него. Выяснилось, что жили они трехпоколенными патриархальными семьями, а их верования напоминали запечатленные через века в Авесте — священной книге древних иранцев<sup>1</sup>.

Однако еще не было найдено ни одного погребения, которое можно было бы от-

нести к более раннему времени, хотя признаки существования более древней культуры в долине Сумбара и появились. Дело в том, что несколько сероглиняных сосудов, найденных в катакомбах Сумбарского могильника, не соответствовали эпохе поздней бронзы.

Впрочем, до 1972 г. о существовании могильников Сумбарской культуры никто и не предполагал. Тогда на всей огромной территории Юго-Западной Туркмении были известны только поселения культуры архаического Дахистана, обобщенно датированные концом II — началом I тысячелетия до н. э. И такая датировка была оправдана — их верхние слои упирались в культурные комплексы развитого железного века, а нижние не имели предшественника. Поскольку более ранних памятников не находили, создавалось мнение об очень позднем (по сравнению с окружающими странами) освоении Юго-Западной Туркмении людьми с производящим хозяйством. Это было странно, потому что долина Сумбара отличается теплым и мягким климатом, исключительным плодородием, богатством растительного и животного мира.

Открытие в 1972 г. погребений эпохи поздней бронзы уже само по себе стало научной сенсацией — это были первые мо-

<sup>1</sup> Подробнее см.: Хлопин И. Н. Юго-Западная Туркмения в эпоху поздней бронзы. Л., 1983.

гильники в южной земледельческой зоне Средней Азии, расположенные за пределами поселений. Весь их керамический комплекс оказался генетическим субстратом керамики архаического Дахистана; следовательно, у этой культуры появились рамки. Поскольку сумбарские находки имеют прямые и близкие соответствия с материалами раннего железного века Ирана, датированными XIV—XI вв. до н. э., культуру архаического Дахистана следует «переместить» в I тысячелетие до н. э. Теперь появились основания датировать ее X—VIII вв. до н. э., а предшествовавшую ей Сумбарскую культуру — XIV—XI вв.

До окончания полевого сезона оставалось две недели, и работы на могильнике Пархай I подходили к концу. По странному стечению обстоятельств в окрестностях Карра-Кала остался необследованным большой холм, последний в цепи возвышенностей, протянувшейся от гор в долину. Посещение холма принесло нам удачу: значительные участки поверхности были усыпаны серыми черепками. Решено было заложить разведочный раскоп. К концу рабочего дня изучение древностей долины Сумбара резко шагнуло вперед: на случайно выбранном участке, неглубоко от поверхности земли, была вскрыта могила с двумя скорченными скелетами и набором из 12 невиданных доселе сосудов из серой глины. Эти находки как бы открыли дверь на лестницу, ведущую вниз, к прошлому, но еще нельзя было сказать, на какой площадке этой лестницы мы оказались в тот момент. Ясно стало одно — раскопки необходимо переносить на новый объект.

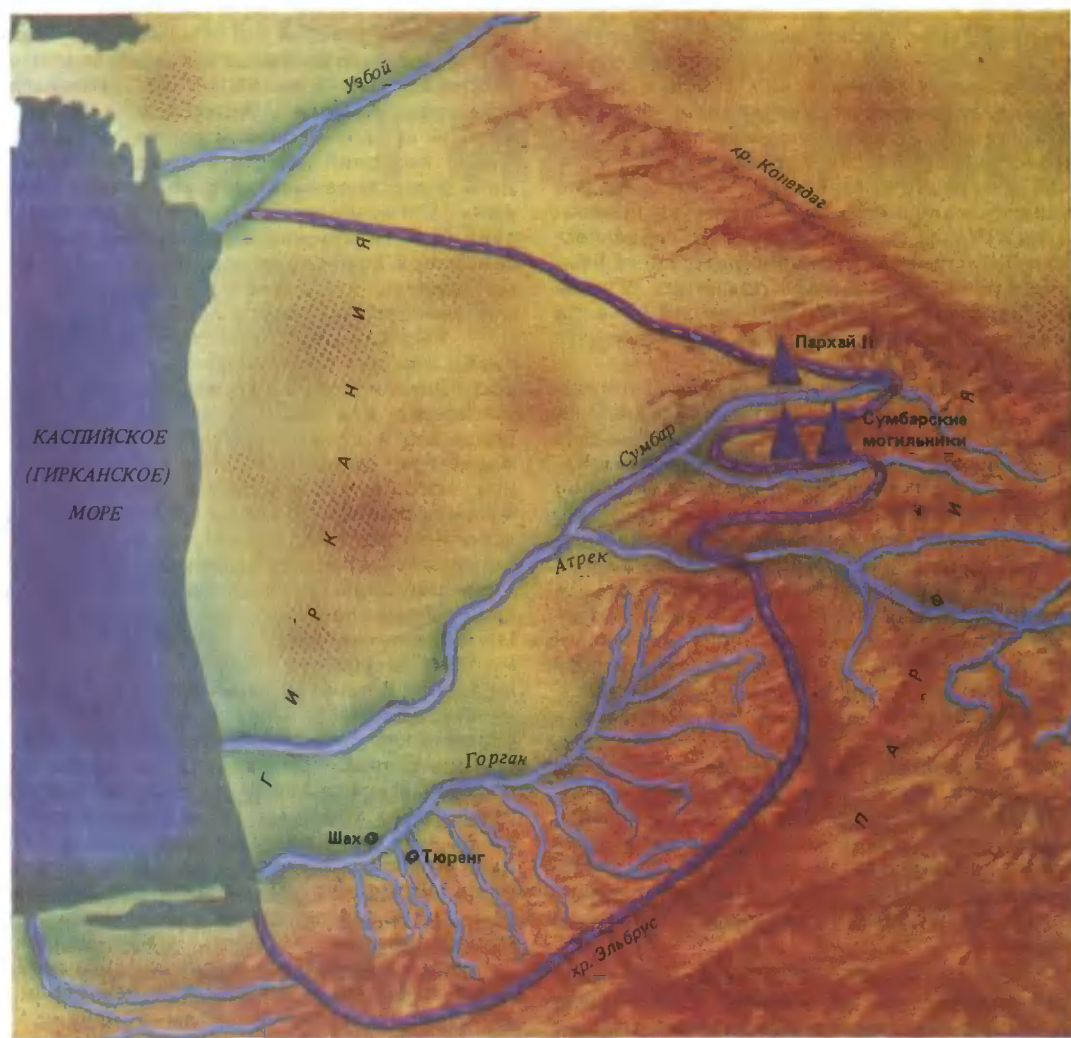
Вторая погребальная камера располагалась недалеко от первой. Она была круглая, с вертикально торчавшей каменной плитой; в ней находился завал костей, поверх которого лежали 4 сосуда, не имевшие с посудой из первой могилы ничего общего. Вывод напрашивался сам собой — могилы относились к разному времени. Остальные три камеры, открытые в том сезоне, принесли радость и недоумение. Радость от того, что керамика из третьей и пятой камер была такой же, как в первой; следовательно, в дальнейшем можно было надеяться найти какую-то систему. Недоумение же вызвали сами камеры — таких больших, круглых или овальных в плане сооружений археологи еще не встречали. Некоторые косвенные детали указывали на то, что экспедиция обнаружила не катакомбы, а новый тип погребального сооружения — коллективные склепы с многократными подхоронениями через боковой вход, заложен-

ный либо камнями, либо сырцовыми кирпичами. Керамический набор камеры № 4 принес еще сюрприз: кубок с процарапанными узорами, уже знакомыми по материалам поселения Ак-тепе у Ашхабада, и обломок прямой стеньки с головой бычка на венчике. Кубок позволил наметить предварительные даты этого керамического комплекса (середина III тысячелетия до н. э.), а венчик сосуда (как выяснилось впоследствии — жертвенника) в совокупности с другими находками показал, что судьба подарила археологам уникальный памятник.

Весь следующий сезон прошел под девизом «ни дня без сенсации». А на деле мы сосредоточились на понимании принципиально нового для археологии Средней Азии, Ближнего и Среднего Востока памятника и выработке такой методики его исследования, которая позволила бы извлечь максимум информации. К концу этого сезона стало ясно, что на холме, названном Пархай II, находилось древнее кладбище, функционировавшее очень длительное время; позднее были определены рамки: конец V — конец II тысячелетия до н. э. (Другого такого памятника археология Переднего Востока пока не знает.) В непрерывной хронологической и культурной цепочке склепов самые древние уходили как раз на ту глубину, с которой на соседних территориях связаны археологические материалы времени становления производящего хозяйства (Джейтунская культура, VI—V тысячелетия до н. э.). Самые молодые оказались идентичными тем, которые наша экспедиция исследовала все предыдущие годы в Сумбарских могильниках. Так сразу заполнилась лакуна, и Юго-Западная Туркмения предстала столь же древней в культурном отношении, как и ее соседи — северные предгорья Копетдага и районы Северного Ирана. Теперь методическими и скрупулезными раскопками предстояло добыть археологические источники, которые смогли бы дать ответ на многие исторические вопросы. Они были добыты и оказались настолько информативными и разнообразными, что в этой статье можно затронуть лишь некоторые из связанных с ними культурно-исторических проблем. Тем более, что раньше, до открытия и исследования древних могильников в долине Сумбара, эти проблемы даже не существовали, поскольку не могли быть сформулированы.

## ПРЕДЕЛЫ И ИСТОКИ

Древнейшие письменные источники, описывающие первую в истории человечества мировую державу — империю Ахемени-



Местоположение Гиркании по данным автора.

дов, восходят к середине I тысячелетия до н. э. Это «История» Геродота Галикарнасского и Большая Бехистуская надпись персидского царя Дария I Ахеменида. Оба эти памятника перечисляют страны и народы, входившие в империю. Многие из них существовали в пределах Средней Азии и Ирана, и их истории посвящены специальные сочинения. К таким странам относятся собственно Иран, Мидия, Парфия, Бактрия, Хорезм и Согд. Но история некоторых стран-сатрапий еще не освещена должным образом — это касается Арии, Гиркании и ряда более мелких, которые никогда не были самостоятельными.

Местоположение Гиркании хорошо определяется благодаря свидетельствам древних авторов, в первую очередь Страбона, Полибия, Плиния Старшего, Клавдия Птолемея и Аммиана Марцеллина. Она была расположена в Юго-Восточном Прикаспии от Мидии до Узбоя; на южном берегу Каспийского моря, в современном Мазендеране (древний Табаристан), были провинции Хоарена и Комисена, которые то входили в состав Гиркании, то перечислялись отдельно. Так что собственно Гиркания на территорию Мазендерана не заходила. На юге ее границей был хребет Эльбурс, на востоке — западные отроги Туркмено-Хорасанских

гор, причем долины рек Каспийского бассейна — Сумбара, Атрека и Горгана — принадлежали Гиркании. На рубеже новой эры там было много городов, в том числе одна из столиц Великой Парфии — Гекатомпил. Эта страна известна и в средние века под названием Гурган или Джурджан, как провинция более крупных государственных объединений.

Первые этапы заселения предками гирканцев межгорных долин Западного Копетдага, в частности долины Сумбара, восходят к неолиту, к VI тысячелетию до н. э., причем заселение произошло не в результате прихода людей откуда-то извне, а за счет перехода местного населения, обитавшего в горах и на плоскогорьях, к производящему хозяйству. Люди спустились с гор на равнину и в долины и стали возделывать землю для искусственного выращивания злаков и других растений, начали разводить домашний скот. Памятников этого времени в долине Сумбара пока не обнаружено. Однако в насыпи некоторых погребальных камер эпохи бронзы могильника Пархай II были найдены черепки от грубых глиняных сосудов, роспись которых больше всего напоминала узоры, характерные для Джейтунской неолитической культуры подгорной равнины Копетдага. Уже давно известно, что аналогичная культура была распространена в неолите на подгорной равнине Эльбурса и в долине Горгана в Северном Иране; теперь найдено промежуточное звено. Оказалось, что вся Юго-Западная Туркмения в неолите была занята одной и той же археологической культурой, что позволяет говорить об этническом единстве на этой территории уже в то время.

Теперь культура населения Юго-Западной Туркмении отражена археологическими источниками с эпохи раннего энеолита (V тысячелетие до н. э.) до исторической Гиркании (и позже вплоть до современности). Самые ранние на сегодня источники представлены погребальными камерами с коллективными захоронениями. Место входа в овальную камеру установить трудно из-за того, что камеры этого типа были нарушены еще в древности сооружением поверх них более поздних могил. Возможно, входа, как такового, первоначально и не было — для захоронения камеру вскрывали сверху и опускали туда очередного покойника, предварительно расчистив для него место в центре; аккуратно сдвинутые в стороны кости и поставленные вдоль стенки черепа как будто свидетельствуют об этом.

Как всегда у археологов главным определителем культурно-исторического перио-

да послужила глиняная посуда, найденная в погребальных камерах; в нее в свое время была положена пища покойникам, отправленным в дальний путь на тот свет. Большая часть посуды этого времени изготовлена из красного рыхлого пористого теста, покрыта ангобом, по которому в ряде случаев нанесена геометрическая роспись бурой краской. Только пиалы и кубки сделаны из серого глиняного теста, для этой посуды характерны отчетливые следы формовки отступающей лопаточкой или концентрические круги на внутренней поверхности.

К этому можно добавить еще несколько деталей материальной культуры периода, определяемых по результатам раскопок. Так, тогда уже была металлургия меди и бронзы (правда, изделия, дошедшие до нас, представлены пока только булавками с треугольным щитком и отверстием в нем); в качестве украшений или амулетов носили бусы из полудрагоценных камней, в частности сердолика, лазурита и бирюзы; для охоты употребляли пращу с глиняными ядрами, их клали в могилы, чтобы они послужили владельцу в стране предков.



Булава, наконечник жезла, топор-тесло и украшения [середина III тысячелетия до н. э.].

## НАЧАЛО ЭРЫ СЕРОЙ КЕРАМИКИ

О культуре древнего населения долины Сумбара в развитом энеолите данных чуть больше. Число погребальных камер этого времени, т. е. первой половины и середины IV тысячелетия до н. э., возрастает до 22. К тому же значительно увеличивается их «населенность» — количество погребенных достигает 25—30. Кроме того, вводится еще одно новшество — две или три камеры объединяются одной входной ямой, вокруг которой они расположены в виде трилистника. Каждый вход заложен плоской каменной плитой, поставленной вертикально и укрепленной в этом положении большими черепками от крупных сосудов, вставленными между плитой и землей как клинья. Это говорит о возросшей плотности населения долины и о более длительном функционировании склепов, куда могли хоронить людей разных поколений.

Главной же характеристикой периода являются кардинальные изменения в керамическом комплексе, формах и технологии. Основные определяющие формы — чаши с прямыми стенками, вазы с полусферическим резервуаром и обязательными двумя отверстиями чуть ниже венчика, сферические горшочки, чаши и миски — встречаются в одних и тех же камерах в старом светло- и красноглиняном исполнении с росписью по ангобу и в новом — сероглиняном. Объяснение этому может быть одно: в развитом энеолите Юго-Западной Туркмении изменяется технология изготовления керамики, прежде всего режим обжига, который повлек за собой иной состав теста. Именно здесь кроется решение вопроса о месте и времени возникновения серой керамики, распространенной в Иране во II—I тысячелетиях до н. э., с которой многие исследователи связывают индоариев и древних иранцев. С этого времени серая посуда полностью вытеснила всякую другую в Юго-Западной Туркмении на 2,5—3 тысячелетия. Возникнув тут, она, как лакмусовая бумажка, отмечала все перемещения ее носителей по Средней Азии, Ближнему и Среднему Востоку.

В расписном и сероглиняном исполнении найдены своеобразные керамические предметы, которые, вероятнее всего, относятся к духовной культуре. Это высокая ваза с уплощенным резервуаром и с отверстием в центре, через которое все, что положено внутрь, немедленно проваливается. Такие предметы очень напоминают аналогичные вещи с другого края древнеземледельческой ойкумены — из ареала так называемой Три-

польской культуры правобережья Днепра. Как показал Б. А. Рыбаков, такие бездонные сосуды могли служить жертвенниками, при помощи которых осуществляли поение Матери-Земли — широко распространенный среди земледельцев обряд<sup>2</sup>. На основании этого соответствия можно считать, что одним из древнейших культов в Юго-Западной Туркмении был культ Матери-Земли.

Большой шаг вперед в то время сделала металлургия, но набор вещей в могилах не отразил всего бытового ассортимента. Туда клали в основном украшения, личную собственность умерших женщин. Появились предметы, ставшие характерными на много веков (правда, на меньший срок, чем серая посуда) — головные булавки с биспиральными наворачиваниями. Кроме того, встречаются и более ранние булавки с треугольным щитком, массивные круглые в сечении браслеты в 1,5—2 оборота, стержни, гвоздики и другие мелкие предметы.

## НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ ДУХОВНОЙ КУЛЬТУРЫ

В ряде погребальных камер первой половины и середины III тысячелетия до н. э. найдены уникальные глиняные предметы, которые до сих пор не были известны ни в Средней Азии, ни на Ближнем и Среднем Востоке. И в Юго-Западной Туркмении они относятся только к ранней бронзе: их появление в ту пору было столь же неожиданным, как и исчезновение. Это, по всей видимости, жертвенники — четырехугольные емкости ( $20 \div 25 \times 16 \div 20 \times 4 \div 5$  см) на четырех ножках высотой до 10 см. К этой основе часто добавлены разнообразные детали, что позволяет разделить предметы на несколько групп и выстроить в последовательный ряд.

Наиболее ранние имеют по краю венчика, в середине противоположных сторон, наlepные изображения бараньих голов, обращенных мордами внутрь резервуара, и чашечки по углам. Снаружи они украшены наlepными змеями, на коротких сторонах одного из жертвенников есть изображения солнечных кругов. Ко второй разновидности относятся два предмета, которые имеют по две чашечки в середине противоположных сторон; на других сторонах те же головы баранов. На наружной поверхности изображены змеи, ползущие не только вверх по ножкам, но и горизонтально, солнечные кру-

<sup>2</sup> Рыбаков Б. А. Язычество древних славян. М., 1981. С. 186—188.

ги, горные козлы, а также какие-то предметы в виде гребенки, расположенные в середине каждой стороны под головами баранов и под чашечками.

Более поздние жертвенники украшены бараньими и бычьими головами мордами наружу на противоположных, более коротких сторонах. Подавляющее большинство их имеет четыре чашечки на углах, но есть и вовсе лишенные чашечек. Многие из них также украшены налепными змеями. К последней группе относятся несколько жертвенников с явными признаками упрощения, найденные в наиболее поздних погребальных камерах периода ранней бронзы. Налепные головы животных настолько условны, что вида их не распознать; столь же условны и чашечки.

По внешнему виду сразу понятно, что все это предметы культовые. Главная же задача археолога состоит в попытке проникнуть в их сущность, понять комплекс воззрений, связанный с их использованием. Прежде всего, их прямоугольная форма может быть сопоставлена с формой прямоугольных алтарей огня из святилищ неолитического времени (IV тысячелетие до н. э.) в поселениях древней дельты Теджена. На таких же алтарях древние индийцы, с их классической системой поклонения разным огням, возжигали огонь ахаванья — земной жреческий огонь поселкового святилища. Прямоугольная форма этого жертвенника символизировала землю, ее конечность и ограниченность, в противоположность круглым алтарям домашнего огня грихпатя, которые символизировали бесконечность неба и вечность Солнца. Вероятнее всего, что прямоугольные керамические жертвенники тоже символизировали землю с четырьмя основными направлениями в горизонтальной плоскости (восток и запад, север и юг). Более того, Земля, согласно древнеиндийской мифологии, покоится на четырех столбах — вероятно, ножки жертвенника, которые надежно предохраняли его содержимое от соприкосновения с землей, и были моделью этих столбов.

Изображения, украшающие жертвенники, могут быть истолкованы как иллюстрации широко принятого в то время трехчленного деления мира по вертикали (как принято говорить — Мирового дерева): верхний небесный мир символизировали солнечные круги; нижний подземный — змеи; средний мир, пригодный для обитания людей и животных, обозначали изображения козлов (это членение было настолько древним, что символами всех миров были только объекты дикой природы). Однако, образ змеи выполнял

тогда множество функций: они не только считались представителями нижнего мира, но и могли быть оберегами (охранителями) или связывать воедино все три мира.

Таким образом, анализ формы предмета и части украшающих его изображений позволяет выдвинуть предположение о том, что найденные жертвенники представляют собой и космологическую модель. Тем более очевидной становится сакральная сила, которая в них воплощалась. Как уже отмечалось, на верхнем крае жертвенников есть особые образования: головы баранов (овец) и быков (коров) и чашечки. Зооморфные скульптуры представляли тех, кто обеспечивал достаток и благополучие коллектива. А в чашечки можно было положить сферический предмет 3—5 см в диаметре. Из всех возможных претендентов органического и неорганического происхождения, которые можно было бы совместить с сакральностью жертвенника, мы выбираем плоды мандрагоры туркменской: она до сих пор произрастает в долине Сумбара и, главное, именно она являлась тем священным растением, которое древние иранцы называли хаома (а древние индийцы — сома)<sup>3</sup>.

В настоящее время, к сожалению, еще не достаёт фактов для определения назначения жертвенников и их внутренней символики. Представления, связанные с использованием жертвенников, зародились очень давно и имеют широкую этническую привязку, в том числе и к народам индоевропейского корня. Это — разделение мира на четыре направления по горизонтали и три яруса по вертикали, что нашло свое отражение и в священной книге иранцев, Авесте.<sup>4</sup> Это — использование при отправлении каких-то обрядов плодов хаомы-мандрагоры, что можно допустить, но нельзя опровергнуть.

Однако, поскольку жертвенник представляет собой резервуар, внутрь что-то клали. Это «что-то» лежало внутри модели мира и находилось под охраной змей и плодов хаомы, приносящих бессмертие. Зная твердо, что основным занятием древнего населения Юго-Западной Туркмении было земледелие и скотоводство, причем с возникновением производящего хозяйства прошло уже несколько тысячелетий и можно быть уверенным в том, что существовал календарь и связанные с ним сельскохозяйственные праздники, мы предлагаем следующее

<sup>3</sup> Хлопин И. Н. Хаома — священное растение древних иранцев // *Природа*. 1986. № 11. С. 40—43.

<sup>4</sup> Хлопин И. Н. Семь каршваров Авесты // *Klio*. 1973. Bd. 55. S. 79—86.



Жертвенники середины III тысячелетия до н. э., представляющие уникальную научную ценность для восстановления мифологических и календарно-космических представлений гирканцев.

объяснение применения этих жертвенников (во всяком случае части их, поскольку естественно предположить их полифункциональность). В резервуар насыпали небольшое количество зерен для будущего урожая и просиживали их. Затем их смешивали с остальным посевным материалом и тем самым распространяли на него полученную от богов благодать. Эти действия совмещали с днем весеннего равноденствия, который обычно принимали за начало года и, соответственно, начало полевых работ. Так символически обозначалось возрождение жизни, начало нового годового цикла, в течение которого поля должны уродить зерно, а стада принести приплод. Ритуал обеспечивал благополучие и каждого человека, и семьи, и родового поселка, и племени, и всего народа, проживающего на территории Гиркании.

Символика керамических жертвенников не была иррациональной — в каждом явлении древности заключено некое рациональное зерно, как бы это ни казалось неправдоподобным. В них кроется свидетельство того, что к III тысячелетию до н. э. население южного земледельческого пояса Средней Азии постигло трехмерность окружающего пространства. Это произошло не сразу, а через ряд последовательных этапов общей длительностью во много веков и по-разному отражено в памятниках материальной культуры. Особенно наглядно построе-

ние картины мира прослеживается на древней керамической орнаментации. Развитие производящего хозяйства привело к тому, что сначала были эмпирически открыты законы линии, проведенной через две точки плоскости; затем — законы плоскости, проведенной через три точки пространства, после чего последовало осмысление вертикальной плоскости треугольника, ограниченной линиями, соединяющими эти три точки; наконец — законы неограниченной «четыреугольной» горизонтальной плоскости. И все это оформилось к эпохе бронзы в виде объемной космической пирамиды, что и отразилось в конструкции четырехугольных жертвенников.

Итак, мы убедились, что обитатели древней Гиркании обладали весьма высоким для своего времени уровнем культуры. Попробуем теперь представить, хотя бы гипотетически, их место и судьбу в истории всего региона.

#### ГИПОТЕЗЫ, ГИПОТЕЗЫ...

Для рождения гипотезы необходимы объективные посылки, которые не вызывали бы особых сомнений. Во-первых, население Юго-Западной Туркмении было ираноязычным с самых ранних периодов его истории. Во-вторых, ираноязычным же было население северной подгорной равнины Копетдага (его ираноязычность признается многими исследователями с ранней бронзы, но, поскольку археологи не фиксируют смены культуры и населения с неолита, можно полагать его ираноязычность исконно). В-третьих, лингвисты считают, что авестийские гимны

возникли где-то в Юго-Восточной Туркмении (поскольку эти места были освоены выходцами из подгорной равнины Копетдага, то авторство можно распространить на население всей равнины). В-четвертых, Авеста представляет собой произведение иранских племен (если рассматривать это широко), а конкретнее — ариев, населявших Арию — страну, расположенную вдоль течения реки Арий (в нижнем течении Теджена)<sup>5</sup>. Основываясь хотя бы на этом, уже можно взглянуть на предысторию иранских и индийских народов под несколько иным углом зрения.

С переходом к производящему хозяйству северные предгорья Копетдага, межгорные долины Туркмено-Хорасанских гор и северная подгорная равнина Эльбурса были освоены однородным в культурном и этническом отношении населением, говорившем на арийских диалектах праиндоевропейского языка. Уже в энеолите (IV тысячелетие до н. э.) наблюдается культурная консолидация в крупных регионах и их обособление: выделяется область культуры расписной керамики в северных предгорьях Копетдага и древней дельте Теджена, а также область

серой керамики в Юго-Восточном Прикаспии. С этого времени можно считать реальным разделение древнего этнического субстрата на группы иранских племен, в частности на арийские (первая область), турские (вторая область) и ряд других. История многовековых отношений арийских и турских племен отражена в Авесте. В Авесте, созданной ариями, нет симпатии к турам, что понятно, если проследить их взаимоотношения на археологическом материале. На протяжении всего срока сосуществования племен не наблюдается ни одного случая проникновения расписной керамики из поселений северной подгорной равнины Копетдага в Юго-Западную Туркмению. Что же касается проникновения серой керамики в поселения подгорной равнины Копетдага, то примеров тому множество. Факты разделения культур нашли свое отражение в Авесте: об этом говорит, например, легенда о Йиме, который несколько раз расширял территорию Айрьянем Вайджо, или легенда о гадком туре Франграсьяне, который трижды безуспешно нырял в море Вару-каша за арийской царственной славой — Хвареной. Легендарный Йима, правивший в Айрьянем Вайджо — арийской долине доброй реки Дайтии<sup>6</sup>, был царем всех иранцев; Франграсьян же — только царем туров, причем доставил арийским племенам немало неприятностей.

<sup>5</sup> Хлопин И. Н. Историческая география южных областей Средней Азии. Ашхабад, 1983.

Вазы периода развитого энеолита (конец IV тысячелетия до н. э.). В это время изменилась технология обжига и вся керамика стала серой.

<sup>6</sup> Соколов С. Н. Язык Авесты. Л., 1964. С. 25, 338.



Тюркское название Сумбар существовало не всегда. У него есть народная этимология: или с у (а) — «вода» и бар — «есть», или с у м м — «пещера, катакомба» и бар — «есть» (второй вариант предпочтительнее, но это не значит, что он истинный). Однако, это название появилось достаточно поздно, и есть данные для того, чтобы восстановить древнее, иранское название этой реки. В верховьях Сумбара имеется населенный пункт Дайна, название которого восходит к иранскому понятию «давать». Более того, среди местного населения верховьев Сумбара бытует другое название реки — Дайна-су, то есть к древнему иранскому названию реки прибавлено тюркское название реки, воды. Очевидно, древнее авестийское название реки Дайтия и современное название Дайна происходят от одного корня, и есть все основания отождествить Дайна-су (Сумбар) и древнюю Дайтию. Если такое отождествление признать правильным, то старинное географическое название — Арийская долина доброй Дайтии — приобретает плоть. Это современная долина Сумбара, вероятнее всего, в его среднем течении.

Попробуем обосновать правильность предложенного отождествления. Во-первых, долина Сумбара, действительно, и в настоящее время представляет собой благодатный край с оптимальными природными условиями. Во-вторых, только в долине Сумбара произрастает мандрагора, а священная хаома произрастала только в Айрьянем Вайджо. В-третьих, там находится самая высокая в этой части Туркмено-Хорасанских гор вершина Хасар — это и есть первоначальная Хара Березайти (Высокая Хара), название которой в раннем средневековье было перенесено на хребет Эльбрус. В-четвертых, распространение в долине Сумбара древнейшей неолитической джейтунской керамики подчеркивает культурное и этническое единство населения всей Южной Туркмении и позволяет считать

долину Сумбара общей для всех легендарной прародиной, на территории которой впоследствии оказались не арии, а туры. В-пятых, все остальные попытки отождествить с Айрьянем Вайджо другую территорию надо отбросить, поскольку везде земледельческая культура и, следовательно, ираноязычное население, появились значительно позднее в результате распространения из первичных очагов становления производящего хозяйства.

Приведенные доказательства основаны на объективных фактах, установленных археологами. Сейчас наступает такой период в изучении древнейшей истории народов Средней Азии, когда многие, казалось бы, устоявшиеся точки зрения будут подвергнуты основательной проверке. И, безусловно, проблема изначального места обитания ариев и путей их продвижения будет также пересмотрена, поскольку за последние десятилетия накопилось такое количество материала из разных областей знания, что он уже не влезает в прокрустово ложе старых теорий. И раскопки последних десятилетий в долине Сумбара, на территории «первой и лучшей из земель и стран, созданных Ахура Маздой», займут не последнее место в системе источников для предстоящей локализации арийских земель и стран.

Страна Гиркания, известная до сего времени только по письменным источникам более чем 2500-летней давности, предстала перед исследователями в осязаемой цельности ее материальной и духовной культуры, в ее историческом развитии. История ее, начиная с самых ранних этапов, не может быть оторвана от истории всех остальных иранских племен, ираноязычных народов. И эта история после многолетних археологических раскопок в долине Сумбара наполнилась реальным содержанием.

**Н. И. Чесноков**

# Акклиматизация диких животных



Николай Иванович Чесноков, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом Центральной научно-исследовательской лаборатории Главного управления охотничьего хозяйства и заповедников при Совете Министров РСФСР. Область научных интересов — направленные воздействия на дикую природу. Автор книг: *Экологические закономерности акклиматизации наземных млекопитающих*. Свердловск, 1982; *Дикие животные меняют адреса*. М., 1988.

## ВСЕЛЕНИЕ СЛУЧАЙНОЕ И НАМЕРЕННОЕ

Время от времени та или иная страна или целые континенты испытывают потрясения, начавшиеся, казалось бы, с незначительного события: случайного завоза животных или растений с других материков.

Водное растение с мягкими и длинными стеблями — канадская элодея — попала в Англию с грузом американского леса. Впервые оно было замечено в 1842 г. в одном из прудов Шотландии. Канадское растение с необычайной быстротой заселило реки, каналы, озера, пруды по всей стране. Сплошная растительная масса заполнила водоемы, мешала движению судов, рыболовству, забивала дренажные каналы. К счастью, через несколько лет численность канадской элодеи сама по себе стала снижаться, и она перестала причинять неудобства.

Но вот в 1916 г. в американском штате Нью-Джерси было найдено несколько жуков *Popilla japonica*, неизвестно как попавших из Японии. Жуки быстро размножались, расселялись и вскоре достигли чудовищной численности: один человек мог собрать за день до 20 тыс. насекомых! Жук стал страшным вредителем садовых культур, потребовались большие средства, чтобы

подавить численность нежеланного пришельца.

В конце XIX в. гарвардский астроном Трувелло, к тому же энтомолог-любитель, привез домой, в штат Массачусетс, некоторое количество грены (яиц) европейского непарного шелкопряда. По недосмотру несколько гусениц, которых он вывел из яиц, случайно оказались на свободе и положили начало одному из крупных нашествий вредителей на востоке США. Гусеницы размножившейся в неимоверном количестве бабочки очищали от листьев деревья в лесах и садах. Для обуздания вредителя пришлось завезти в страну несколько видов его паразитов и врагов.

В конце 30-х годов текущего столетия несколько африканских малярийных комаров *Anopheles gambiae* попали (видимо, в авиатранспорте) в Бразилию. Через несколько лет в стране вспыхнула тяжелейшая эпидемия африканской малярии. Ею болели сотни тысяч людей, свыше 10 тыс. человек умерли. Борьба с чужестранными комарами потребовала громадных организационных усилий и денежных средств.

Это лишь несколько из многих случаев, рассматриваемых Ч. Элтоном<sup>1</sup>. Его выводы

<sup>1</sup> Элтон Ч. Экология нашествий животных и растений. М., 1960.



Выхухоль — редкий вид из «Красной книги СССР». Там, где появляется акклиматизированная ондатра, она изгоняет выхухоль из озер.

Фото И. А. Мухина.

неутешительны: проникновение пришельцев усиливается с развитием транспорта, борьба с ними требует больших затрат. Элтон заметил и главную закономерность вселения чужестранцев: быстрый рост численности на новом месте — «экологический взрыв».

Но человек и намеренно перевозил животных с одного материка на другой, не ведая о возможных последствиях. Европейский кролик, привезенный в Австралию, стал там национальным бедствием; пришлось «завезти» кроличью болезнь — миксоматоз. До сих пор страдает та же Австралия от европейских скворцов, завезенных туда еще в XIX в. и сейчас опустошающих сады и огороды. Средства борьбы со скворцами пока не найдено, фермеры отпугивают их выстрелами.

В оз. Виктория (Африка) с его уникальной ихтиофауной в 50-х годах текущего века был выпущен нильский окунь, чтобы разнообразить рыбные уловы. Вопреки надеждам, вселенец истребил многие местные виды рыб.

Особенно широкий размах вселения животных пришелся на период колонизации вновь открытых земель Австралии, Океании, Америки. Европейцы, отправляясь в новые страны, брали с собой домашних и диких животных, чтобы создать привычную обста-

новку. Завоз чужеземных видов существенно изменил состав местных фаун, особенно на южных океанических островах, почти не имевших высших млекопитающих. Теперь фауна Новой Зеландии, например, состоит преимущественно из чужеродных видов, там хорошо прижились лось, благородный олень, лань, кабан, серна, лисица, горноста́й, заяц-русак и др. Сравнительно недавно, в 1912 г., завезенный в США из Европы кабан теперь заселяет обширную область в субтропическом и умеренном поясе и стал важным объектом охоты: во Флориде за охотничий сезон добывают около 78 тыс. животных.

Большое количество видов переселено и в обратном направлении — из Северной Америки в Европу. Здесь благополучно акклиматизировались ондатра, канадский бобр, канадская казарка, каролинская белка (только в Англии). Особенно впечатляющ успех вселения ондатры. Сейчас она встречается в большинстве европейских стран (в некоторых считается вредным видом, так как повреждает дамбы), а ведь в 1905 г. под Прагой выпустили всего 5 зверьков!

Удачные опыты акклиматизации чужеземных зверей в зарубежных странах послужили примером и для нас.

После революции отечественные пушные ресурсы были в плачевном состоянии:



Ондатра — пример успешной акклиматизации, принесшей экономическую выгоду.

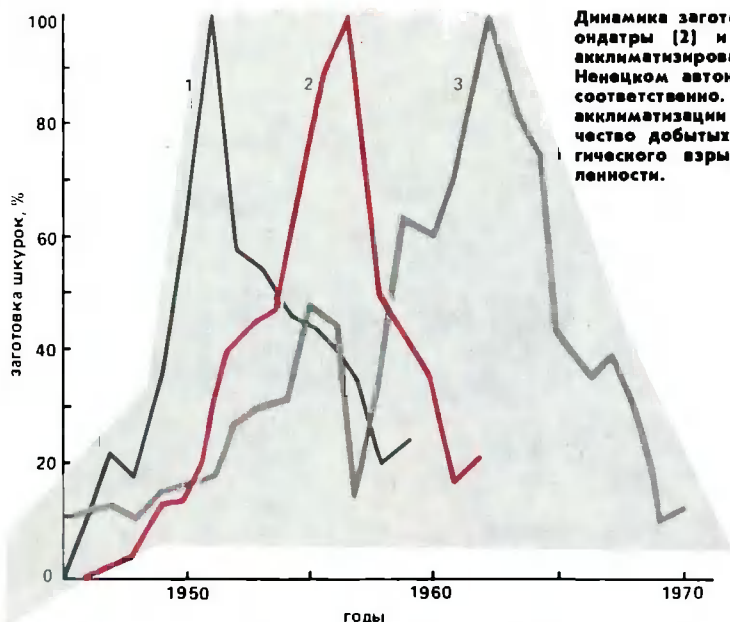
Фото И. А. Мухина.

соболь, бобр, куница, выдра и др. были почти истреблены. Страна нуждалась в валюте для индустриализации, а ее можно было получить лишь за товары традиционного русского экспорта, в первую очередь за пушнину. Введенные запреты и ограничения промысла, организация заповедников восстанавливали численность пушных зверей, но слишком медленно. Акклиматизация заморских видов стала основным путем быстрого обогащения и преобразования фауны и достигла широкого размаха с конца 20-х годов. Первой из иноземных видов завезена и выпущена в 1928 г. ондатра — обитатель водно-болотных угодий Северной Америки. Этот некрупный грызун (средняя масса около 1 кг) с округлым валькообразным телом и длинным уплощенным с боков хвостом, покрытым кожистыми чешуйками, распространен там от южной границы тундры до субтропиков. За лето ондатра приносит до трех выводков по 6—7 детенышей в каждом. Ее прочный и довольно красивый мех, из которого шьют головные уборы, воротники, манто, считается достаточно ценным. В нашей стране для ондатры имелись богатые кормовые ресурсы, не потребляемые ни одним пушным зверем — высшая водная растительность. Первые зверьки прижились, стали размножаться, и поколения, родив-



Овцебык на п-ове Таймыр. Акклиматизация начата недавно и идет успешно, непредвиденных последствий в биоценозе пока нет.

Фото И. А. Мухина.



Динамика заготовки шкурок енотовидной собаки [1], ондатры [2] и американской норки [3], успешно акклиматизированных в Рязанской области, в Ямало-Ненецком автономном округе и в Алтайском крае, соответственно. График отражает закономерности акклиматизации нового вида; максимальное количество добытых шкурок приходится на фазу экологического взрыва, за которым следует спад численности.

шиеся на новом месте, расселялись по другим территориям. Вскоре ондатра везде стала промысловой, ее вселение охватывало все новые и новые районы: после Сибири и Севера ондатру выпустили в Казахстане, Средней Азии, на Северном Кавказе, Украине. По сведениям И. П. Павлова, в стране было расселено около 330 тыс. ондатр.

Удача с ондатрой подкрепила идею реконструкции фауны путем завоза новых видов. Акклиматизация стала главной задачей биологов-охотоведов. Для обоснования акклиматизации новых видов П. А. Мантейфель предложил теорию пустующих экологических ниш, якобы не занятых животными из-за географических и биологических преград. По мнению Мантейфеля, колоссальные территории таят в себе большие потенциальные возможности для заселения, реконструкции фауны<sup>2</sup>.

Обогащение охотничьей фауны новыми видами животных осуществлялось высокими темпами. Вслед за ондатрой были завезены нутрия, шиншилла, американская норка, скунс, енот-полоскун и последним — овцебык (1975 г.). Акклиматизировались вне своего ареала и отечественные виды: енотовидная собака, белка, соболь, заяц-беляк, заяц-русак. Самый высокий экономический эффект получен от вселения ондатры: за

годы ее промысла было добыто более 120 млн шкурок. Наивысшая добыча (1957 г.) составила 6 млн особей и стала сокращаться. Сейчас численность ондатры повсеместно снизилась, заготовки шкурок составляют не более 1,5 млн штук в год. Некоторую экономическую пользу дало вселение американской норки, переселение енотовидной собаки с Дальнего Востока в Европейскую часть страны, белки — в леса Крыма и Кавказа. Не удалась интродукция шиншиллы, скунса; енот-полоскун уцелел лишь на Кавказе, практически не прижилась в дикой природе нутрия.

Из копытных успешно акклиматизирован в Европейской части СССР пятнистый олень, завезенный с Дальнего Востока, удачно идет акклиматизация овцебыка на Таймыре и о. Врангеля.

Расселение охотничьих птиц (белых и серых куропаток, тетеревиных и др.) за пределами их ареала не удалось.

Преобразование не обошло и ихтиофауну. Началось оно в 1934 г. с переселения северюги в Аральское море, позже распространилось на пелядь, муксуна, сига, форель и др.; из амурского бассейна в южные районы страны попали толстолобик и белый амур. Рыб расселяли в основном для увеличения рыбных ресурсов, но в ряде случаев привлекали и другие полезные свойства рыб. Например, чтобы не зарастали ирригационные каналы и пруды-охладители ТЭС, был выпущен белый амур, который питается высшей водной растительностью. Не всегда

<sup>2</sup> Мантейфель П. А. // Соц. реконструкция и наука. 1934. Вып. 2. С. 41—53.

акклиматизация новых видов рыб проходила безвредно. Судак, выпущенный в оз. Иссык-Куль, стал истреблять икру местных рыб. Белый амур считается у нас экологически безвредным, а в США интродукция этого вида запрещена в 35 штатах во избежание вреда аборигенным рыбам. По-видимому, акклиматизация новых видов рыб в лучшем случае приносит лишь временную пользу. К сожалению, экологические результаты интродукции новых видов рыб в водоемы еще недостаточно изучены, но и так очевидно, что новый вид нарушает равновесие и структуру водных сообществ, расшатывает и изменяет связи между аборигенными видами.

Из водных беспозвоночных многие виды переселялись попутно с рыбами. Так, вместе с севрюгой в Аральское море попал сосальщик *Nitzschia sturionis*, который нанес существенный урон поголовью местного вида осетровых — аральскому шипу. Но некоторых акклиматизировали специально. В 1940 г. из Черного моря в Каспийское был завезен многощетинковой червь *Nereis diversicolor*, который хорошо прижился и стал кормом для каспийских осетровых.

Для биологической борьбы с насекомыми-вредителями сельского хозяйства завозят и выпускают других насекомых — их природных врагов или паразитов (наездников и др.). Этим удается снизить количество необходимых для борьбы с вредителями ядохимикатов.

Случайное попадание в новые места животных и растений — это беда, с которой борется санитарная служба в любой стране. Другое дело — намеренное переселение с целью акклиматизации: оно должно быть строго научно обосновано, проанализированы возможные результаты. Опыт искусственного расселения в основном охотничьих млекопитающих дал много материалов для исследования акклиматизационного процесса. В распоряжении ученых оказались факты об удачных и неудачных интродукциях, о ходе вживания тех или иных завезенных видов животных, о динамике их численности, об изменениях в процессе приживания на новых местах.

## АККЛИМАТИЗАЦИЯ: РАЗНЫЕ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ

Буквально это слово означает приспособление организмов к климату. Но издавна термин толковался более широко — как приспособление не только к климату, но и к

почвам, и к биоценозам. При таком понимании акклиматизация предстает сложнейшим биологическим процессом. Не удивительно поэтому, что во Франции еще в конце XVIII в. появилось учение об акклиматизации и, естественно, оно строилось на концепциях ламаркизма. Основателем учения считают Л. Ж. Добантона, идеи акклиматизации пропагандировал И. Ж. Сент-Илер, создавший в Париже в 1854 г. Зоологическое общество акклиматизации. В России первые мысли об акклиматизации высказал К. Рулье, а затем по инициативе его ученика А. П. Богданова в Москве в 1856 г. был создан Комитет акклиматизации с целью ее пропаганды и завоза в страну новых видов фауны и флоры для нужд животноводства и земледелия.

Распространение дарвинизма не могло не затронуть учения об акклиматизации. Первыми с позиций дарвинизма подошли к акклиматизации советские зоологи. Так, вопреки существовавшему мнению о способности чуждых животных приживаться только при доместикации, М. М. Завадовский допускал возможность вселения их и без доместикации и называл такую акклиматизацию истинной. При истинной акклиматизации, считал он, организм приспосабливается к новым условиям в ходе борьбы за существование. Акклиматизацией и разработкой ее научных основ в 30-е годы занимались многие советские зоологи, возникли разные точки зрения. В. В. Станчинский выделял фенотипическую акклиматизацию, при которой возникшие у животных приспособления не передаются потомству, и генотипическую, при которой приспособления несут наследственный характер<sup>3</sup>. Б. М. Житков считал, что виды неравноценны для интродукции, что предпочтительнее завозить грызунов, а некоторые меры по реконструкции фауны признавал необоснованными<sup>4</sup>.

Но вскоре в нашей стране начались гонения на генетику и в теории акклиматизации снова возобладали ламаркистские концепции. Последним, кто пытался предотвратить возврат на эти позиции, был зоолог, создатель школы советских экологов Д. Н. Кашкаров<sup>5</sup>. Он понимал акклиматизацию как формирование под влиянием естест-

<sup>3</sup> Станчинский В. В. Теоретические основы акклиматизации животных // Тр. Ин-та гибридикации и акклиматизации жив. в Аскании-Нова. 1933. Т. 1. С. 33—66.

<sup>4</sup> Житков Б. М. Акклиматизация животных. М.; Л., 1934.

<sup>5</sup> Кашкаров Д. Н. Основы экологии животных. Л., 1944.



Соболь. Неумеренный промысел привел в 20-х годах к падению численности и сокращению ареала этого ценного пушного зверька.

Фото И. А. Мухина.



Рачный бобр. Его численность, как и численность соболя, была увеличена за счет реакклиматизации.

Фото Г. М. Панова.

венного отбора нового генотипа, более соответствующего условиям среды, чем первоначальная раса. Ламаркистское толкование акклиматизации — привыкание к чужому климату и передача этой привычки потомству — Кашкаров называл экологическим абсурдом. Однако этот абсурд процветал до конца 50-х годов, и только работой С. С. Шварца были восстановлены научные концепции, сформировавшиеся до лысенковщины<sup>6</sup>.

Современные взгляды на акклиматизационный процесс признают в нем роль генетических преобразований и естественного отбора. Справедливым считается и разделение акклиматизации на два различающихся процесса. Первый — это адаптация без генетических изменений, когда организмы приспосабливаются к новой среде путем изменения преимущественно обмена веществ в пределах нормы реакции генотипа. Так происходит акклиматизация растений, по-видимому, так же акклиматизируются и некоторые дикие животные, когда условия новой и родной среды очень близки. Подобным же образом акклиматизируются перевезенные домашние или одомашниваемые животные, условия существования которых в основном обеспечивает человек. Результатом акклиматизации является натурализация, т. е. индивидуальная адаптация особи к новым условиям существования, во многом формируемым человеком (обработка, удобрение, полив почвы для растений, кормление животных, защита от хищников и болезней и т. п.). Поскольку индивидуальная адаптация не передается по наследству, акклиматизация в данном случае относится к каждой отдельно взятой особи и совершается в течение ее индивидуальной жизни.

Второй род акклиматизации связан с приобретением генетически закрепленных адаптаций и структурной перестройкой в местном биоценозе.

Однако в науке старое не сразу уступает место новому. Эти два рода акклиматизации нередко продолжают, как во времена лысенковщины, смешивать воедино. Таков взгляд на акклиматизацию, сложившийся в Аскании-Нова (заповеднике-зоопарке и бывшем НИИ акклиматизации и гибридизации животных). По-асканийски, акклиматизация сводится к адаптации организма к новым условиям, позволяющей

<sup>6</sup> Шварц С. С. Эколого-физиологические основы процесса акклиматизации // Тр. БИ УФАИ СССР. 1959. Вып. 18. Вопр. акклимат. млекопит. на Урале. С. 3—22.

размножаться и давать плодовитое потомство. Естественно, экзотические животные, завезенные в Асканию-Нова, могут жить и размножаться лишь в неволе. Поэтому условием акклиматизации в асканийском понимании является одомашнивание или хотя бы ограничение свободы. Нет нужды говорить, что такое понимание акклиматизации не отвечает современному уровню знаний об этом процессе.

Однако асканийское толкование акклиматизации, возникшее до развития генетики и утвердившееся у нас во время ее отрицания, вполне удовлетворяло реконструкторов фауны: процесс им виделся простым, а потому в любых случаях успешным. Акклиматизацией стали называть любое искусственное переселение диких животных, а между тем оно явно различается целями и результатами, его можно разделить на четыре формы.

Первая из них — переселение животных за пределы их естественного ареала, для обогащения фауны новым видом и использования его в хозяйственных или иных целях. По-моему, только эту форму и можно считать акклиматизацией, поскольку внедрение животных в новый биоценоз сопровождается генетическим преобразованием, закреплением адаптаций в потомстве, изменением структуры биоценоза.

Вторая форма — возвращение животных в свой прежний ареал, из которого некогда исчезли. Им нет нужды приспосабливаться, все генетически обусловленные адаптации у них уже есть. Это просто-напросто реакклиматизация животных, которые занимают опустевшую было свою собственную экологическую нишу, не производя существенных изменений в сообществе. Биоценоз, который был до этого неполным, восстанавливает прежнюю структуру, становится более устойчивым. Реакклиматизация очень результативна для восстановления ареалов и численности аборигенных видов фауны. Так был восстановлен в нашей стране исторический ареал соболя, которого сейчас добывают столько же, сколько 200—300 лет назад. Успешно идет реакклиматизация речного бобра, который был почти истреблен, а теперь его численность в природе превышает 200 тыс. особей. Искусственным расселением восстановлен ареал кабана в Европейской части СССР. Более того, в некоторых местах звери выходят даже за пределы ареала, на север. Кроме искусственного расселения в ареале, этому способствует бесхозяйственность: неубранные участки полей, плохо укрытые бурты картофеля и силосные хранилища. Реаккли-

матизация — эффективный метод возрождения отечественной фауны.

Третья форма расселения — выпуск животных в популяции тех же видов для повышения плотности заселения угодий, улучшения продуктивности местных популяций, повышения их жизнестойкости. По имеющемуся опыту, такие особи либо вытесняются аборигенами, либо бесследно растворяются в местной популяции. Поэтому такое расселение и не дает практических результатов. И тем не менее из одного района в другой, из одной области в другую «переезжают» зайцы, кабаны, олени. Эти мероприятия осуществляются преимущественно добровольными обществами охотников, как правило, без какого-либо научного обоснования, бесполезно затрачиваются большие средства якобы на заботу о природе. Этой формой переселения преследуются в основном селекционные цели, к акклиматизации она не имеет отношения.

И наконец, четвертая форма — выпуск диких животных для разведения под опекой человека с целью сохранить редкие виды или сделать животных новыми объектами охоты. Животные попадают, как правило, на территорию, не обладающую полным комплексом условий для жизни, поэтому требуют постоянной заботы человека (охраны от хищников, подкормки или кормления и проч.). Опека человека выводит животных из-под давления биоценологических факторов, ослабляет борьбу за существование, в связи с чем требуется искусственный отбор. Размножаясь животные неблагоприятно воздействуют на членов местного биоценоза — поедают их корма или вытесняют из мест обитания. Такая форма является фактически полувольным разведением животных, частично базирующемся на использовании естественных растительных кормов. Эта форма искусственного расселения играет важную роль в сохранении и увеличении численности редких видов, например зубра, муфлона, кулана и др.

---

## ТЕОРИЯ И МОДЕЛЬ АККЛИМАТИЗАЦИИ

---

Перестройка фауны путем акклиматизации новых видов — очень сложное дело. Если уж без нее нельзя обойтись, то производить такую работу надо экологически грамотно. А для этого необходимо знать не только, что совершается при введении нового вида, но и механизмы столь сложного процесса. В настоящее

время уровень развития биологических наук, в первую очередь генетики и экологии, дает возможность вскрыть и объяснить считавшиеся загадочными явления при акклиматизации, построить ее модель.

Оговорюсь: речь пойдет об акклиматизации второго рода — процессе вживания вида на новой территории, сопровождающемся генетическими адаптациями. Что касается акклиматизации первого рода — индивидуальной адаптации особи, то это предмет исследования сельскохозяйственных наук.

Глубокому изучению акклиматизации препятствовали не только отрицание генетики и реанимация ламаркизма, но до последнего времени также и тридидиционно узкий подход, непригодный для исследования столь сложного динамического процесса. На наш взгляд, научный анализ акклиматизационного процесса невозможен без системного подхода.

С системной точки зрения, акклиматизационный процесс — это сложное взаимодействие биологических систем, преодоление дестабилизации на нескольких уровнях организации жизни. Начинается он с интродукции нового вида, которая представляет собой сильное внешнее воздействие, нарушающее равновесие всех участвующих в акклиматизационном процессе биологических систем<sup>7</sup>.

Вселенцы попадают в новые условия среды, к которым частично или полностью не приспособлены. Равновесие между внедряемыми особями и средой восстанавливается за счет индивидуальных, появляющихся у каждой особи физиологических и этологических адаптаций. Часть особей гибнет, не сумев приспособиться к местным условиям. Если новая среда обитания резко отличается от жизненных условий на родине, а вид к тому же не обладает достаточной адаптивностью, или, как часто говорят, широкой экологической пластичностью, гибнут все особи. Значит, интродукция не удалась, акклиматизация не состоялась.

При удачной интродукции выжившие особи занимают свойственную им экологическую нишу. Если она была свободна, вселенцы на первых порах не испытывают воздействия со стороны членов местного биоценоза, так как биоценотические регуляторы для нового вида еще не сложились. В течение некоторого времени

(периода привыкания) у вселенцев обычно нет ни врагов, ни местных паразитов, и новый вид, не встречая препятствий для размножения, реализует потенциально возможные темпы воспроизводства. Численность нового вида стремительно растет до тех пор, пока позволяют кормовые ресурсы и пока не сформируются ее биоценотические регуляторы. Как только они сформировались, численность снижается до безопасного для биоценоза уровня. Биологическое сообщество восстанавливает равновесие на новой структурной основе с включением акклиматизированного вида.

Одновременно в группе вселенцев происходят специфические процессы на генетическом уровне. Оказавшаяся изолированной от родительской популяции часть особей гибнет, обедняется и без того небогатый генофонд, представляющий лишь ничтожную часть генофонда родительской популяции и потому имеющий малый запас генетической изменчивости. Будущая популяция нового вида начинает формироваться из немногих особей. Эта ситуация известна в экологии как «принцип основателя». Генетически открытая и многочисленная родительская популяция превращается в закрытую изолированную группу, нарушается генетический гомеостаз, отчего генофонд вселенцев становится лабильным, по Э. Майру, возможна даже настоящая генетическая революция<sup>8</sup>. Создаются условия для генетических перестроек за счет мутаций, рекомбинаций, транслокаций. При малом количестве исходных особей неизбежен инбридинг. Но поскольку в ходе естественного отбора выживают наиболее приспособленные организмы, то варианты со сниженной жизнеспособностью отсеиваются и остаются только жизнеспособные гомозиготные особи. Поэтому у потомков первых вселенцев не отмечается инбредной депрессии, и нет смысла запускать новых особей в популяцию всеяемого вида для борьбы с инбридингом. С каждым новым поколением накапливается генотипическая изменчивость, доходя в конце концов до уровня, свойственного данному виду, т. е. генетическое равновесие восстанавливается.

Изложенная теория акклиматизации имеет синтетический характер, так как соединяет экологические процессы с генетическими. Привлечение генетики дает возможность понять механизмы формирования популяции акклиматизирующегося вида, отли-

<sup>7</sup> Чесноков Н. И. Экологические закономерности акклиматизации наземных млекопитающих. Свердловск, 1982.

<sup>8</sup> Майр Э. Популяция, виды и эволюция. М., 1974. С. 339—340.

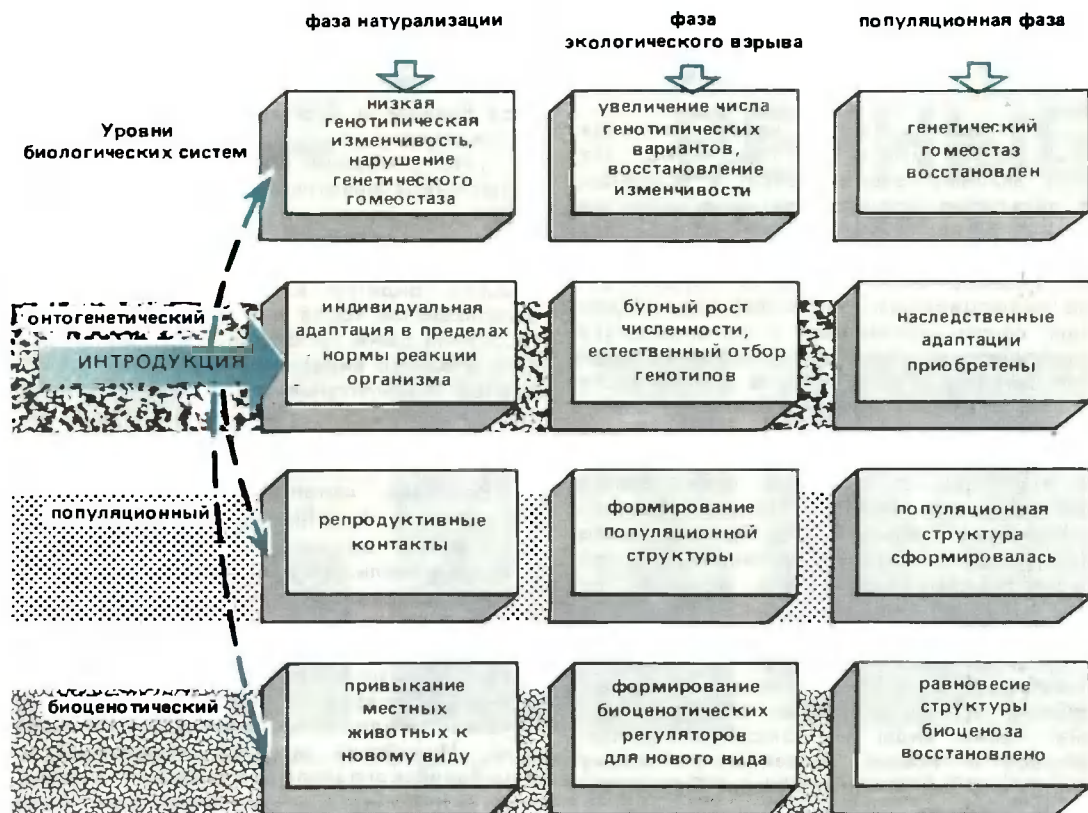


Схема акклиматизационного процесса.

чающейся от родительской новыми генетически закрепленными свойствами.

Исходя из такого взгляда, в акклиматизационном процессе можно выделить три ясно выраженные фазы, различающиеся степенью преодоления дестабилизации системной организации жизни. Первым гипотезу о фазовом характере акклиматизации высказал Л. В. Шапошников<sup>9</sup>. Автором данной статьи развиты его идеи, объяснены основные фазовые явления, присвоены названия фазам.

В первой фазе — **фазе натурализации** не происходит генетических преобразований, лишь устанавливается равновесие со средой путем индивидуальных адаптаций в пределах нормы реакции организма. Уцелевшие особи становятся основателями популяции нового вида.

Вторая фаза — **фаза экологического взрыва** (по Элтону) — начинается с размно-

жения интродуцентов. Далее численность их быстро растет, но лишь временно и то при наличии больших запасов пищи и отсутствии экологических конкурентов. Фаза завершается падением численности (депрессией) нового вида, которое вызывается действием регулирующих факторов биоценоза.

Если новый вид после депрессии уцелеет, наступает третья и последняя фаза — **популяционная**. В ней завершается формирование популяции нового вида. Наличие популяционной структуры — признак окончания акклиматизационного процесса. Если в первой фазе еще нет популяции как таковой (малочисленные вселенцы разобщены, информационные связи между ними отсутствуют), во второй фазе начинается формирование популяционной структуры, то в третьей фазе вид существует уже в форме популяции. Новый вид становится членом биоценоза, включается в его взаимосвязи.

Такая модель акклиматизации почти идеально реализовалась при вселении ондатры. Она не проявлялась в чистом виде при интродукции других видов из-за разных причин.

<sup>9</sup> Шапошников Л. В. // Зоол. журн. 1958. Т. 37. Вып. 9. С. 1281—1290.

## АККЛИМАТИЗАЦИЯ НА ПРАКТИКЕ

Из анализа удач и неудач вселения новых видов можно сделать вывод, что успех акклиматизации зависит в основном от двух факторов: адаптации вселяемого вида и биоценотической обстановки территории.

Адаптивность — свойство, обусловленное эволюционным развитием вида. Одни виды, сформировавшиеся в изменяющихся экологических условиях, обладают высокой способностью к адаптации. В новом месте они приспосабливаются к новым условиям, а у их потомков быстро появляются генетически закрепленные адаптации. Обычно это виды с широким естественным ареалом, охватывающим разные климатические и растительные зоны. Пример такого вида — ондатра, которая прижилась в нашей стране в самых различных условиях от Субарктики до среднеазиатских рек.

Другие виды в процессе эволюции в неизменных условиях почти утратили способность к адаптации, их ареал обычно невелик, а экологическая специализация узка. Такие виды не способны адаптироваться к новым условиям и потому непригодны для акклиматизации. Примером могут служить шиншилла и нутрия — выходцы из Южной Америки.

Другим фактором неудач акклиматизации служит неблагоприятная биотическая обстановка: высокая насыщенность биоценоза видами, наличие конкурентов и врагов, отсутствие неиспользуемых экологических ниш.

Оба фактора — и низкая адаптивность, и сложная биотическая обстановка — могут совместиться, и тогда неудача наступает с первой фазы. В других случаях акклиматизация может дойти до второй и даже до третьей фазы. Шиншилла, например, сразу исчезла в новых местах, а нутрия обычно приживалась, начинала размножаться, проходила фазу экологического взрыва, а потом исчезала, когда условия обитания существенно ухудшались (были суровые зимы, замерзали водоемы).

Акклиматизация диких животных опасна непредвиденными последствиями. Вселение охотничьих зверей проводилось ради увеличения добычи пушнины, мяса и другой продукции. Однако ожидаемый эффект оправдывался лишь иногда, в то время как непредвиденные последствия имелись всегда. Так, с вселением ондатры в Западной Сибири появились очаги омской геморра-

гической лихорадки; енотовидная собака в Европейской части страны стала переносчиком бешенства и истребителем гнездящихся на земле птиц; белка, завезенная в леса Кавказа и Крыма, вредит фруктовым насаждениям.

Но особенно опасна акклиматизация новых видов животных для охраны природы. Вселенные животные истребляют или вытесняют местных обитателей. Так, где водится выхухоль (вид из «Красной книги СССР»), ондатра изгоняет ее из озера; американская норка вытесняет европейскую (возникла даже проблема сохранения этого аборигенного вида); пятнистый олень, завезенный в некоторые заповедники Европейской части СССР, наносит ущерб лесной растительности, вытесняет местные виды животных; северный олень, завезенный на о. Врангеля, вытесняет гнезда белого гуся — вида из «Красной книги РСФСР».

Много вреда аборигенной природе принесла акклиматизация животных в зарубежных странах. В Новую Зеландию завезены десятки видов млекопитающих и птиц из Европы, Америки, Азии; в результате «чужестранцы» вытеснили аборигенов и коренным образом изменили фауну — там исчезло около полусотни местных видов птиц. Индийский мангуст, завезенный на о-ва Карибского моря для борьбы с крысами, стал истреблять там гнездящихся на земле птиц, эндемичные виды пресмыкающихся и земноводных. В мировом масштабе по вине интродуцированных видов под угрозой исчезновения находится, по данным ЮНЕСКО, 127 видов животных, или 19 % от числа всех видов, которым грозит истребление.

В итоге можно сказать, что, на взгляд эколога, акклиматизация новых видов диких животных — это воздействие на фауну, противоречащее охране природы, обычно приносящее больше вреда, чем пользы, и потому, как правило, нежелательное.

В настоящее время, в период интенсивного хозяйственного наступления на природу, все меры по направленному воздействию на животный мир, в том числе и акклиматизация новых видов, должны оцениваться в первую очередь с точки зрения охраны природы. Нужно знать и помнить, что есть Закон СССР «Об охране и использовании животного мира», который ограничивает проведение акклиматизации животных, допуская ее лишь с разрешения государственных органов по охране и регулированию использования животного мира при положительном заключении научных учреждений.

# Спитакское землетрясение

Н. В. Шебалин,

доктор физико-математических наук

Б. А. Борисов,

кандидат геолого-минералогических наук

Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР

Москва

**З**ЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 7 декабря 1988 г. — исключительное явление в сейсмической истории Кавказа: в пределах Большого Кавказа известны только два события подобного масштаба — землетрясения 1668 и 1902 гг., а в Закавказье с ним может сравниться лишь Гянджинское землетрясение 1139 г. Это сейсмическое событие полностью опровергает распространенное среди сейсмологов и сейсмогеологов мнение, что в настоящее время на Кавказе не следует ожидать 9-балльных землетрясений<sup>1</sup>. После Газлийского 9-балльного землетрясения 1976 г., произошедшего в 5- и 6-балльной зоне сейсмического районирования, это второе сильное землетрясение, выявившее крупную ошибку (пропуск цели) на карте общего сейсмического районирования страны, составленной в 1978 г. На этот раз сотрясения силой 9 и 10 баллов отмечались в пределах 7- и 8-балльных зон.

После Ашхабадского землетрясения 1948 г. событие 7 декабря 1988 г. — самая крупная на территории нашей страны природная катастрофа с тяжелейшими социально-эконо-

мическими последствиями. По предварительным сообщениям, число погибших превысило 25 тыс. человек, убытки составили свыше 8 млрд руб.

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

**Некоторые параметры очага.** Основные сейсмологические параметры очага Спитакского землетрясения — координаты и глубина очага, время начала возмущения в очаге, энергетический класс и т. д. — определены Опытным-методической экспедицией (ОМЭ) нашего института, а также сейсмической станцией «Ереван» по данным ближних станций.

Время в очаге землетрясения (т. е. начало «вспарывания» разрыва, по которому произошла подвижка) — 07 ч 41 мин 24,6 с по Гринвичу, или 11 ч 41 мин 24,6 с по местному времени. Координаты эпицентра и глубина очага: 40,92° с. ш., 44,20° в. д. и 10 км (по данным ОМЭ); 40,81° с. ш., 44,11° в. д. и 9 км (по данным 6 ближних станций); 40,84° с. ш., 44,32° в. д. и 10 км (по данным 19 ближних станций). Расхождения объясняются тем, что при очаге большой протяженности разные станции могут регистрировать сигналы от разных частей очага.

Магнитуда землетрясения<sup>2</sup>, определенная по поверх-

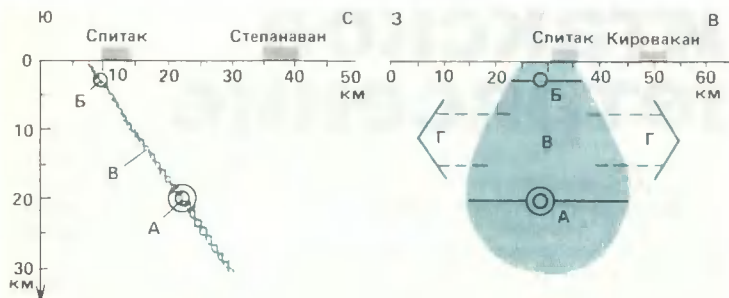
ностным волнам, равна 7,1 (11 станций), по объемным волнам — 6,8 (33 станции). Картина, однако, осложняется тем, что, согласно данным сотрудники нашего института Т. Г. Раутиан, работающей в Гармской сейсмической обсерватории на Памире, основной толчок был тройным: сначала возник мягкий слабый толчок, а через 5 с последовали два сильных с интервалом около 14 с. Детальный анализ структуры очага на основе данных мировой сети станций — дело дальнейшей работы.

**Макросейсмика основного толчка.** Изучением крупномасштабных проявлений Спитакского землетрясения и составлением карты изосейст (т. е. линий равной интенсивности) занималась большая группа специалистов под руководством Г. Л. Голинского, А. Нурмагамбетова и А. А. Романа. По их данным, интенсивность в эпицентре землетрясения равнялась 10 баллам. Эта 10-балльная зона размером около 17×7 км располагается между г. Спитак и с. Дзорашен, а 9-балльная зона размером 45×18 км вытянута в западно-северо-западном направлении между поселками Курсали и Вардахпюр. В Спитаке интенсивность колебаний в зависимости от рельефа и грунтов составила от 8—9 до 10—11 баллов. Города Ленинакан, Кировакан и Степанаван оказались в пределах 8-балльной зоны, однако в каждом из них землетрясение проявилось по-разному.

<sup>1</sup> Балльность, или интенсивность, — показатель силы землетрясения в разных точках на земной поверхности, определяемый по ощущениям людей (для относительно слабых землетрясений), по степени разрушения зданий (для умеренных и сильных толчков), по изменению ландшафта (для катастрофически сильных землетрясений). Интенсивность измеряется в баллах сейсмической шкалы. В настоящее время в СССР используется 12-балльная шкала MSK-64.

<sup>2</sup> Магнитуда — показатель величины упругой энергии землетрясения, выделившейся в его очаге. Магнитуда измеряется по записанной сейсмографами максимальной амплитуде сейсмических колебаний (отдельно для объемных

и поверхностных волн) и выражается в единицах шкалы Рихтера. Максимальная зарегистрированная магнитуда не превышает 9.



Схематические разрезы через очаг Спитакского землетрясения. Составил Н. В. Шебалин. А — центр основной части очага; Б — центр локального сейсмического эффекта; В — поверхность основного разрыва; Г — развиги роя афтершоков.

В Кировакане на большой части территории интенсивность сотрясений составила от 7 до 8 баллов, но к югу от центральной части города на резко ограниченной площади несколько кварталов испытали сотрясение силой 9—10 баллов. И в Степанаване на общем фоне 8-балльных сотрясений встречаются отдельные здания, разрушившиеся частично или полностью, что соответствует оценке 9 баллов и выше.

Еще сложнее картина в Ленинанкане. Здесь поврежденные, одно- и двухэтажные здания, как старой, так и современной постройки, отвечают интенсивности землетрясения от 7 до 8 баллов, но многотажные здания, возведенные из расчета на 8-балльное воздействие, в большинстве своем оказались полностью разрушены. Дело в том, что использованная при составлении карты изосейст 12-балльная шкала MSK-64 рассчитана в основном на старые здания и не предусматривает оценку балльности по сейсмостойким сооружениям. Немалую роль, по всей вероятности, сыграли и нарушения правил сейсмостойкого строительства. В дальнейшем причины аномально сильного разрушения Ленинанкана, несомненно, будут всесторонне проанализированы.

С удалением от эпицентральной зоны интенсивность падала неодинаково: к югу — несколько быстрее, чем к северу. В итоге центры 6- и 7-балльных зон смещены от эпицентра. Такая асимметрия макросейсми-

ческого поля позволяет грубо оценить положение плоскости разрыва в недрах Земли.

**Форшоки и афтершоки.** По данным заведующего сейсмической станцией «Степанаван» А. Саакяна, с лета 1988 г. отмечен рой слабых толчков — форшоков. Ближайший по времени произошел за 16,5 ч до главного толчка (координаты эпицентра 40,9° с. ш., 44,3° в. д., глубина 10 км, магнитуда 3,0). К сожалению, не было никаких признаков того, что эти толчки предшествуют близкой катастрофе.

Через 4 мин 20 с после основного толчка произошел сильнейший афтершок с магнитудой 5,8. Последующие афтершоки вначале регистрировались лишь стационарными сейсмическими станциями, а с 11 декабря — развернутыми в эпицентральной зоне полевыми сейсмическими станциями ИФЗ АН СССР и других организаций. 18 декабря начала работу сейсмогеологическая группа Страсбургского института физики Земли (Франция), оснащенная телеметрическими автономными сейсмостанциями, и несколько позже — группа специалистов из США со своими приборами.

Судя по предварительным данным, афтершоки в первые двое суток были сосредоточены в районе между Спитакем и Ленинанканом, в дальнейшем их число уменьшилось, а область возникновения расширилась к западу и востоку. В конце 1988 г. отмечались три зоны концентрации очагов афтершоков: в райо-

не Спитака, юго-западнее Кировакана и севернее Ленинанкана. По предварительной оценке, глубина очагов афтершоков составляет от 0 до 40 км (с неявно выраженным увеличением глубины на север-северо-восток. Южнее линии Ленинанкан — Алавар отмечен лишь один небольшой толчок с магнитудой 3,5. По макросейсмическим проявлениям наиболее сильными были толчки 31 декабря 1988 г. с магнитудой 4,5 (ощущался в Ленинанкане с силой до 6—7 баллов) и 4 января 1989 г. с магнитудой 4,7.

**Первые выводы о размерах и положении очага.** Проанализировав записи основного толчка на телесейсмических станциях, положение облака афтершоков и особенности макросейсмического поля, мы пришли к более точным оценкам очага Спитакского землетрясения. Сейсмический момент<sup>1</sup> равен  $1,1 \cdot 10^{26}$  дин · см; характерные размеры очага — примерно 35 км по простиранию и 40 км по падению; азимут — простирания — 110—120°; угол падения — около 50°. Подвижка в главной части очага представляет собой чистый взброс.

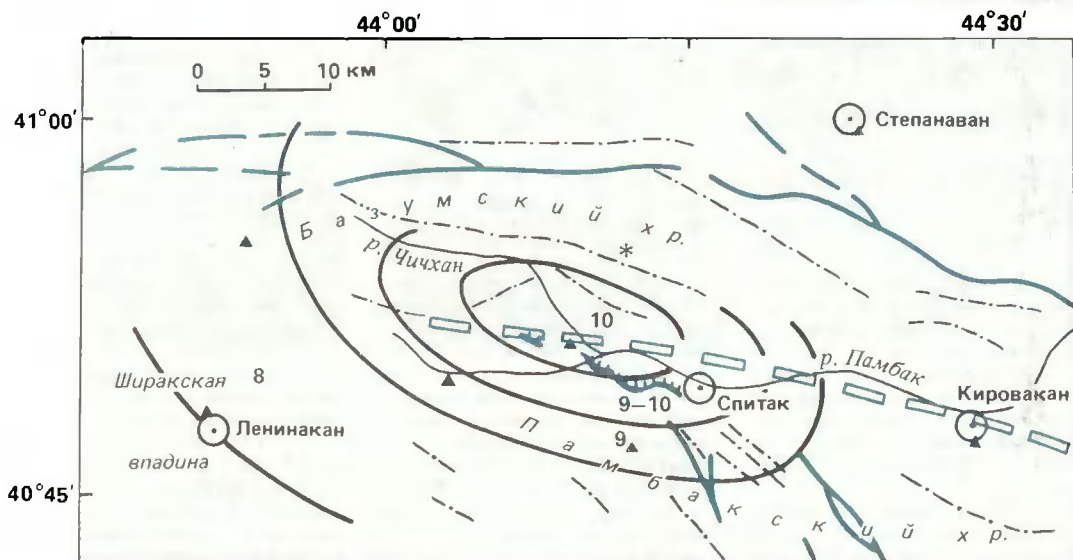
Размеры очага Спитакского землетрясения и его сейсмический момент оказались несколько ниже тех, которые характерны для землетрясений с магнитудой 7. Это говорит о повышенной «жесткости» горных пород в области очага. И хотя двойные землетрясения на Кавказе неизвестны, нельзя исключить возможности повторения сильного землетрясения к западу или востоку от очага сейсмического события 7 декабря 1988 г.

Следует отметить, что, вопреки существующему мнению, далеко не все землетрясения большой мощности сопровождаются человеческими жертвами. При магнитуде от 6,5 до

<sup>1</sup> Сейсмический момент — характеристика, введенная для более точного описания процессов в очаге и представляющая собой произведение площади разрыва на величину подвижки и на упругий модуль. Для землетрясений с магнитудой около 7 среднее значение сейсмического момента составляет  $(4—5) \cdot 10^{26}$  дин · см.

6,9 доля таких землетрясений составляет всего лишь около 6 % от общего числа, при магнитуде от 7,0 до 7,4 — около 13 %. Разрушительная сила землетрясения определяется, помимо магнитуды, глубиной очага. Наиболее страшны по своим последствиям землетрясения с неглубокими очагами, расположенными непосредственно под крупными населенными пунктами. Именно таким оказалось Спитакское землетрясение, ставшее исключительно тяжелым по

Новейшая структура Севанского синклиниория детально изучена в 50—60-х годах Е. Е. Милановским. Согласно его данным, в направлении на запад-северо-запад от оз. Севан синклиниорий представляет собой эшелонированную систему очень молодых Памбакских впадин, которые разделены горстообразными поперечными поднятиями. Мощность самых молодых, плиоцен-четвертичных, отложений во впадинах измеряется сотнями метров.



своим социально-экономическим последствиям.

#### ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА В РАЙОНЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

**Тектоническое положение.** Эпицентральной область Спитакского землетрясения целиком попадает в пределы Севанского синклиниория — позднеальпийской складчатой структуры в системе Малого Кавказа. Севанский синклиниорий в виде узкого грабена «вклинивается» с востока в обширную область вулканических плато, отделяет Ахалкалакское плато от Армянского, «ныряет» под Карское и, возможно, соединяется с одной из северных ветвей Северо-Анатолийского разлома.

По мнению Е. Е. Милановского и В. Е. Хаина, Севанский синклиниорий располагается над Севано-Зангезурским разломом фундамента, т. е. зоной крупнейших глубинных нарушений. В 1968 г. Е. Е. Милановский отметил «строгую приуроченность» сейсмических очагов к этой зоне.

К этому можно добавить, что в неотектонических движениях по предполагаемому глубинному разлому присутствовала правсдвиговая составляющая, о чем свидетельствуют характер строения четырех Памбакских впадин и их ориентировка. Кроме того, в механизме Спитакского землетрясения имеется (и преобладает) взбросовая составляющая, которая говорит об общем субмеридиальном сжатии.

**Сейсмодислокации.** В зоне Спитакского землетрясения

**Район Спитакского землетрясения 7 декабря 1988 г. (на верхней карте показан цветным прямоугольником). Составил Б. А. Борисов.**

-  Тектонические нарушения (по Геологической карте Кавказа под ред. К.Н. Паффенгольца)
-  Оси антиклиналей (по той же карте)
-  Сейсмогенные разрывы
-  Высшие изосейсты землетрясения (по карте, составленной Г.Л. Голинским и др.)
-  Временные сейсмические станции ИФЗ АН СССР
-  Эпицентр главного толчка (по инструментальным данным)
-  Предполагаемое положение глубинного Севано-Зангезурского разлома (по Е.Е. Милановскому, 1968)



Разрыв в эпицентральной зоне Спитакского землетрясения. Возле стенки разрыва — Э. Филип, французский геолог, изучавший многие сильные землетрясения Азии, Африки и Южной Америки. По его мнению, этот сейсмогенный разрыв — «вполне на уровне мировых стандартов».

Фото Б. А. Борисова

в первые же дни были отмечены нарушения (разрывы) земной поверхности, известные как сейсмические дислокации. Они были обследованы сразу после землетрясения, пока их не укрывал глубокий снег. Первыми их обнаружили армянские геологи Р. А. Затикян и А. С. Караханян.

Общая длина прослеженных сейсмодислокаций составляет около 13 км. Не считаясь с рельефом, разрывы пересекают по диагонали северные отроги Памбакского хребта между г. Спитак и с. Гехасар, долину р. Памбак и выходят на южные склоны Базумского хребта.

Сейсмогенные разрывы хорошо выражены в скальных породах (палеогеновых и верхнемеловых) и значительно хуже среди рыхлых четвертичных и современных отложений. Геологической группой, в которую входили советские и зарубежные исследователи, было выделено три протяженных (по 2—3 км) отрезка интенсивных сейсмодислокаций. Они представлены взбросо-сдвигами<sup>4</sup>, и величина вертикального смещения по этим разрывам иногда до-

стигает 1,3 м, причем поднят северо-восточный бок разрыва. Горизонтальное смещение (правый сдвиг) составляет около 0,5 м. Оно хорошо выражено на пересечениях разрывов с шоссевыми дорогами, железнодорожным полотном, в смещении бетонной облицовки ирригационных каналов, борозд на пашнях и т. д. Тип смещения и его величина легко устанавливаются по особенностям морфологии сейсмогенного разрыва, по штриховке на зеркалах скольжения и т. п.

Местами сейсмогенные разрывы проходят вдоль уже существующих геологических разрывов, прежние подвижки по которым также имели взбросо-сдвиговой характер.

Кроме описанных первичных, сеймотектонических, дислокаций в зоне наиболее сильных сотрясений широко развиты оползни, обвалы, просадка в насыпных грунтах и другие вторичные (сейсмо-гравитационные) дислокации.

**Сеймотектонические особенности района землетрясения.** Как уже отмечалось, взбросо-сдвиговое смещение по сейсмогенному разрыву выражено чрезвычайно ясно и сохраняет более или менее одинаковую величину на всем протяжении разрыва. Это позволяет сделать некоторые выводы о тенден-

циях современного тектонического развития, проявившихся в обнаруженных здесь сейсмодислокациях.

Во-первых, сейсмогенные взбросо-сдвиги никогда прежде в сейсмических дислокациях кавказских землетрясений не отмечались. Такой тип движений более характерен для территорий с самым высоким «сейсмическим потенциалом», например для Северо-Анатолийской зоны. Во-вторых, то обстоятельство, что взброшенным оказался северо-восточный бок сейсмогенного разрыва, указывает на давление, направленное с юга. (Давление передается, очевидно, через жесткий фундамент, а осадочный слой как бы отстаёт от его движения.)

Между тем в пределах Севанского синклинали, а также к югу и юго-западу от него, вероятно, нет структур, развитие которых могло бы вызвать землетрясение с магнитудой 7. Причину сейсмического события следует искать в развитии более крупных структур, сходных с теми, что участвуют в формировании очагов землетрясений на территории Турции и Ирана.

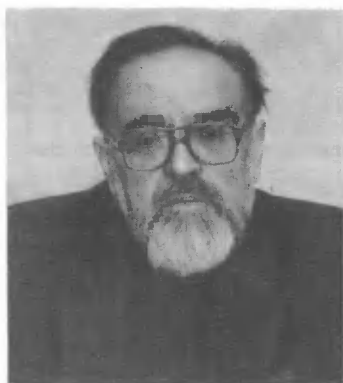
Пока многое в формировании очага Спитакского землетрясения остается неясным. В частности, нет уверенности, что существует непосредственная связь между разрывными структурами Севанского синклинали и Северо-Анатолийским разломом. Ясно одно: подвижка в очаге была не «кавказского», а скорее «северо-анатолийского» типа, что заставляет пересмотреть важнейшие представления о сеймотектонике Армении.

В заключение добавим, что дальнейшее изучение Спитакского землетрясения поможет справиться с множеством еще нерешенных вопросов сейсмического районирования и обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений. Вместе с тем сейсмогеологическое изучение очаговой области этого землетрясения значительно расширит наши знания о недрах Малого Кавказа — о глубинном строении региона и о происходящих там процессах.

<sup>4</sup> Взбросо-сдвиг — разрыв с косым смещением крыльев: верхнее (висячее) крыло разрыва поднято и сдвинуто по горизонтали относительно нижнего (лежащего).

И. Н. Крылов  
В. К. Орлеанский  
Н. С. Тихомирова

# ОКРЕМНЕНИЕ: ВЕЧНЫЕ ПРЕПАРАТЫ



Игорь Николаевич Крылов, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Геологического института АН СССР. Занимается проблемами стратиграфии докембрия и изучением органического мира древнейших эпох. Автор ряда монографий и популярной книги: *На заре жизни*. М., 1972. Член редколлегии журнала «Природа».



Владимир Константинович Орлеанский, кандидат биологических наук, научный сотрудник Института микробиологии АН СССР. Область научных интересов — биология синезеленых водорослей (цианобактерий). Автор монографии: *Синезеленые водоросли (совместно с С. В. Горюновой и др.)*. М., 1969.



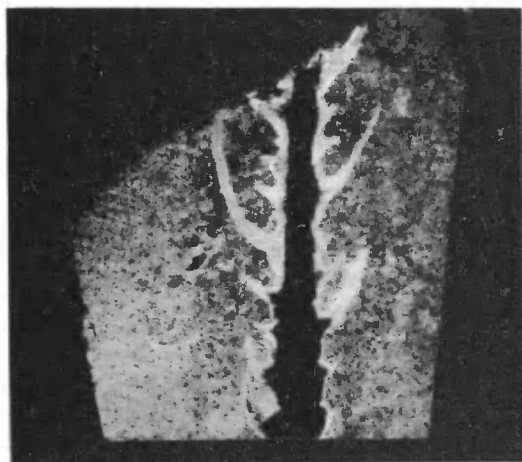
Наталья Сергеевна Тихомирова, младший научный сотрудник Палеонтологического института АН СССР. Занимается изучением микроструктур ископаемых водорослей.

**В** СЕ МЫ не раз встречали описания окаменевших деревьев и в специальной, и в художественной литературе. Возьмем хотя бы «Одноэтажную Америку» И. Ильфа и Е. Петрова: «...мы въезжали в заповедник окаменевшего леса. Сперва мы не заметили ничего особенного, но взглядевшись попристальнее, увидели, что в песке и в щелбе торчат пни и лежат стволы деревьев».

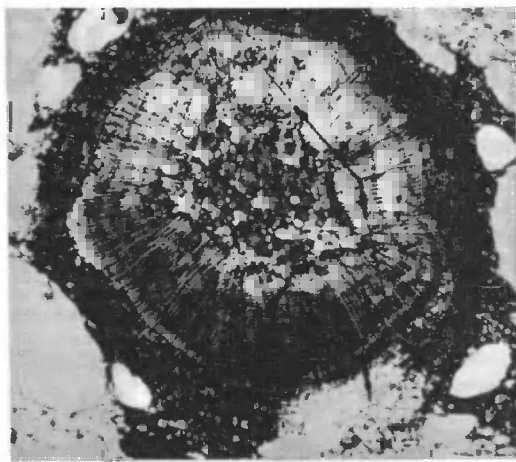
...Чурбанчики окаменевшего дерева распиливают, полируют. Поверхность среза, сохраняя все линии дерева, начинает сверкать красными, синими и желтыми жилками. Нет таких мраморов и малахитов, которые могли бы соперничать по красоте с отполированным окаменевшим деревом... В музее нам сказали, что этим деревьям 150 миллионов лет».

Удивительно! Ведь мы знаем, как быстро истлевают, обращаются в труху умершие деревья. Казалось бы, совсем недавно забыли заготовители вывезти с лесосеки штабель бревен — и вот уже нога по колено проваливается в труху. А тут — сотни миллионов лет.

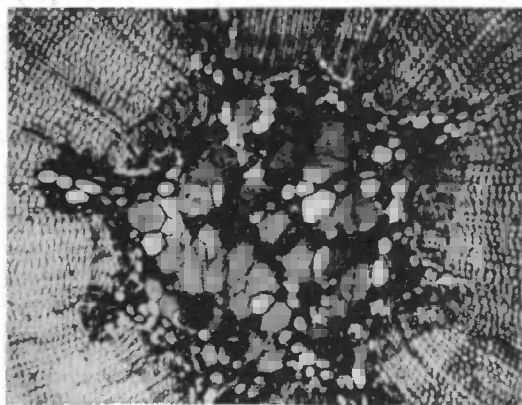
Что же придает древесине такую необычную устойчивость к разрушению? В первом приближении этот вопрос был решен благодаря микроскопическим исследованиям, показавшим, что окаменевшая древесина — это своего рода вечный препарат, в котором роль наполнителя-консерванта играет окись кремния. В этом качестве могут выступать и другие минералы: карбонаты, окислы железа, фосфориты, пирит и т. д., но чаще всего встречаются остатки растений, вещество которых заме-



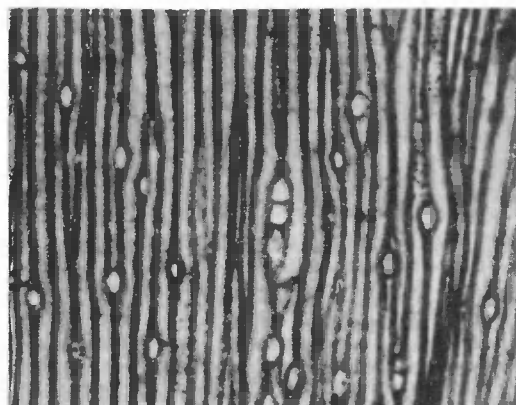
А



Б



В



Г

Окремнелые остатки секвойи из нижнемеловых отложений Укранны: А — общий вид [натуральная величина]; Б — поперечное сечение [увел. в 32 раза]; В — то же [увел. в 63 раза]; Г — продольное сечение [увел. в 200 раз]. Центральная часть веточки секвойи замещена кварцем, древесина и кора — опалом.

Фото М. П. Долуденко.

щено минералами группы кремнезема — опалом, халцедоном, кварцем.

В тонких прозрачных срезах — шлифах — можно разглядеть мельчайшие детали строения древесной окаменевшей ткани. Если такой остаток не подвергся последующей перекристаллизации, то все подробности строения клеток удается рассмотреть настолько детально, насколько позволяет разрешающая способность микроскопа.

Палеоботаники давно отметили эту особенность, и американский исследователь Ч. Уайт еще в конце прошлого столетия высказал гипотезу, что замещение древесины происходило «молекула в молекулу». Отзвуки этой неточной, но красивой формулировки слышны и поныне.

Однако такое «помолекулярное» замещение невозможно хотя бы потому, что молекулы, слагающие древесную ткань, по форме и размерам не имеют ничего общего с молекулами опала и окиси кремнезема. Существенно и другое: в окаменевшем дереве неплохо сохраняются остатки органического вещества — как бы каркас первичной древесины. Получается, что кремнезем заместил не сами цепочки органических молекул, слагающих клеточную ткань, а скорее — тончайшие промежутки между этими цепочками.

И что самое поразительное, такому окаменению могут подвергаться не только остатки высших растений, но и бактерии. В последние два десятилетия в кремнистых породах обнаружился целый мир древней-

ших существ — бактерий и других микроорганизмов, замещенных окислами кремнезема. Возникло даже новое направление в науке — палеомикробиология.

История открытия окаменевших бактерий достаточно поучительна. Еще в начале нашего века в шлифах кремнистых пород с канадского побережья о. Верхнего были обнаружены микроскопические (несколько микрон в диаметре) структуры, очень похожие на нитчатых и сферических бактерий. Возраст этих пород весьма солидный — около 2 млрд лет. Так вот, первая публикация в 1911 г. и ряд последующих статей на эту тему вызвали не сенсацию, а достаточно единодушные насмешки скептиков.

Известные петрографы убедительно разъясняли, что, вероятнее всего, здесь наблюдаются так называемые кристаллиты — зародышевые формы кристаллов, которые образуются на самых ранних стадиях кристаллизации аморфной стеклоподобной породы (например, вулканического стекла или шлаков) и действительно внешне напоминают микроорганизмы. Так что под микроскопом видны не сферические бактерии, а глобулиты, не нити из клеток, а маргариты, не нитчатые бактерии, а трихиты и т. д.

Как ни странно, такой скепсис оказался более сильнодействующим средством, чем яростная полемика: авторы находок один за другим сконфуженно умолкали.

Лишь в 1960-х годах американский ученый Э. Баргхорн вместе с коллегами С. А. Тайлером, Дж. У. Шопфом, С. М. Аврамиком и др. показали, что исследователи действительно имеют дело с окремневшими микроорганизмами<sup>1</sup>. Сейчас кремнистые микрофоссилии (так называются эти остатки) встречены на всех континентах, а возраст древнейших из них достигает 3,5 млрд лет.

Первые результаты палеомикробиологических исследований показали, что жизнь появилась на нашей планете, по существу, одновременно с появлением на ней воды. Очень скоро возникли первые фотосинтезирующие организмы и, следовательно, в атмосферу и гидросферу начал поступать свободный кислород. Более чем на 3 млрд лет полными властелинами Земли стали сообщества микроорганизмов, в значительной степени определившие ход таких важных геологических процессов, как выветривание, накопление многих полезных иско-

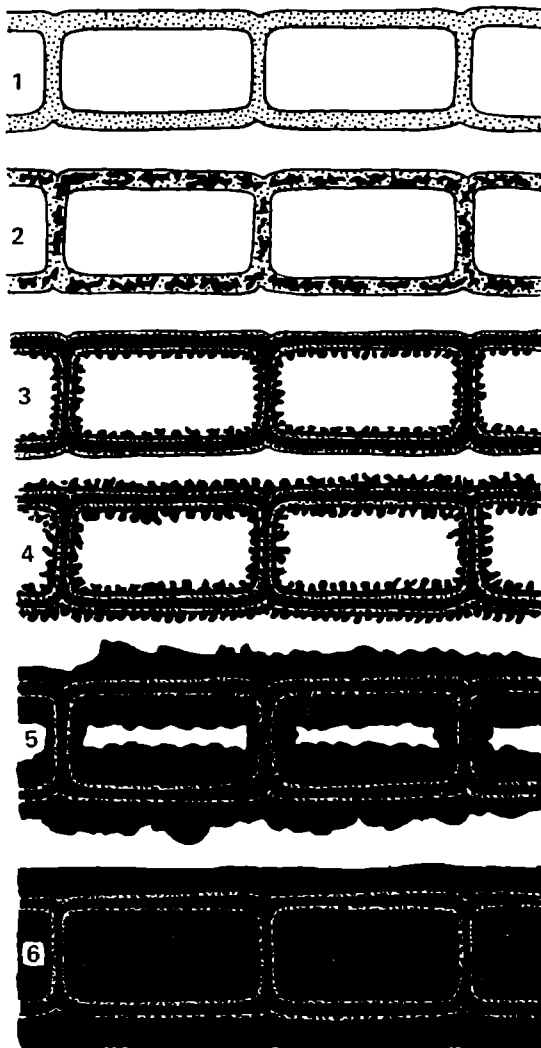


Схема последовательного окремнения цианобактериальных нитей: 1 — исходное состояние; 2 — в клеточных стенках и межклеточных перегородках отлагаются островки кремнезема [выделены черным]; 3 — кремнезем полностью замещает клеточные оболочки; 4—5 — новые порции кремнезема откладываются внутри и снаружи нитей; 6 — образуется кремнистая порода с «замурованными» в ней остатками нитей.

паемых и т. д. Созданные этими микроорганизмами закономерные сочетания — биоценозы — оказались поразительно устойчивыми на протяжении всей истории Земли. Именно эти микроорганизмы создали благоприятные условия для появления более высокоорганизованных существ — многоклеточных растений и животных<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Баргхорн Э. Древнейшие органические остатки на Земле // Природа. 1972. № 5. С. 77—82.

<sup>2</sup> Крылов И. Н. Древнейшие следы жизни // Природа. 1986. № 9. С. 68—76.



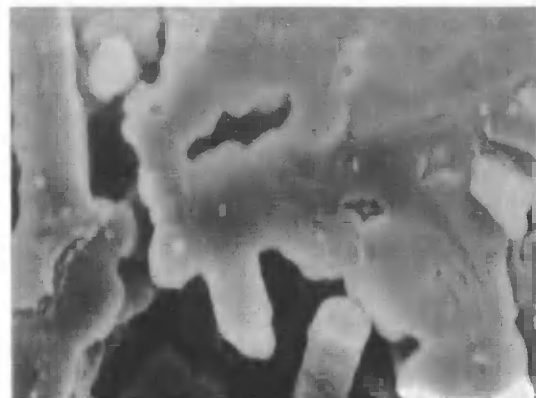
А



Б



В



Г

Микрофотографии разных стадий окремнения нитей синезеленой водоросли *Mastigocladus*: А — глобулы кремнезема образуют островки, которые сливаются и полностью замещают оболочки клеток (увел. в 4,5 тыс. раз); Б — внутриклеточные полости заполняются глобулами опала (увел. в 13 тыс. раз); В — глобулы опала продолжают заполнять внутренние части клеток и нарастают на поверхностях нитей (увел. в 2,4 тыс. раз); Г — дальнейшее отложение кремнезема приводит к образованию сплошной кремнистой породы, в которую «вмурованы» кремнистые нити (увел. в 4,5 тыс. раз).

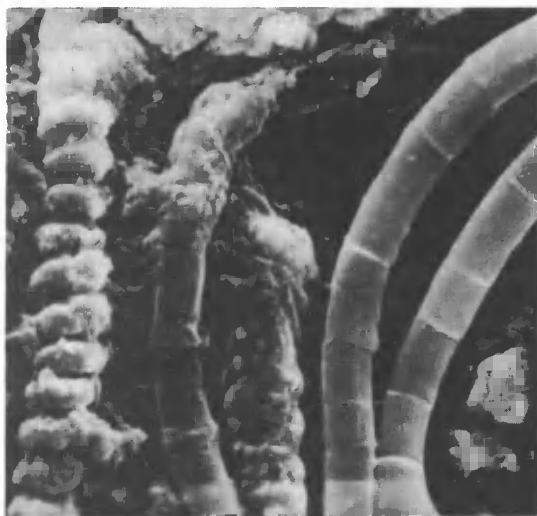
Фото Н. С. Тихомировой.

Итак, все эти остатки микроорганизмов, найденные в кремнистых породах, являются псевдоморфозами — точными копиями органической ткани, «сделанными» из кремнезема. Но каким образом происходило окремнение?

Прежде на этот вопрос давали лишь самый общий ответ: органическая ткань пропитывалась раствором кремнезема, вероятнее всего коллоидным, затем осаждался опал, который со временем превращался в халцедон, а при метаморфизме — в кварц. Американский исследователь Дж. Озлер даже смоделировал этот процесс. Нити цианобактерий (синезеленых водорослей *Lyngbya*) помещал в коллоидный раствор кремнезема, где шла коагуляция, а затем

искусственно полученные микрофоссилии выдерживал разное время в автоклаве при температуре до 165 °С и давлении до 300 атм.

В ходе этих опытов воссоздавались условия, в которых могли оказываться кремнистые микрофоссилии, попадавшие на значительные глубины и подвергавшиеся там вместе с окружающими их породами метаморфическим процессам. Микрофоссилии значительно изменялись: темнели, обугливались, а то и разрушались, когда на их месте начинали образовываться кристаллы кварца. Но, к сожалению, опыты ничего не говорили о самых первых стадиях окремнения. Ведь в реальных водоемах, где микроорганизмы замещались кремнеземом,



Слева — микрофотография искусственно кремненной цианобактериальной пленки; справа — искусственно кремненные нити синезеленой водоросли *Microcoleus* [увел. в 5,4 тыс. раз].

Фото Н. С. Тихомировой.

концентрация солей и условия (температура, давление и т. д.) могли быть совсем иными. Очень важно было проследить процессы окремнения на естественных объектах, в природной среде.

И такие объекты были найдены. Мы уже отмечали, что сообщества цианобактерий и других микроорганизмов оказались поразительно устойчивыми, сохранившимися с древнейших времен до наших дней. Правда, более высокоорганизованные конкуренты вытеснили их с широких морских просторов в неудобные экологические ниши — в пересоленные лагуны, вулканические области и т. д. Но цианобактериальные сообщества все же выжили. И одно из мест, где их можно наблюдать, — высокотемпературные термальные источники кальдеры Узон на Камчатке. Уже много лет их изучают сотрудники Института микробиологии АН СССР под руководством Г. А. Заварзина совместно со специалистами из Института вулканологии, Геологического института и других институтов Академии наук СССР.

Термальные воды, в которых живут эти микроорганизмы, различны по составу. Есть среди них и источники с высоким содержанием растворенного кремнезема. В таких водоемах отдельные участки цианобактериальных пленок оказались полностью или частично замещенными минералами кремнезема, а в кремнелых корках были обнаружены и минерализованные остатки

микроорганизмов — самые настоящие микрофоссилии, но уже не древние, а современные. Таким образом, появилась уникальная возможность провести сравнительное изучение и живых микроорганизмов, и их остатков, претерпевших те или иные постмертные изменения, и аналогичных остатков, замещенных кремнеземом.

Полученные результаты полностью изложены в ряде специальных статей<sup>3</sup>. Здесь же мы коснемся лишь центрального вопроса: каким образом происходит окремнение органического остатка? Чтобы выяснить это, мы детально исследовали кремнелые цианобактериальные пленки с помощью сканирующего электронного микроскопа.

Надо заметить, что применение электронной микроскопии в палеонтологии дало очень хорошие результаты при изучении многих ископаемых групп органического мира. Но для полностью окаменевших кремнистых микрофоссилий результаты были довольно скромными: в лучшем случае на однородной поверхности кремня удавалось рассмотреть бледные контуры ископаемого остатка.

Однако, сопоставляя участки пленок, в различной степени замещенные кремнистым минералом, нам удалось проследить разные стадии окремнения.

<sup>3</sup> См., напр.: Крылов И. Н., Тихомирова Н. С. // Палеонтол. журн. 1988. № 3. С. 3—8.

Сначала внутрь клеточных оболочек и перегоронок проникает раствор кремнезема, который осаждается там в виде мелких сферических глобул и составленных из них островков неправильной формы. На следующей стадии кремневые «островки» сливаются в сплошную скорлупку, окружающую клетку. Наружная поверхность такой скорлупки гладкая и повторяет форму клеточной оболочки, а внутренняя — покрыта сплошным слоем сферических глобул кремнистого минерала — опала. Внутри скорлупки заключены остатки органической ткани, слагавшей клеточные стенки. Все это похоже на арматуру железобетонной конструкции.

На этом, собственно, и заканчивается образование кремнистых псевдоморфоз по органическим остаткам. В дальнейшем опаловые глобулы заполняют пустоты между нитями и внутри них, и все это длится до тех пор, пока не образуется сплошная кремневая порода.

Любопытно, что на ранних стадиях окремнения микроорганизмов кремнезем отлагается не на поверхности клеток и не в промежутках между ними, а почему-то проникает внутрь клеточных оболочек. Связано ли это с поверхностным натяжением, которое «загоняет» раствор внутрь плотных оболочек по тончайшим капиллярам, или же мы имеем здесь дело с электрокинетическими явлениями, характерными для коллоидных растворов? А может быть, вся водородослепая масса пропитывается раствором кремнезема достаточно равномерно, но коагуляция начинается именно в стенках, т. е. в тех участках, где идет разложение органического вещества и создаются особые микроусловия — локально меняется химический состав, pH и т. д.?

Так или иначе, но кремнезем замещает в первую очередь именно плотные клеточные оболочки и перегородки. И еще одна особенность окремневших микроорганизмов: все они несут следы посмертных преобразований. Даже если оболочки клеток сохраняются хорошо, внутри клеток отчетливо видны комки и сгустки «сжавшейся» протоплазмы.

Объяснение всему этому, по видимому, самое простое. Пока клетки живы, их оболочки и облегающие их слизистые чехлы препятствуют попаданию растворов внутрь клеточных тканей. Такое проникновение становится возможным только после гибели клетки и разрушения ее защитных приспособлений.

Чтобы проверить свою гипотезу, мы смоделировали процесс окремнения в ла-

боратории. Для этого мы взяли обрывки цианобактериальных пленок, основу которых составляли синезеленые водоросли *Microcoleus*, *Lyngbya*, *Spirulina*, *Phormidium*, и поместили их в коллоидный раствор кремнезема различной концентрации. Опуская детали, можно сказать, что лучше всего процесс окремнения протекает при температуре 20—25 °C в среде, содержащей около 0,9 г/л  $\text{SiO}_2$ . На девятый день опыта были получены полностью окремневшие нити. И опять мы убедились, что кремнезем заместил в первую очередь оболочки и перегородки нитей, лишенных слизистого чехла и находящихся на разных стадиях посмертного разложения.

Дальнейшая сохранность окремневших клеток зависит от условий, в которых порода оказывалась в последующие миллионы лет геологической истории. Сначала происходило постепенное «обезвоживание»: водная окись кремния — опал — переходила в тонкокристаллическую безводную двуокись кремния — халцедон, а при дальнейшей раскристаллизации — в скопления кристаллов кварца. Решающими факторами, определившими скорость преобразований, были давление и температура. Так, на примере остатков растений из отложений альбского яруса Украины мы убедились, что в условиях платформ (при низких давлениях и температуре) может не хватить и 100 млн лет, чтобы опал превратился в халцедон. Вместе с тем все более древние — докембрийские — кремнистые микрофоссилии (возраст 600 млн лет и более) сложены из халцедона.

Эксперименты показали, что при увеличении температуры и давления скорость преобразования окремневших клеток резко возрастает. По данным Дж. Озлера, при давлении 3 тыс. бар и температуре 150 °C достаточно 250 ч, чтобы 82 % опала превратилось в халцедон, а при том же давлении и температуре 300 °C — всего 25 ч.

На этом можно, наверное, закончить наш краткий рассказ об окремневших микроорганизмах, но приведем еще несколько фактов. В протерозойских отложениях (570—2500 млн лет) известно более 100 местонахождений с остатками окремневших микроорганизмов хорошей сохранности. В более древних отложениях разными исследователями было отмечено около 20 таких точек. Но после тщательной проверки несомненными оказались всего 2 из них — в Южной Африке (возраст около 3 млрд лет) и западной Австралии (возраст около 3,5 млрд лет). Это самые древние достоверные остатки живых существ на нашей планете.

# СЛЕДЫ НЕВИДАННЫХ ЗВЕРЕЙ

В. В. Ярмолюк,

доктор геолого-минералогических наук  
Институт геологии рудных месторождений,  
петрографии, минералогии и геохимии АН СССР

Москва



Береговая коса со следами. На переднем плане видно, что в пределах лежки отсутствует крупный гравий, который сосредоточен на фронтальном валу. Сзади человека находится вторая лежка и на заднем плане [черный выступ на пляже] — третья.

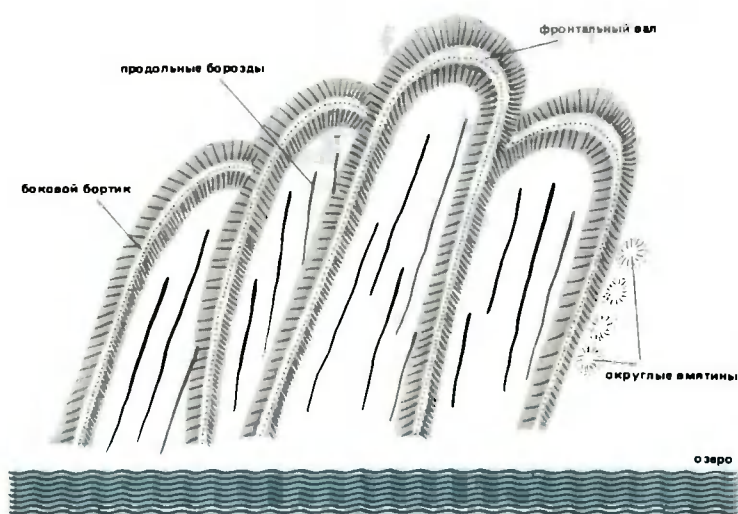
**В** ИЮЛЕ 1985 г. мне с сотрудниками пришлось впервые побывать у оз. Хиргис-Нур, одного из самых крупных (70×30 км) в котловине Больших Озер на западе Монголии. Озеро находится на севере Хан-Хухей, оно соединяется с небольшим озером Айраг-Нур, в которое впадают реки Дзапхан и Хунгуй, стекающие с вершин Хангайского нагорья. Речная вода разбавляет воды озера, делает их слабосолеными, вполне пригодными для жизни рыб. Здесь в большом количестве водятся крупные, весом до нескольких килограммов османы, основная пища которых — собственная молодь и водоросли.

Воды озера, однако, не годятся для питья, бедны травами окружающие его пространства. Вследствие этого возле озера живет всего несколько десятков аратов (скотоводов), а окружающая местность пустынна и дика.

Стояла жаркая середина лета. Мы были в дороге третий день, и третий день подряд нас безжалостно жгло солнце, а тонкая дорожная пыль, казалось, забила все поры. Глаза устали от однообразия безрадостной местности и слипались в тяжелой жаркой дреме, которая в дороге нередко накатывается в середине дня. Из состояния полусна меня вывела удивительная картина, показавшаяся вначале мифом. С вершины небольшого

холма открылась равнина, на ее дальнем краю мерцала голубая чаша озера. Вблизи оно напоминало море — бескрайнее, сливающееся у горизонта с синим небом, и поражало сапфировой идеальной гладью.

В пустыне невозможно проехать мимо воды, тем более, когда ее так много. Хотелось поплавать, послушать шелест волн, набегающих на берег, полюбоваться заходом солнца в воды озера и подышать воздухом, пахнущим морем. Решив, что ночевать будем у озера, мы долго ехали вдоль берега по бедлендам предгорий хребта Хан-Хухей, пока не достигли основания длинной косы, узким лезвием вонзавшейся в гладь



Схематическое изображение группы следов (лежки) на берегу оз. Хиргис-Нур.

озера. По косе машина удалась от берега примерно на 7 км, и здесь на западной стороне косы на небольшой терраске, возвышающейся над водой метра на три, мы разбили лагерь.

Берег в этой части косы полого поднимается от воды в виде террас. Отдельные уступы связаны с выходами галечников плиоценового возраста, другие же, несомненно, возникли в результате различных по силе волнений на озере и образовали небольшие намывные валы. За ними полосой лежали высохшие водоросли и кости рыб. Пляжная часть косы, как и намывные террасы, из вязкого грубозернистого песка и рассыпанной по нему мелкой плохо окатанной гальки постепенно переходит в дно озера. По-видимому, пляж регулярно заливается водой, уничтожающей любые следы, оставленные на песке.

Бродя по берегу, я наткнулся на странные подковообразные валы высотой до 0,5—0,7 м и шириной 0,8—1,5 м. На участке, вытянутом вдоль кромки воды метров на 80, они располагались на пляже и по краю надпляжной терраски. Каждый вал ограничивал углубленный плоский высокотенный след, окаймленный с боков бортиками, которые смыкались с фронтальным валом. Следы, в поперечнике от 1 до 2 м, брали

начало от озера. Казалось, будто кто-то гигантским утюгом провел по песку из озера до терраски и остановил его здесь, не в силах ее протаранить. Крупного гравия, равномерно рассыпанного по всему пляжу, в самих следах не было, зато он был скучен в подковообразных валах. В них оказались и валуны килограммов по 25. На внутренней части следов были видны узкие продольные борозды с небольшими камешками на конце. Было достаточно очевидно, что именно их волочением по песку образованы такие борозды. По бокам крайних следов с внешней стороны окаймляющего бортика цепочкой тянулись округлые вмятины диаметром до полуметра.

Следы располагались группами, по 4—6 в каждой, тесно соприкасались и перекрывали друг друга, отвечая некоторой последовательности событий, приведших к их образованию, а также стремлению создать тесное сообщество. Группы (на участке пляжа их было четыре) различались сохранностью, а значит, и временем образования. Одни уже были замыты волнами, поэтому окаймляющие их валы оплыли. Другие выглядели свежими даже в полосе прибоя — краевые бортики следов и валы были достаточно острыми.

Я еще прошелся по берегу, но больше ничего похожего не обнаружил. Попытки осмыслить и объяснить обнаруженные следы привели к наиболее вероятному, как мне показалось, выводу: здесь выползали и устраивали лежки какие-то крупные и тяжелые животные. Техногенное происхождение следов исключалось. На озере нет ни одной лодки, вытаскивая которую из воды можно было бы получить что-то похожее по форме. Подобный след мог бы оставить бульдозер с небольшим ножом. Но откуда бы взялся бульдозер в этой пустынной местности за сотни километров от ближайших более или менее крупных населенных пунктов? Как бы он мог попасть в эти места, не оставив следов? Песок на косе рыхлый и вязкий, на нем хорошо сохранились даже наши следы, что уж говорить о следах бульдозера, окажись он там. Исключались как причина и природные явления, такие, например, как локальные воздействия воды или ветра. Перенесенный объем песка и гравия на фронтальный подковообразный вал каждого следа по очень грубой оценке достигал  $1 \text{ м}^3$ , а удаленность следов от уреза воды не превышала 10—15 м. Мы не знаем природных явлений такой силы, которые бы действовали на столь ограниченном пространстве. Более того, повторяемость столь уникальных событий в течение какого-то времени на узком участке пляжа также не имеет правдоподобного научного объяснения. Природные катаклизмы такой силы не известны и местным аратам. Но среди арапов бытуют легенды, что в озере живут какие-то крупные существа (по мнению арапов — киты), которых вблизи тем не менее никто не видел.

Свою находку и возникшие соображения я вынес на суд моих спутников. Они также были поражены размерами обнаруженных следов, и мы единодушно пришли к выводу, что в озере обитают какие-то крупные животные. Определенным подтверждением этому был мощный рев (напоминающий пароходный гудок), раздавшийся около двух часов ночи со стороны озера. Он повторился дважды и каждый раз длился 3—5 с.

Сила рева была такова, что наш водитель Э. Я. Эйзикович, спавший как обычно богатырским сном, проснулся и долго пытался выяснить, что случилось. С нашей стоянки, возвышавшейся над озером, удалось оценить направление, по которому звук доносился от источника, и примерное пересечение его с водной поверхностью. Выходило, что источник был метрах в 150 от берега напротив обнаруженных следов. В слабом свете затуманенной луны на озере мы ничего не разглядели.

Вернувшись из экспедиции, я поведал о находках коллегам по Советско-Монгольской геологической экспедиции. Люди в ней опытные, много повидавшие, и мне думалось, что кто-нибудь из них встречал нечто похожее. Мои ожидания не оправдались. Отношение к рассказу было скептическое — никто всерьез его не воспринимал. Коллеги шутили, что мы нашли Монгол-Несси, и предлагали назвать их Нюрами, по созвучию с монгольским «нур» — озеро. Что же, название мне было по душе.

Прошло два года. В августе 1987 г. несколько отрядов экспедиции, в том числе и мой, проводили работы в районе хребта Хан-Хухей. Я предложил коллегам — заместителю начальника экспедиции В. И. Коваленко, начальникам отрядов

Г. М. Царевой, Р. Х. Бахтееву, Д. Болду и другим сотрудникам остановиться лагерем на том же месте, где стоял наш отряд в 1985 г. Хотелось, во-первых, убедиться, что следы Нюр — не случайное явление, и, во-вторых, показать их как можно большему количеству людей, чтобы мои наблюдения стали достовернее. Экскурсия вдоль берега не оставила безучастным ни одного из моих коллег. Я заранее высказал свою точку зрения на природу следов, которые мы осматривали. Мои спутники вначале строили контргипотезы, но по мере того, как мы проходили от одной лежки к другой, все более склонялись к тому, что иное объяснение этим следам найти трудно. Окончательно меня в этом убедило то, что после экскурсии никто не отплывал далеко от берега.

При совместном обследовании берега выявилась большая группа лежек того же характера и размеров, что и виденные нами в 1985 г. Дополнительно удалось установить, что лежки группируются на оконечности косы, удаленной от берега озера, где живут люди и ходят машины, более чем на 7 км. Кроме того, обнаружились следы выползания более мелких животных. Эти следы в поперечнике не превышали полуметра, а высота ограничивающих их бортиков — нескольких сантиметров. Любо-

пытно, что лежки крупных животных сосредоточены на западном пологом берегу косы, а мелких — на более крутом защищенном от доминирующих ветров восточном. Наше желание связать подобную группировку следов с раздельным размещением взрослых особей и молодежи неизвестного пока животного — вполне естественно. Однако такие вопросы, несомненно, могут решить только специалисты.

Мы попытались определить частоту выползания животных на берег. Следы оставлены на полосе пляжа, которая размывается во время сильных волнений, связанных с периодически возникающими здесь ураганами. По опыту работы в этих местах можно судить, что такие ураганы обязательно случаются хотя бы раз в месяц. Следовательно, следы, которые мы обнаружили, могли оставить животные, выползавшие на берег в течение последнего, от силы двух последних месяцев.

Напомню, что котловина Больших Озер — это крупная бессточная котловина в центре Азии. Она не имеет связей с водными бассейнами, обрамляющими Азиатский континент. Поэтому феномен, с которым мы столкнулись, вероятно, связан с существованием каких-то реликтовых животных, сохранившихся в Центральной Азии с древних геологических эпох.

## ЕЩЕ ОДНА НЕССИ?

Д. А. Тимофеев,  
доктор географических наук  
Институт географии АН СССР  
Москва

**О** ПИСЫВАЕМЫЕ в заметке явления — оригинальные формы рельефа на пляже одного из крупных озер Монголии — несомненно, представляют интерес. Конечно, объяснение, предлагаемое автором, настораживает своей необычностью: еще одно озерное чудовище, еще одна, теперь монгольская, Несси? Однако автор заметки достаточно известный и серьезный геолог, специалист по тектонике и древнему вулканиз-

му Центральной Азии. Несмотря на всю фантастичность, гипотеза В. В. Ярмолюка имеет право на жизнь. Собственные исследования и данные литературы подсказывают мне еще одну гипотезу происхождения описываемых форм рельефа. Морфологически сходные образования формируются льдинами, выползающими (точнее, выпираемыми) на песчано-галечные бечевники сибирских рек во время ледоходов. Аналогичные формы опи-

сывались и канадскими исследователями на берегах арктических озер и морей и также связывались с работой льдин, которые выдавливались на отмель берега. Оз. Хиргис-Нур, как и другие озера Монголии с ее резко континентальным климатом, зимой покрывается льдом, а весной возможны ветровые нагоны льдин на берега. Но все это, конечно, требует подтверждения и не менее гипотетично, чем объяснение В. В. Ярмолюка.

**Б.И. Цуканов****ВРЕМЯ****В ПСИХИКЕ  
ЧЕЛОВЕКА**

Борис Иосифович Цуканов, кандидат психологических наук, доцент кафедры психологии Одесского государственного университета им. И. И. Мечникова. Занимается психологией восприятия времени.

**В** СЯ ПСИХИЧЕСКАЯ деятельность человека разворачивается во времени. Время — своеобразная ось нашей памяти, фиксирующей порядок пережитого прошлого, ось, по которой наши мысли и воображение устремляются в будущее. Но есть на этой оси самый существенный отрезок, воспринимаемый как «теперь», «сейчас», «в данный момент», т. е. наше настоящее, не выходя из которого мы вспоминаем прошлое и фантазируем о будущем. В нем протекает вся наша сознательная психическая жизнь. Каждый человек является носителем своего собственного настоящего. О психологической природе и пределах настоящего как временной единицы, связанной с многими другими свойствами психики человека, и пойдет речь в этой статье.

### ТРИ ВРЕМЕННЫЕ ЗОНЫ В ПСИХИКЕ ЧЕЛОВЕКА

На рубеже XIX—XX вв., как отмечает П. Фресс, в психологии было сделано важное открытие<sup>1</sup>. Несколько исследователей независимо друг от друга экспериментально

выделили три зоны переживаемого времени, ставшие впоследствии классическими:

короткие интервалы (до 0,5 с),  
нейтральные интервалы (0,5—1 с),  
длинные интервалы (больше 1 с).

Эти зоны были выделены по характеру ошибки  $\Delta = t_0 - t_c$  между задаваемым  $t_0$  и воспроизводимым  $t_c$  промежутками.

Если человеку предложить запомнить промежуток времени из зоны коротких интервалов, то он при воспроизведении удлинит его. В таком случае говорят, что длительность переоценена. Промежуток из зоны длинных интервалов при воспроизведении сокращается, т. е. длительность недооценивается. Нетрудно догадаться, что в зоне нейтральных интервалов находятся такие длительности, для которых нет ни переоценки, ни недооценки. Они повторяются с очень высокой точностью.

При восприятии разных длительностей из трех зон человек по-разному субъективно переживает время. Так, в тестах с короткими интервалами воспринимаются только границы длительности, ее начало и конец. Сама же длительность переживается как нерасчлененное мгновение. При нейтральных интервалах начало, конец и сама длительность переживаются как некоторое удобное психологическое единство. Восприятие длинных интервалов требует значительного волевого напря-

<sup>1</sup> Фресс П., Пиаже Ж. Экспериментальная психология. Вып. VI. М., 1978. С. 88—130.

жения для объединения начала и конца длительности в целостный образ. Чем длиннее промежуток, тем большее усилие требуется от человека. Но, как показали эксперименты Д. Г. Элькина, волевое напряжение не беспредельно<sup>2</sup>. Предел длительности психологического настоящего составляет у разных людей от 3 до 5 с.

При помощи метода воспроизведения длительности были обследованы большие независимые выборки людей. Анализ особенностей воспроизведения длинных интервалов показал, что в акте восприятия время распадается на некоторое, всегда целое число дробных единиц<sup>3</sup>. Отдельная единица времени получила название «действительное настоящее» (т).

Психологический смысл величины т заключается в том, что она, во-первых, является предельной при переходе из зоны нейтральных в зону длинных интервалов, т. е. составляет максимальную длительность, переживаемую как целостный момент. Во-вторых, она выполняет функцию своеобразного шага, которым человек измеряет ход переживаемого времени. Иначе говоря, у каждого человека на хронометрическую единицу объективного времени приходится своя собственная единица — индивидуальный «т-тип». На нескольких статистически больших выборках было установлено, что существует сплошной спектр т-типов:  $0,7 \leq t \leq 1,1$  с.

### ТРИ ЗОНЫ В ДВИЖЕНИЯХ ЧЕЛОВЕКА

Особенности восприятия времени в трех зонах обнаруживаются во временной организации движений человека. Рассмотрим зону коротких интервалов. Она охватывает различные реакции, длительность которых воспринимается как нерасчлененное мгновение. На эту особенность переживаний, возникающих при оценке времени реакции, обращал внимание С. Г. Геллерштейн<sup>4</sup>. У нас даже имеется специальная глагольная форма для обозначения нерасчлененных мгновений, форма «мгновенно-происшедшего» действия («бац», «шлеп», «плюх», «прыг», «шмыг» и др.), которая обозначает то, что «только что было»<sup>5</sup>. Постоянно находясь в этой зоне человеку не очень удобно.

В пределах зоны нейтральных интерва-

лов найден промежуток 0,6 с, который воспринимается наиболее точно (т. е. в тесте воспроизводится почти безошибочно). На нем строится наиболее удобная длительность шага при ходьбе или произнесения одного слова в речи, паузы между двумя ударами пульса. Такой промежуток удобен, как выяснилось, при зрительном контроле приборов. По-видимому, эта длительность вообще комфортна для некоторых движений, выполняемых человеком, причем выполняемых автоматически и не требующих большого напряжения.

Совсем иначе обстоит дело с организацией движений в зоне длинных интервалов. Для гарантии успеха необходимо напряжение воли, чтобы удержать начало и конец в пределах одного акта, одного действия. Такое удержание происходит в пределах одного «действительного настоящего». Существовая как индивидуальный шаг, оно позволяет связать начало акта, уже ставшее прошлым, с концом, который пока еще в будущем. Если в задаче один элемент и к нему требуется применить одно действие (например: мысленно вращать геометрическую фигуру или букву), то оно может быть выполнено в пределах одного «действительного настоящего» т. Но если задача сложнее и число элементов больше одного, то время, затрачиваемое на ее решение, будет равно нескольким т, т. е. 2т, 3т, 4т... Так, для выполнения поискового действия (по таблице Ф. Д. Горбова)<sup>6</sup> человеку в среднем нужно затратить 2т. Если же нужно переместить объект в пространстве с числом фиксации, равным 4, то на это действие нужно потратить время от 4т до 16т.

Нетрудно заметить, что «действительное настоящее» является своеобразным временным квантом при построении движений в зоне длинных интервалов. Раскладка времени движения на ряд квантов вполне объяснима. В решении сложной задачи важно сделать первый шаг. Достигнув определенного результата в первом «действительном настоящем», можно перешагнуть в другое «действительное настоящее», ведя новый отсчет времени от конца предыдущего акта, как от собственного начала. Каждый акт в такой последовательности независим от предыдущего, но включает в себя его конец как промежуточный результат, позволяющий внести коррективы (обратная связь) и исправить ошибки. В этом проявляется большая разумность присвоения будущего — цели в

<sup>2</sup> Элькин Д. Г. Восприятие времени. М., 1962.

<sup>3</sup> Цуканов Б. И. // Вопр. психологии. 1985. № 3. С. 149—153.

<sup>4</sup> Геллерштейн С. Г. «Чувство времени» и скорость двигательных реакций. М., 1958.

<sup>5</sup> Виноградов В. В. Русский язык. М.; Л., 1947. С. 539—580.

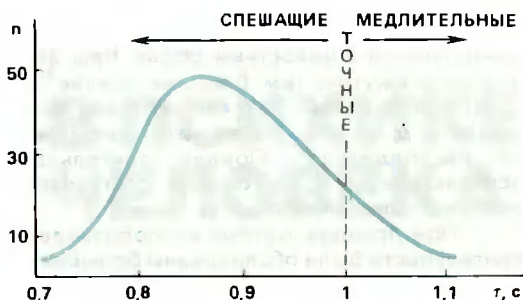
<sup>6</sup> Атлас для экспериментального исследования отклонений в психической деятельности человека. Киев, 1980. С. 121—122.

виде материализующегося результата. Как показали исследования временной структуры движений<sup>7</sup>, самой оптимальной оказывается длительность в 4т. Но ведь это не что иное, как индивидуальный предел психологического настоящего. В этом легко убедиться. Подставляя, например, крайние значения из сплошного спектра  $t$ -типов, нетрудно получить пределы психологического настоящего от 2,8 до 4,4, что согласуется с данными Элькина, приведенными выше.

Соответствие временных параметров движений трем временным зонам показывает, что у человека единая временная организация психических и двигательных актов. Деление на три зоны не случайно. Зона мгновенно-прошедшего времени — это граница перехода от настоящего к прошлому. В будущее же можно сделать шаг только из настоящего. Как видно, «действительное настоящее» выполняет связующую функцию между прошлым и будущим, так как находится между границей коротких и границей длинных интервалов. Такая постоянная связка на оси времени, имеющаяся у каждого человека, порождает собственный субъективный ход переживаемого времени и определяет индивидуальное отношение каждого из нас к переживаемому времени.

### ИНДИВИДУАЛЬНАЯ ЕДИНИЦА ВРЕМЕНИ И ТИП ТЕМПЕРАМЕНТА

Набирая сплошной спектр  $t$ -типов одного возраста, можно получить их асимметричное распределение. Около 90 % людей по  $t$ -типу будет находиться в пределах  $0,7 \leq t \leq 1$  с. Это так называемые «спешащие» индивиды, те, кто в тесте на воспроизведение объективных промежутков времени субъективно укорачивают их. Примерно 8 % будет «медлительных», субъективно удлиняющих объективные промежутки ( $t > 1$  с), а около 2 % можно назвать «точными» ( $t = 1$  с). Разделение сплошного спектра  $t$ -типов на три неравноценные группы говорит о том, что большинство людей «спешит» в буквальном смысле этого слова потому, что их  $t < 1$  с. Это для них существуют три зоны восприятия длительности. А для «точных» и «медлительных» людей трех зон времени нет. Теперь можно сказать, что три классических временных зоны были установлены только потому, что большинство людей относится к группе «спешащих» индивидов.



$t$ -типы в человеческой популяции [по результатам обследования 1036 человек методом воспроизведения длительности].

Естественно возникает вопрос, к каким типам темпераментов относятся «спешащие», «точные» и «медлительные» индивиды? Ведь темперамент, как известно, представляет собой совокупность таких психо-динамических свойств, которые в течение жизни не меняются. Кроме того, теперь можно предположить, что эти свойства зависят от  $t$ -типа. Применение различных опросников (например, Г. Айзенка)<sup>8</sup> на сплошном спектре  $t$ -типов показало, что «спешащие», «точные» и «медлительные» индивиды принадлежат к различным типологическим группам. Из сопоставления графиков распределения таких показателей темперамента людей, как экстраверсия-интраверсия (E—I) и стабильность-нейротизм (S—N), следует, что в сплошном спектре  $t$ -типов есть три критических точки:  $t_1 = 0,8$  с,  $t_2 = 0,9$  с,  $t_3 = 1$  с, в которых показатели E—I и S—N терпят разрыв и меняют направление. Обнаруженные критические точки имеют определенный психологический смысл: они делят сплошной спектр  $t$ -типов на четыре типологические группы, в пределах которых показатели изменяются непрерывно и сохраняют соответствующую тенденцию. А при переходе критических точек эта тенденция меняется. Деление сплошного спектра  $t$ -типов на четыре группы симметрично. Эта интересная симметрия наблюдается, например, относительно линии, проходящей через критическую точку  $t_2 = 0,9$  с. Попробуем сопоставить ее с 4 классическими темпераментами. Если принять  $t_2$  за условный ноль, то слева от этой точки, в диапазоне  $0,8 \leq t < 0,9$  с, окажутся индивиды сангвиноидной группы, а справа, в диапазоне

<sup>7</sup> Гордеев Н. Д., Зинченко В. П. Функциональная структура действия. М., 1982.

<sup>8</sup> Атлас для экспериментального исследования... С. 29—30.

0,9 с  $\leq t \leq 1$  с, — индивиды меланхолидной группы. Аналогично диапазон 0,7 с  $\leq t < 0,8$  с займет холероидная группа, а диапазон 1 с  $\leq t \leq 1,1$  с — флегматоидная группа.

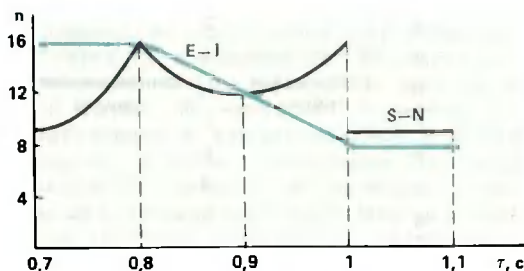
В крайней, холероидной группе находятся наиболее «спешащие» т-типы. Среди них самым «спешащим» будет индивид с  $t = 0,7$  с. Он живет в сильно спрессованном времени, ощущает острый его дефицит в жизни, устремлен в будущее. Время ему кажется летящим и за ним нужно успевать. Любая задержка вызывает агрессию. Даже само время воспринимается как препятствие на пути в будущее. Легко узнать в нем признаки «безудержного» типа, по И. П. Павлову, или чистого холерика, по Гиппократу.

В сангвиноидной группе также находятся «спешащие» индивиды. Наиболее ярким представителем этой группы будет индивид с  $t = 0,8$  с. Для него время бежит, поэтому времени всегда мало. Он испытывает субъективный цейтнот из-за того, что не все успевает, постоянно куда-то опаздывает. Будущее для него прекрасно, и его хочется поскорее увидеть. Но чем больше он спешит, тем меньше успевает. В нем нетрудно узнать «живой» тип, по Павлову, или сангвиника, по Гиппократу.

В меланхолидной группе, по мере продвижения вправо, ее представители все меньше будут испытывать субъективное переживание движущегося времени и ощущение его дефицита (при условии, что никто не мешает). И, наконец, у индивида с  $t = 1$  с время, образно говоря, стоит! Это уникальное явление субъективной неподвижности времени возникает, видимо, потому, что собственное значение  $t$  синхронизировано с объективной единицей измерения времени. Люди такого типа малоподвижны и заторможены во времени. Если их избавить от внешних изменений (что реально, конечно, невозможно), то ход времени для них перестанет существовать. У них стойкий интерес к прошлому, а будущее всегда тревожит, ведь что-то должно случиться, что-то может произойти. Павлов назвал таких людей представителями «тормозного» типа, а Гиппократ — чистыми меланхоликами.

Для представителей флегматоидной группы время движется. Но так как у них  $t > 1$  с, то идет оно медленно и равномерно.

От этой медлительности и размеренности хода времени они получают удовольствие. В жизни времени всегда хватает, имеется даже его избыток. В будущее спешить незачем, оно «само придет», а вот прошлое привлекает своей прочностью, надежностью, выверенностью. Нетрудно увидеть в этом типе «спокойного» труженика, по Павлову,

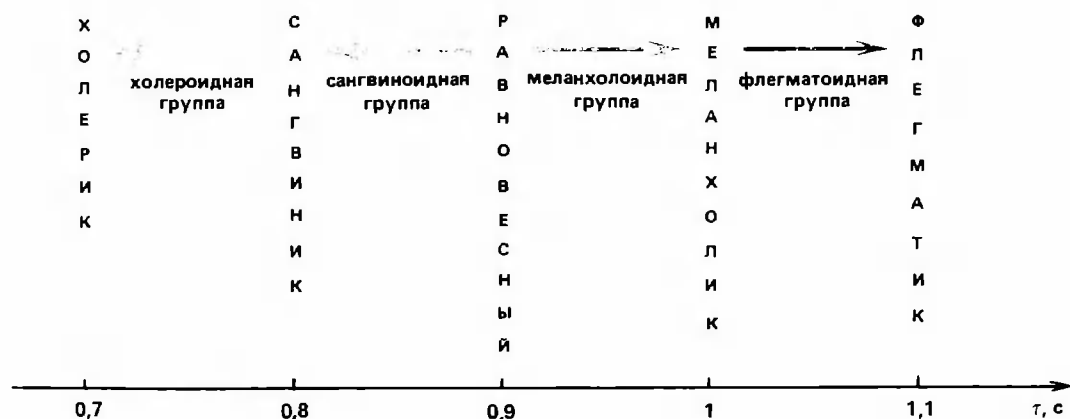


Распределение показателей темперамента экстраверсии — интроверсии E-I [цветная линия] и стабильности — нейротизма S-N в спектре т-типов [по результатам обследования 347 человек]. Экстраверсии психологи называют тяготение психической жизни к внешнему миру, интроверсии — поглощенность внутренним. Стабильность психики противопоставляется импульсивности, нейротизму.

или чистого флегматика, по Гиппократу. Можно, кстати, восхищаться удивительной точностью языка Павлова — его названия чистых представителей четырех классических типов полностью согласуются с их отношением к переживаемому времени. Недаром Павлов считал время условного рефлекса фундаментальным параметром темперамента.

Описанное отношение четырех классических типов темперамента к времени, определяемое значениями их т-типов, позволяет объяснить субъективную относительность течения времени, которая известна человечеству очень давно. Пожалуй, В. Шекспир наиболее точно выразил эту относительность: «С одним время идет шагом, с другим бежит, с третьим скачет, а с четвертым стоит, не двигаясь с места». Нетрудно увидеть, что время идет шагом у флегматика, бежит у сангвиника, летит или скачет у холерика, а у меланхолика стоит.

Из рассмотренных отношений к времени представителей разных групп, можно вывести, что субъективная относительность хода времени зависит от величины т-типа. Одно из объяснений этого явления может быть следующим. В психологии восприятия времени установлено, что количество пережитого времени определяется не самой длительностью, а числом изменений, которые происходят за данное время. Если события часты, то кажется, что времени прошло много, а если редки, то мало. Этот фундаментальный факт был получен в самых различных опытах. Вот один из них. Человек в течение 5 с слушает удары метронома с частотой 2 удара в секунду, а потом в течение 5 с удары с частотой



Чистые и переходные типы темпераментов в человеческой популяции.

5 ударов в секунду. На вопрос, в каком из опытов прошло больше времени, он, не задумываясь, отвечает: «во втором». Иллюзия большего времени во втором опыте объясняется большим числом изменений. Аналогично сравнивают ход пережитого времени у людей с различными  $t$ -типами. Для контраста можно взять крайних представителей с  $t=0,7$  с и  $t=1,1$  с. Напомним, что «действительное настоящее», являясь целостным моментом, переживается как единичное изменение. Тогда, например, за 10 с у первого произойдет 14 изменений, а у второго — 9. По числу моментов «действительного настоящего» для первого субъекта пройдет в 1,5 раза больше времени, чем для второго. «Большее количество времени», пережитое «спешащим» субъектом, можно объяснить только большей «скоростью» хода, или, точнее говоря, размерностью его  $t$ -типа.

В четырех типологических группах имеются чистые типы, которым можно придать определенный психологический смысл. Каждый из четырех классических чистых типов является крайним в своей группе. Из них два (сангвиник и меланхолик) представляют собой своеобразную границу, на которой заканчивается группа и начинается следующая. Исходя из этого, можно говорить о четырех типологических группах и пяти чистых типах темперамента. Пятый, дополнительный, чистый тип можно назвать «равновесным». Он разделяет сангвиноидную и меланхолидную группу, через него проходит ось симметрии. Самая интересная особенность этого типа должна состоять в том, что его представитель не ориентирован ни в будущее, как индивиды

сангвиноидной и холероидной групп, ни в прошлое, как индивиды меланхолидной и флегматоидной. Он живет настоящим, а время для него идет, но не очень быстро, и в жизни его почти хватает. «Равновесный» тип как бы находится на условном нуле, сочетая в себе признаки сангвиноидной и меланхолидной групп.

К выделению пятого чистого по темпераменту типа вплотную подошел в свое время Павлов. На одной из своих знаменитых «сред» он воскликнул: «Тогда действительно нужно сказать: или есть пять типов, или есть какие-то странные промежуточные типы, вариации типов. Но куда же его поместить в системе нашей классификации?»<sup>9</sup> Что же помешало великому физиологу, который в течение 20 лет создавал фундаментальное учение о центральных процессах в мозге, объясняющих природу темперамента? По-видимому, то, что он по неизвестным причинам поменял традиционный порядок групп. Такой порядок, судя по дошедшим источникам, впервые увидел Гиппократ. Он считал, что холерики и флегматики — противоположные типы, за холериками расположил сангвиников, а перед флегматиками — меланхоликов. Павлов оставил на одном краю холерика, а на другой поместил меланхолика. Флегматики и сангвиники оказались между ними. Такая перестановка (а она оказалась искусственной) повлияла на дальнейшую работу. В опытах с животными сотрудники Павлова обнаружили тип, близкий к «рав-

<sup>9</sup> Павловские «среды». Протоколы и стенограммы физиологических бесед. М., 1949. II. С. 440—441.

новесному». Он был описан как «сильный тип с пассивно-оборонительным рефлексом», в котором сочетались признаки сангвиника и меланхолика. Множество раз великий физиолог на своих «средах» пересматривал вопрос: к какому же типу отнести этих животных, к «живому» (сангвинику) или «тормозному» (меланхолику), но так и не решился выделить его как самостоятельный.

### С КАКИМ Т-ТИПОМ МОЖНО РОДИТЬСЯ?

Индивидуальная единица времени является жесткой психологической константой, которая в течение жизни человека не меняется. Своим происхождением она обязана механизму «биологических часов». В основе индивидуального т-типа лежит реакция на время, в которой участвует весь человеческий мозг. Выше было показано, что т-тип не только определяет принадлежность человека к той или иной группе, но и фиксирует его место в ней.

Первая раскладка людей на типологические группы, сделанная еще Гиппократом, была объектом наблюдений от глубокой античности до наших дней. За прошедшие века был установлен замечательный факт: количество групп не изменилось. Какой же механизм обеспечивает устойчивое воспроизводство четырех групп в человеческой популяции? По какому закону из поколения в поколение человеческое сохраняет себя в пределах этих групп? Для ответа можно попытаться сравнить т-типы родителей и их детей. Если определять т-типы родителей и детей и помещать их в спектре т-типов, можно обнаружить три комбинации вариантов воспроизводства потомков (табл. 1).

Статистические данные выборочного обследования более чем 50 семей пока-

зывают, что родители, относящиеся к холероидной и сангвиноидной группам (комбинация I), воспроизводят потомков в направлении меланхолидной и флегматоидной групп. И наоборот, родители, принадлежащие к меланхолидной и флегматоидной группам (комбинация II), воспроизводят потомков в направлении сангвиноидной и холероидной групп. Иными словами, если родители относятся к типологическим группам по одну сторону разделительной линии, проходящей через точку «равновесного» типа, то воспроизводство потомков идет в направлении свободных групп. Если же родители занимают противоположные относительно «равновесного» типа группы (комбинация III), то потомки воспроизводятся в зонах свободных групп, находящихся между родителями. Причем направление воспроизводства в большинстве случаев задается положением матери, т. е. идет от матери к отцу. Итак, при любой комбинации родительская пара как бы стремится заполнить «пустые» типологические группы. Природа не терпит пустоты!

В целом картина воспроизводства потомков в человеческой популяции напоминает колебания маятника. Это маятник воспроизводства, колеблющийся между предельными состояниями ( $\tau=0,7$  с и  $\tau=1,1$  с). Крайние состояния симметричны относительно положения равновесия, т. е. «равновесного» типа ( $\tau=0,9$  с). Удивительна мудрость природы в использовании самых простых, но в то же время и самых надежных законов. Ведь именно колебательный процесс способен обеспечить и устойчивость всех типологических групп, и их неизменное число в сменяющихся поколениях человеческой популяции. Теперь можно сформулировать его наиболее общий принцип: психологический тип потомства у любой родительской пары задается начальными условиями, т. е. положением роди-

**Таблица 1**  
**Направление воспроизводства потомков в зависимости от комбинации типов родителей**

| Холероидная группа  | Сангвиноидная группа | «Р»<br>( $\tau=0,9$ ) | Меланхолидная группа | Флегматоидная группа                   |
|---------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------------------------|
| Комбинация I        |                      |                       |                      |                                        |
| 0,73 <sub>(М)</sub> | 0,83 <sub>(О)</sub>  |                       | 0,92 <sub>(1)</sub>  | 0,98 <sub>(2)</sub>                    |
| 0,71 <sub>(2)</sub> | 0,81 <sub>(1)</sub>  |                       | 0,92 <sub>(0)</sub>  | 1 <sub>(М)</sub>                       |
| Комбинация II       |                      |                       |                      |                                        |
| 0,72 <sub>(0)</sub> | 0,79 <sub>(3)</sub>  |                       | 0,91 <sub>(2)</sub>  | 0,98 <sub>(1)</sub> 1,1 <sub>(М)</sub> |
| Комбинация III      |                      |                       |                      |                                        |

т-типы отца (О), матери (М) и детей в порядке рождения (1, 2, 3) приведены в секундах.

**Таблица 2**  
**Инверсия воспроизводства в многодетной семье**

| Холерондная группа  | Сангвиниондная группа | «Р»<br>( $\tau=0,9$ )                     | Меланхолиондная группа | Флегматиондная группа                                                 |
|---------------------|-----------------------|-------------------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 0,79 <sub>(2)</sub> |                       | 0,9 <sub>(0)</sub><br>0,91 <sub>(1)</sub> |                        | <sup>1</sup> <sub>(м)</sub><br>0,98 <sub>(3)</sub> 1,1 <sub>(4)</sub> |

телей (и прежде всего, матери) в спектре т-типов.

Из найденных статистических закономерностей вытекает ряд важных следствий. Во-первых, потомки одной родительской пары могут относиться к разным т-типам, которые примут направление, заданное начальными условиями. Во-вторых, у отличающихся родительских пар могут родиться потомки одного т-типа — так называемые «психодинамические близнецы». (Нам представляется удобным проиллюстрировать второе следствие ниже, где речь пойдет о том, как разные родители могут воспроизвести детей с одинаковым уровнем специальной одаренности.) В-третьих, если потомок оказывается в пределах крайней группы (холерондной или флегматиондной), то колебательный процесс меняет свое направление. Это легко проследить на многодетных семьях (четверо и более детей, табл. 2).

В-четвертых, колебания маятника воспроизводства — это дискретный, прерывистый процесс. Каждый последующий ребенок воспроизводится относительно предыдущего со сдвигом по т-типу на  $\Delta t \approx 0,1$  с, что отчетливо наблюдается на примере в табл. 2. Здесь снова напрашивается аналогия с квантовомеханическими явлениями, которая проявилась и в построении движения на основе т-типа в зоне длинных интервалов. Но «квантование воспроизводства» имеет свои особенности. Если представить сплошной спектр т-типов как набор квантовых уровней, то каждый новый потомок может занять свой уровень. Иначе говоря, уровень, занятый предыдущим потомком, запрещен для следующего, и он должен быть сдвинут хотя бы на 0,1 с, что составляет минимальное расстояние между «уровнями» для двух последовательно рожденных детей. Но этот «запрет» не имеет отношения к однойцевым (гомозиготным) близнецам. Их т-типы равны, и они находятся на одном «уровне».

Могут ли дети повторить своих родителей по т-типу? Ведь давно подмечена закономерность «яблоко от яблони недалеко

катится». Попробуем ответить и на этот вопрос, исходя из найденных закономерностей воспроизводства т-типов. В зависимости от начальных условий т-тип потомка может оказаться очень близким к т-типу одного из родителей или даже точно соответствовать ему. Обратимся к табл. 2. Первый ребенок по своему т-типу очень близок к т-типу отца, а третий — к т-типу матери. В таких случаях родитель и ребенок по своим психодинамическим свойствам практически неразличимы. Из этого делают некорректный вывод о прямом генетическом наследовании психики одного из родителей и о полном игнорировании другого. В действительности этот факт — результат не прямого наследования психики, а случайного повторения, зависящий от начальных условий и от условий «квантования». Где и кого из родителей повторяют потомки, можно, конечно, предсказать, исходя прежде всего из начальных условий. Но сама точность предсказания будет зависеть от точности определения т-типов родителей.

Если теперь учесть, что т-тип является жесткой функцией индивидуальной психики, т. е. мозга, то установленные закономерности есть не что иное, как закономерности воспроизводства индивидуального мозга, с заданными психодинамическими параметрами. Нужно отметить, что в настоящее время еще нет генетической интерпретации этих закономерностей. Мозг для генетики остается загадочным. Ученые считают, что пока нельзя даже вообразить сколько-нибудь правдоподобные генетические механизмы, обеспечивающие наследование индивидуального мозга с заданными свойствами<sup>10</sup>. А известный генетик Л. Дженна только предполагает ввести новое направление — хроногенетику<sup>11</sup>. Вполне вероятно, что описанные закономерности воспроизводства т-типов помогут разобраться в механизмах наследования психики.

<sup>10</sup> Стент С., Кэлиндер Р. Молекулярная генетика. М., 1981. С. 620.

<sup>11</sup> Jedd L. // Acta Genet. Med. et Gemolol. 1987. Vol. 36. № 1. P. 1—4.

# «ДЕЙСТВИТЕЛЬНОЕ НАСТОЯЩЕЕ» И ЗАДАТКИ ЧЕЛОВЕКА

Закономерности воспроизводства т-типов показывают, что человек рождается с фиксированными свойствами темперамента, т. е. с определенными задатками, которые в психологии рассматриваются как врожденная составляющая способностей человека. Как оказалось, т-тип имеет решающее значение в развитии музыкальных способностей и музыкальной одаренности. Многие родители мечтают о том, чтобы их дети стали выдающимися музыкантами. Но всякий ли ребенок музыкально одарен? Исследования, проведенные нами в Одесской музыкальной школе им. П. С. Столярского, показали, что даже при наличии абсолютного музыкального слуха ребенок не станет талантливым исполнителем, если его значение  $t$  будет значительно отличаться от 1 с. Условие  $t=1$  с можно считать надежным показателем музыкальной одаренности<sup>12</sup>. А так как величина  $t$  является врожденной, то правильно будет считать, что, прежде чем стать музыкантом, нужно им родиться, т. е. родиться с соответствующим т-типом. Будет ли у конкретной родительской пары ребенок с задатками для развития музыкальных способностей? Все зависит от начальных условий, т. е. от положения родителей в спектре т-типов и от того, какой

это по счету ребенок. Как уже отмечалось, у родительских пар с разными сочетаниями психических типов дети могут оказаться психодинамическими близнецами. В табл. 3 на примере трех родительских пар показаны варианты появления музыкально одаренных детей одинакового т-типа.

Кроме т-типа можно ввести еще один показатель для характеристики врожденных задатков. Его можно назвать аналогом «хороших часов». Что такое «хорошие часы»? Это механизм, который сохраняет высокое постоянство хода на различных временных интервалах.

«Действительное настоящее» у каждого человека является собственным шагом измерения времени. Если определять величину этого шага на различных длительностях, то можно обнаружить, что на некоторых промежутках  $t_i$  будет больше, а на других — меньше среднего значения  $\bar{t}$ . Эти, казалось бы, вполне естественные отклонения от среднего, имеющиеся в любом психологическом эксперименте, принято характеризовать дисперсией  $\sigma$ . Конечно, условие  $\sigma=0$  соответствует идеальным «хорошим часам» и в реальности не выполняется. В психике человека есть естественный предел разрешающей способности, колеблющийся около 0,01 с, поэтому реально для аналога «хороших часов» должны выполняться условия:  $\bar{t}_i \rightarrow \bar{t} = \text{const}$ ;  $\sigma \rightarrow 0,01$  с.

«Хорошие часы» есть у большинства людей, реже встречаются «очень хорошие» и совсем редко — «часы с исключительной точностью хода». Последние обнаружены у очень одаренных музыкантов. Так, у выдающегося советского пианиста Э. Г. Ги-

<sup>12</sup> Цуканов Б. И. Восприятие времени и психологическая устойчивость личности // Психологическая устойчивость профессиональной деятельности. Москва; Одесса, 1984. С. 190—192.

Таблица 3  
Три семьи, воспроизведшие «психодинамических близнецов»

| Холерическая группа | Сангвиническая группа | «Р»<br>( $t=0,9$ )                        | Меланхолическая группа                      | Флегматическая группа                    |
|---------------------|-----------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|
|                     |                       | 0,9 <sub>(0)</sub><br>0,91 <sub>(2)</sub> |                                             | 1,09 <sub>(M)</sub><br>1 <sub>(1)*</sub> |
|                     | 0,84 <sub>(0)</sub>   |                                           |                                             | 1,05 <sub>(M)</sub>                      |
|                     |                       |                                           | 0,99 <sub>(1)*</sub>                        |                                          |
| 0,78 <sub>(M)</sub> |                       | 0,9 <sub>(1)</sub>                        | 0,98 <sub>(0)</sub><br>0,99 <sub>(2)*</sub> |                                          |

\* Отмечены т-типы наиболее музыкально одаренных потомков.

лельса его собственное значение  $\tau = 0,995$  с сохранялось на длительностях от 2 до 60 с, а дисперсия составляла 0,005.

Статистический анализ позволяет уверенно утверждать: чем лучше «часы», чем меньше  $\sigma$ , тем успешнее проявляет себя человек практически в избранной сфере деятельности — учебной, научной, музыкальной, спортивной. Поэтому аналог «хороших часов» можно рассматривать как один из индикаторов задатков человека. Наряду с «хорошими» природа создает и «плохие часы», обнаруживаемые у людей с умственной отсталостью. И чем больше  $\sigma$ , тем больше степень умственного дефекта.

Итак, индивидуальная единица времени является весьма информативной величиной в познании многих психических функций человека. Время в психике выступает универсальным параметром, который заложен в нас самих, в нашем  $\tau$ -типе, в функциях нашего мозга. Подлинным измерителем нашего времени служит  $\tau$ -тип, а не часы, которые человечество придумало лишь для согласования хода объективного и индивидуального времени. Используя образное выражение Д. Гранина, можно сказать, что мозг является своеобразным гидроагрегатом, прокачивающим время, как насос воду, с той скоростью, которая задана ему от рождения<sup>13</sup>. И каждый из нас, чувствуя работу своего насоса, понимает, что он живет

во времени. Но никого не удивляет одно странное обстоятельство: наш мозг «качает» индивидуальное время в направлении, противоположном физическому времени. Да, субъективное время течет из будущего через настоящее и уходит в прошлое. Как мозг инверсирует время? Этот вопрос остается пока величайшей загадкой. Разгадав ее, человечество поймет подлинную сущность времени как объективной реальности.

Ход времени необратим, и оно становится самой большой ценностью человеческой жизни. Чтобы владеть временем, нужно, по меткому выражению П. Фресса, достигнуть «мудрости стариков» и принять время таким, каким оно дано каждому из нас, с его длиннотами, нехватками и ненадежностью<sup>14</sup>. Его нельзя сжать спешкой и нельзя растянуть ожиданием, ибо ход его относителен. Время требует очень осторожного обращения. Истинная ценность времени открывается человеку только тогда, когда он обретает умение приспосабливать свою деятельность к внешним изменениям так, чтобы не попадать ни в состояние вынужденной спешки, ни в состояние вынужденного ожидания. В этом и заключается подлинное искусство владения временем, которое можно в себе воспитать и довести до совершенства на основе собственного «действительного настоящего».

<sup>13</sup> Гранин Д. Эта странная жизнь. Л., 1986. С. 460.

<sup>14</sup> Фресс П. // Вопр. психологии. 1961. № 1. С. 43—55.

## ВНИМАНИЮ ДЕЛОВЫХ ЛЮДЕЙ!

«Природа» готова рекламировать советскую и зарубежную промышленную продукцию и различные виды услуг, которые могут быть полезны работникам научных и учебных учреждений, а также любителям природы.

Присылаемый в редакцию рекламный текст необходимо сопроводить гарантийным письмом, подписанным руководителем и главным бухгалтером, с указанием точного почтового адреса, телефонов и банковских реквизитов рекламодателя.

Адрес: 117049, ГСП-1, Москва, Мароковский пер., 26, «Природа».  
Международный телекс 411612 IZAN.

# У истоков ВИМСа

Т. Б. Здорик,

кандидат геолого-минералогических наук

Л. Г. Фельдман,

кандидат геолого-минералогических наук

Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья Министерства геологии СССР

Москва

В октябре 1988 г. один из старейших в нашей стране институтов — Всесоюзный научно-исследовательский институт минерального сырья (ВИМС) — торжественно отпраздновал свое 70-летие. За прошедшие годы его сотрудники немало сделали для создания и развития отечественной минерально-сырьевой базы. Благодаря их усилиям разведаны и освоены промышленностью десятки месторождений вольфрама, молибдена, олова, урана, редких металлов и других полезных ископаемых.

Необычна предыстория ВИМСа: он вырос из единственного в России научного учреждения, созданного частным лицом на собственные средства. В связи с юбилеем института готовится к печати сборник, отражающий основные вехи его истории, — своеобразные хроники ВИМСа. Вниманию читателей предлагается небольшой их фрагмент, центральное место в котором занимает неординарная фигура основателя института — В. В. Аршинова.

**Д** О НЕДАВНЕГО времени было привычным недооценивать и замалчивать тот огромный вклад, который российское, особенно московское, купечество внесло в развитие отечественной культуры. А ведь именно из московских купеческих семей Боткиных, Вавиловых, Сытиных и др. вышла целая плеяда крупнейших русских и советских ученых, деятелей медицины и просвещения. Уместно вспомнить здесь и купцов-меценатов, замечательных коллекционеров картин и предметов прикладного искусства, таких как Мамонтовы, Щукины, Третьяковы, Солдатенков, Морозовы, чьи собрания художественных сокровищ стали основой прославленных музеев Москвы и Подмоскья.

«Моя идея, — писал дочери П. М. Третьяков, создатель национальной картинной галереи, ныне носящей его имя, — была с самых юных лет наживать для того, чтобы нажитое от общества вернулось бы также обществу (народу) в каких-либо полезных учреждениях; мысль эта не покидала меня во всю мою жизнь...»<sup>1</sup>

Обеими руками мог бы подписаться под этими словами крупный торговец и фабрикант-суконщик, купец 1-й гильдии Василий Федорович Аршинов (1854—1942), лицо ныне мало кому известное, но в своем роде замечательное. На его средства в самом начале XX в. на старинной московской улице Большой Ордынке, неподалеку от Третьяковской галереи, было выстроено единственное не только в Москве, но и во всей России частное научно-исследовательское учреждение — минералого-петрографический институт со звучным названием "Lithogaea" («Литогейя»): от греч. λίθος — камень и Γηя — богиня Земли.

...Ныне между Б. Ордынкой и Б. Полянкой, в переулках Б. Толмачевском, Пыжевском и Старомонетном, расположился целый островок науки — около десятка научно-исследовательских институтов, так или иначе связанных с изучением нашей планеты: ее глубин, поверхности и почвенного покрова, воздушной оболочки и, разумеется, богатств земных недр, их переработкой и практическим использованием.

Некоторые из них постарше (крупный институт ГИРЕДМЕТ Министерства цветной металлургии СССР; Почвенный институт

<sup>1</sup> Цит. по: Романов С. К. Из истории московских переулков. М., 1988. С. 289.



В. В. Аршинов — студент Московского университета. 1902 г. Публикуется впервые.

ВАСХНИЛ; Институт географии, Геологический институт и Институт геологии рудных месторождений, минералогии, петрографии и геохимии АН СССР), другие — помоложе (Институт физики атмосферы АН СССР), третьи — совсем юные (Институт литосферы АН СССР). Но первенцем среди них была маленькая «Литогеа» — предтеча современного Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья, ведущего института сырьевого профиля в системе Министерства геологии СССР. Институт «Литогеа» размещался в двухэтажном доме, специально построенном для него в 1905 г. академиком архитектуры Ф. О. Шехтелем — самым знаменитым, по крайней мере в Москве, мастером русского модерна. Небольшое здание «Литогеа», с разной величины и формы окнами, коваными латунными фонариками у лестницы, изящной башенкой над крышей — типичный образец этого прихотливого архитектурного стиля рубежа веков. В башенке была оборудована одна из первых в Москве астрономических обсерваторий, где группа молодых (а впоследствии — весьма известных) астрономов впервые в России наблюдала в 1910 г. в телескоп комету Галлея... Впрочем, астрономия была хотя и славной, но мимолетной страницей в жизни института «Литогеа» и его научного

руководителя — Владимира Васильевича Аршинова (1879—1955), старшего сына богатого московского купца В. Ф. Аршинова и одного из первых крупных русских ученых в области микроскопической петрографии и кристаллооптики.

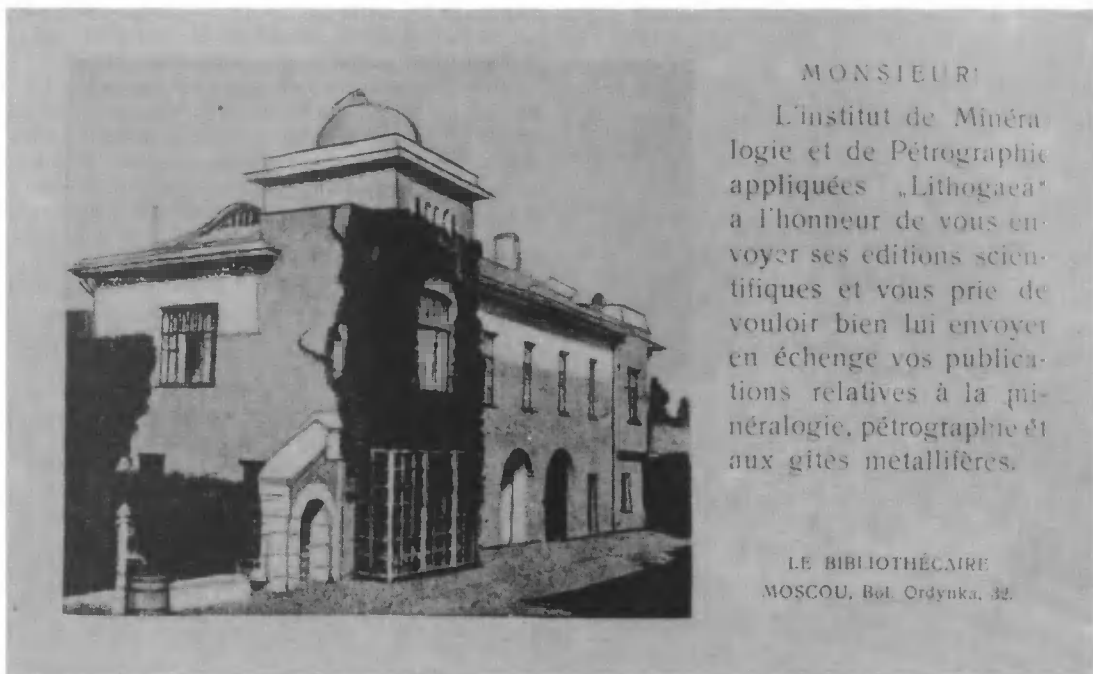
Пусть к созданию института был длинным и непростым. Он начинался в российской глубинке — уездном городке Саранске, где В. Ф. Аршинов родился в многодетной семье крестьянина, перебравшегося на заработки в город и записавшегося в мещанское сословие. Одиннадцати лет от роду его отдали мальчиком в лавку села Починки. Оттуда в 1872 г. 17-летним юношей ушел он пешком в Москву и устроился на службу к фабриканту-суконщику. Через 9 лет В. Ф. Аршинов смог уже открыть собственную суконную фабрику, а спустя еще некоторое время стал директором-учредителем торгово-промышленного товарищества «В. Аршинов и К<sup>о</sup>», поставщиком императорского двора.

Карьера, в общем-то, типичная для удачливого и предприимчивого промышленника. Не вполне обычной, однако, была тяга этого талантливого, хотя и малограмотного, русского самородка к интеллигентным людям, широта взглядов, завидное умение понять и разделить духовные интересы своих высокообразованных и таких непохожих друг на друга сыновей. Для научных занятий Владимира отец строит и оборудует институт, еще одному из сыновей — Сергею, серьезно занимавшемуся музыкой, возводит на свои деньги прекрасное здание консерватории в Саратове. Архивы ВИМСа раскрывают нам, что на содержание «Литогеа» Аршинов ассигновал 700 тыс. руб. — средства по тем временам немалые.

После Октября 1917 г. он по собственной инициативе передал рабоче-крестьянскому государству все движимое и недвижимое имущество. В свою очередь, правительство РСФСР сочло целесообразным использовать огромные практические знания и опыт В. Ф. Аршинова, его энергию и деловые качества на хозяйственной работе — сперва в суконной промышленности, затем в хозяйственном обеспечении Московской горной академии. Скончался он в глубокой старости, дожив до 88 лет, в своей московской квартире, которую не покидал даже в грозные военные годы.

По отзывам всех, знавших Аршинова в последний период его жизни, это был исключительно приятный в обращении старик, привлекавший к себе умом, скромностью, внутренней культурой, тактом и деликатностью.

Своим сыновьям, и прежде всего горя-



Изображение института «Литогеа» на старинной открытке, приглашающей к обмену научной информацией.

чо любимому первенцу, В. Ф. Аршинов постарался дать блестящее образование. К тому времени, когда Владимир подрос, отец уже «выбил» в люди и мог не только определить его в классическую гимназию, но и пригласить домашнего учителя. Им стал студент Московского университета Константин Иосифович (Осипович) Висконт, впоследствии — профессор, крупный минералог и химик. Этот человек фактически определил судьбу В. В. Аршинова и стал ему ближайшим другом на всю жизнь. От своего первого учителя юный Володя Аршинов навсегда заразился любовью к естественным наукам. Вначале он увлекся ботаникой, но вскоре гербарии сменились горными породами и минералами. Отец всячески поощрял научные увлечения сына, не жалея средств ни на геологические экскурсии, в том числе и зарубежные, ни на создание благоприятных условий для исследовательской работы. Уже в студенческие годы он располагал небольшой, хорошо оснащенной собственной лабораторией.

Вместе с тем по прекрасным, хотя и неписанным традициям того времени ученые-естественники не чурались гуманитарного образования. И после окончания гимназии Аршинов поступил в 1898 г. вольнослу-

шателем на историко-филологический факультет Московского университета, где лекции читали тогда выдающиеся историки В. О. Ключевский, Р. Ю. Виппер, П. Г. Виноградов, крупнейший географ, антрополог и этнограф Д. Н. Анучин. Общение с этими яркими людьми, несомненно, повлияло на духовный облик молодого человека, укрепило в его характере черты высокой нравственности, расширило круг общественных интересов. Именно с историко-филологического факультета вынес Аршинов и глубокую любовь к книге: спустя много лет это его увлечение воплотилось в горячее содействие развитию в Москве сети научных библиотек и издательств.

В 1899 г. он становится студентом естественного отделения физико-математического факультета. Это была славная пора в истории Московского университета, где тогда блистали выдающиеся ученые, составляющие гордость русской науки: физики П. Н. Лебедев и Н. А. Умов, химики Н. Д. Зелинский, физиолог К. А. Тимирязев, зоолог М. А. Мензбир, геолог А. П. Павлов, минералог и геохимик В. И. Вернадский и многие другие.

В 1903 г. Аршинов успешно окончил университет по кафедре минералогии, руководимой Вернадским. Тогда же в «Бюлле-



В. Ф. Аршинов — отец В. В. Аршинова, один из учредителей института «Литогео». Публикуется впервые.

тене Московского общества испытателей природы» появилась первая его публикация. Эта работа, выполненная автором в качестве дипломной, представляла собой детальное исследование нового органического соединения, незадолго перед тем синтезированного известным химиком Л. А. Чугаевым.

Оценив способности своего студента, а главное — его редкую преданность науке, Вернадский предложил ему остаться при кафедре для подготовки к профессорскому званию. В 1904 г. Аршинов, уже назначенный ассистентом кафедры минералогии, направляется в Германию, в Гейдельбергский университет, для овладения методами микроскопического исследования минералов и горных пород. В лаборатории Г. Розенбуша — одного из крупнейших авторитетов в области описательной микроскопической петрографии — В. В. Аршинов и неразлучный с ним К. И. Висконт проработали два года. Отныне основной сферой научных интересов Аршинова становятся микроскопическая петрография и кристаллооптика.

Стоит вспомнить, что в России в начале века микроскопическая петрография еще только зарождалась. Так, в Московском уни-

верситете петрография преподавалась лишь на кафедре общей геологии, возглавляемой видным геологом и палеонтологом А. П. Павловым, петрографическими исследованиями не занимавшимся. И по возвращении из-за границы Аршинов начал со студентами практические занятия по кристаллооптике (в рамках курса кристаллографии, который читал сам Вернадский). Это был первый опыт преподавания основ кристаллооптики в Московском университете. Около шести лет Аршинов с успехом выполнял возложенные на него функции, став учителем многих представителей старшего поколения советских минералогов и петрографов.

Годы преподавания в университете сыграли самую благотворную роль в становлении В. В. Аршинова как ученого. Вместе с тем молодой педагог не довольствовался существующими приборами. В 1911 г. он поместил в немецком «Кристаллографическом журнале» описание своего первого (и самого известного) оригинального изобретения в области кристаллооптики: наклоняемого столика-геми-сферы, предназначенного для количественного исследования оптических свойств кристаллов с помощью поляризационного микроскопа<sup>2</sup>. В этой первой серьезной научной работе, родившейся из опыта преподавания кристаллооптики, молодой ученый фактически нашел собственное направление в науке, которое в дальнейшем развивал на протяжении всей своей жизни. Близкое общение с Вернадским, участие в сессиях Международного геологического конгресса (1903 г. — Вена, 1910 г. — Стокгольм, 1913 г. — Торонто) и в работе Международной экспедиции в Канаде (1913 г.) сильно расширили кругозор молодого исследователя, открыли возможность непосредственных научных контактов с ведущими минералогами и петрографами мира.

Об университетском периоде своей жизни Аршинов оставил любопытные воспоминания. Вот небольшой их отрывок: «При кафедре минералогии В. И. Вернадский организовал кружок, в котором сотрудниками кафедры и студентами делались сообщения как о своих работах, так и рефераты опубликованных в научной литературе работ по минералогии. Иногда заседания кружка происходили на квартире В. И. Вернадского. Припоминаются интересные выступления на кружке студента А. Е. Ферсмана. Припоминаю также, как у витрины в музее (Мине-

<sup>2</sup> Arschinoff W. // Z. für Kristallographie und Mineralogie. 1911. Bd. 48. S. 225—229.



Сотрудники кафедры минералогии и Минералогического кабинета Московского университета. Сидят (слева направо): Н. Н. Боголюбов, Я. В. Самойлов, С. П. Попов, В. И. Вернадский, Е. Д. Ревуцкая. Стоят: В. М. Цебриков, Н. И. Сургунов, В. В. Аршинов, В. В. Карандеев, Г. И. Касперович. 1908 г.

ралогическом кабинете.— Т. З., Л. Ф.) я объяснял студенту Ферсману, что представляет из себя пегматит...»<sup>3</sup> Курьезность ситуации состоит в том, что именно Ферсман — впоследствии прославленный геохимик и минералог, академик — четверть века спустя создал развернутое учение о пегматитах. А впервые услышал он об этих удивительных творениях природы от своего педагога Аршинова.

Преподавательская деятельность Аршинова на кафедре минералогии продолжалась до печального памятного в истории отечественной культуры 1911 г., когда Московский университет был фактически разгромлен. Протестуя против произвола министра народного просвещения Л. А. Кассо, сразу 21 профессор университета подали заявление об отставке. Вслед за профессорами ушли из университета 105 приват-доцентов, ассистентов и лаборантов. Вместе со своим учителем Вернадским оставил университет и Аршинов.

По счастью, искать себе новое место работы ему не пришлось: еще в 1905 г. Аршинов-отец успел завершить строительство здания для задуманного сыном института «Литогеа». Параллельно с преподавательской работой в университете В. В. Аршинов в 1906—1910 гг. с энтузиазмом занялся оснащением института. Все в нем — и оборудование, и приборы, и научная библиотека — должно быть наилучшим. Но главное — будущие сотрудники, которых он подбирает лично. Оставив в 1911 г. университет, Аршинов всецело сосредоточился на своем долгожданном детище. Хотя официальной датой основания института «Литогеа» считается 1910 г., когда начали выходить в свет его издания.

К сотрудничеству Аршинову удалось привлечь группу молодых талантливых ученых, впоследствии снискавших широкую известность: геологов С. В. Обручева и В. А. Варсановича, петрографов А. А. Мамуровского, Е. А. Кузнецова и Б. З. Коленко, минералогов А. С. Уклонского, Н. А. Смольянинова и К. И. Висконта, кристаллографа

<sup>3</sup> Архив ВИМСа.

В. В. Аршинов за поляризационным микроскопом. 1930 г. Публикуется впервые.



Е. Е. Флинта. С 1915 г. В. В. Аршинов принял на себя научное руководство институтом.

В том же 1915 г. учредители «Литогеа» — В. В. и В. Ф. Аршиновы — передали институт в ведение Московского общества испытателей природы. Вскоре Министерством торговли и промышленности был утвержден устав института, согласно которому число «членов-сотрудников», приглашенных для выполнения научных работ в нем и для руководства, ограничивалось четырьмя лицами. Они избирались Советом института по представлению директора на 5-летний срок; им, как и директору, не дозволялось совместительство. Установленное членам-сотрудникам «содержание» составляло 4/5 содержания директора. Последний должен был избираться раз в 15 лет, при этом определялся и размер его содержания. По уставу, содержание директора «...устанавливается Советом института через каждые 15 лет закрытой баллотировкой без участия в оной б.директора и членов-сотрудников института»<sup>4</sup>. Как видим, руководство институтом ба-

зировалось на весьма демократических принципах. Столь же демократичной была процедура избрания Совета института.

Устав давал «Литогеа» право на издание журнала минералого-петрографического содержания. Реально же издавался журнал «Рудный вестник», т. е. содержание этого печатного органа (издатель — В. В. Аршинов, редактор — В. А. Обручев) имело ярко выраженную практическую направленность. Кроме того, институт издавал труды своих сотрудников отдельными выпусками. В числе первых были публикации В. В. Аршинова: «К геологии Крыма» (1910) и «О двух полевых шпатах с Урала» (1911).

Под научным руководством Аршинова институт работал в 1915—1923 гг. Основное его направление в эти годы — изучение минералов и горных пород для выявления минерально-сырьевых богатств страны и вовлечения их в сферу хозяйственного использования. Еще до революции сотрудники инсти-

<sup>4</sup> Там же.

тута начали петрографические исследования отдельных районов Урала, Крыма и Кавказа, занимались поисками и разведкой месторождений вольфрама, меди, серы и корунда.

В годы революции и гражданской войны главной задачей учредителей института было сохранить свое детище как дееспособное научное учреждение. И уже в 1918 г. В. В. Аршинов обратился к Советскому правительству с предложением о передаче института в собственность государства. По его предположению В. И. Ленин и управделами СНК В. Д. Бонч-Бруевич 1 октября 1918 г. подписали специальный декрет «О национализации Петрографического института «Lithogaea»:

«1. Петрографический институт «Lithogaea» в Москве, имеющий задачей научное исследование горных пород и минералов, объявляется государственным учреждением, состоящим в ведении Научно-технического отдела ВСНХ.

2. Институт существует и функционирует на основе устава, утвержденного Научно-техническим отделом ВСНХ.

3. Содержание института обеспечивается отпуском соответствующих средств по сметам Научно-технического отдела.

4. В распоряжение института передается все бывшее владение Аршиновых на Большой Ордынке и по Пыжевскому переулку, а также бывшее владение Шведова на Большой Ордынке».

От даты опубликования этого декрета в газете «Известия ВЦИК» — 22 октября 1918 г. — и ведет родословную современный ВИМС, по праву считающий В. В. Аршинова своим основателем.

В 1918 г. Аршинов был назначен первым советским директором института «Литогеа». В стране царил разброд, и главными объектами исследований института в те годы стали месторождения естественных строительных материалов (преимущественно строительных камней) Подмосковья и центра России. Организация этих исследований в условиях, крайне трудных для проведения экспедиционных работ, потребовала от Аршинова огромного напряжения сил. Сам он в 20-е годы интенсивно занимался изучением природных кровельных сланцев и их месторождений. 20-е годы памяти нам и появлением новых печатных изданий. С 1920 г. институт начал издавать новый журнал «Минеральное сырье».

Сразу же по окончании гражданской войны сотрудники института активно включились в изучение полезных ископаемых страны. Сохранились сведения о том, что летом 1922 г. К. И. Висконт посетил Кольский п-ов и впервые обнаружил там железные

руды; тогда же Е. А. Кузнецов вел петрографические исследования в Кыштымском районе (Урал), В. Д. Рязанов обследовал ртутные и сурьмяные проявления на Урале, А. С. Уклонский изучал месторождения серы в Средней Азии.

20 марта 1923 г. на заседании Президиума Центрального научно-технического совета ВСНХ СССР был заслушан отчетный доклад Аршинова о деятельности руководимого им института. В принятом по докладу постановлении НТС записано, что «цели института «Литогеа» имеют серьезное значение; работа в Институте, несмотря на очень трудные условия, не прерывалась; в Институте подобраны необходимые научные деятели; программа по изучению полезных ископаемых на 1923 г. вполне целесообразна»<sup>5</sup>.

НТС особо подчеркнул, что институт «Литогеа» возник по частному почину и до сих пор в высокой степени бережно охранялся семьей Аршиновых, и в частности В. В. Аршиновым, который, организовав это учреждение и вложив в него всю свою энергию, сохранил его в прекрасном состоянии до наших дней.

Вскоре после этого заседания, в том же 1923 г., судьба В. В. Аршинова, как и судьба «Литогеа», круто переменялась. Институт возглавил только что возвратившийся из длительной командировки в Германию профессор Н. М. Федоровский (1886—1956), человек исключительно энергичный и деятельный.

Будучи хорошо знаком с работами «Литогеа», он пришел к выводу, что именно аршиновский институт представляет собой лучшую основу для создания принципиально нового научного учреждения, объединяющего специалистов разного профиля. По мысли Федоровского, новый институт должен был эффективно способствовать извлечению страны от необходимости ввозить минеральное сырье из-за границы, а также содействовать индустриализации путем широкого и разностороннего изучения минеральных богатств собственных недр.

Лицо института заметно изменилось. Шире стал круг задач, больше коллектив, а главное — в институте начал развиваться комплексный метод изучения минерального сырья: наряду с совершенствованием методов поисков и разведки полезных ископаемых, исследованием их вещественного состава стали изучать технологию переработки руд и концентратов, вопросы геолого-экономической оценки месторождений. Несколькими раз менялось и название института. В 1923 г. он стал именоваться Институт при-

<sup>5</sup> Там же.



В. В. Аршинов среди сотрудников петрографической лаборатории ВИМСа. 1930-е годы. Из архива В. Н. Разумовой. Публикуется впервые.

кладной минералогии и петрографии, в 1925 г. — Институт прикладной минералогии и металлургии, в 1930 г. на несколько месяцев был переименован в Институт прикладной минералогии и цветной металлургии, затем — в Институт прикладной минералогии и, наконец, в 1935 г. получил свое современное наименование — Всесоюзный институт минерального сырья. В 1925—1929 гг. по проекту известного архитектора В. А. Веснина было возведено новое большое здание института в стиле конструктивизма.

В обновленном институте Аршинов возглавил петрографическую лабораторию. Ею он бессменно руководил до самой кончины. Большое, подчас решающее, влияние оказывал он и на формирование исследовательской тематики института. Аршинову принадлежит уникальная заслуга создания крупной научной библиотеки ВИМСа, по праву носящей ныне его имя. Ему же институт обязан литотекой — обширным собранием горных пород из разных петрографических провинций нашей страны.

Наиболее продуктивный период в деятельности Аршинова как петрографа и исследователя минерального сырья приходит-

ся на 1928—1937 гг. За это десятилетие вышло из печати свыше трех десятков его небольших монографий, статей и заметок, преимущественно по петрографии и неметаллическим полезным ископаемым.

Он оставил нам классические описания ультраосновных пород, а также полезных ископаемых, связанных с ними и процессами их метаморфизма, — талька и талькового камня, хризотил-асбеста, амфибол-асбеста, магнезита и др. Эти результаты его исследований имеют непреходящую ценность.

Стремясь придать своим минералого-петрографическим работам прикладную направленность, Аршинов стал одним из инициаторов развития отечественной промышленности неметаллических полезных ископаемых. Фактически он создал научную школу, представители которой сыграли немалую роль в изучении этих полезных ископаемых в нашей стране. С именем Аршинова неразрывно связано создание на Урале крупного Шабровского талькового рудника, открытие и освоение Сысертского месторождения антофиллит-асбеста.

Вообще, традиция практического и общественного служения, столь свойственная

русской научной интеллигенции, неотъемлемо присуща Аршинову, чем бы он ни занимался. Параллельно с работой в своем институте он на протяжении 15 лет (1919—1933) читал лекции по петрографии: до 1930 г. — в Горной академии, а после разделения ее в 1930 г. на 6 институтов — в Московском геолого-разведочном институте.

Желанием приносить практическую пользу отмечены и его труды по совершенствованию методов оптико-микроскопических исследований минералов и горных пород. Одним из важнейших достижений Аршинова стало создание им в начале 30-х годов кристаллооптического кабинета. Большую помощь в этом оказал ему С. И. Вавилов, известный физик, впоследствии президент АН СССР. Работы по совершенствованию микроскопических методов исследования горных пород, выполненные кристаллооптической группой в 30-е годы, были квалифицированы как «блестящие» известным американским журналом «Economic geology», не слишком-то щедрым на комплименты в адрес советских ученых. Такая оценка говорит сама за себя.

И вдруг, начиная с 1938 г., Аршинов внезапно перестает печататься. Его вынужденное молчание продолжалось 3 года. Причиной тому послужили трагические события, разыгравшиеся в ВИМСе в конце 1937 — начале 1938 гг., когда был снят со всех постов, а затем арестован и сослан директор института член-корреспондент АН СССР Н. М. Федоровский. Вместе с ним репрессиям подверглись и другие ведущие сотрудники ВИМСа, такие как заместитель директора Д. Е. Перкин, один из близких учеников Вернадского В. А. Зильберминц (оба погибли в годы репрессий)<sup>6</sup>, И. С. Иовчев (ныне академик Болгарской академии наук) и еще многие их коллеги.

Несколько позднее, в 1939 г., был арестован и В. В. Аршинов. В тюрьме он провел больше полугода. Впоследствии, находясь в эвакуации в Боровом, Вернадский так вспоминал об этом трагическом периоде в жизни Аршинова: «...он был невинен — и имел характер, позволивший ему выдержать инквизиторский строй нашей юстиции. И в очных ставках он твердо держался и выдерживал тяжелый режим. Он говорит, что достаточно подвергнуться оговору трех лиц, чтобы попасть в тюрьму — а затем зависит от нервов (для невинных людей). Попыток не было, но он



В. В. Аршинов в последние годы жизни. 1949 г.

лишился зрения на один глаз, так как он не мог аккуратно лечить глаз, хотя глазной врач был к нему допущен. Он принадлежит к числу тех людей, которые строят новый строй гораздо больше партийных, взятых в целом, — так как это человек высокой моральной силы»<sup>7</sup>.

О мужестве Аршинова во время следствия можно судить и по такой неправдоподобной, на первый взгляд, детали: сидя в камере, он вместо требуемых от него доносов сочинял письменные предложения об организации при следственной тюрьме научной библиотеки, дабы подследственные ученые не теряли понапрасну столь драгоценного времени...

Из заключения Аршинов вернулся, практически ослепнув на один глаз, что лишило его возможности активно заниматься микроскопической петрографией. И в последний период жизни он сосредоточился преимущественно на конструкторской и изобретательской деятельности в области поляризационной микроскопии.

В числе основных достижений, реализованных в его лаборатории под его научным

<sup>6</sup> Подробнее о судьбе В. А. Зильберминца см.: Волков В. П. «Родина сумеет еще отблагодарить Вас...» // Природа. 1988. № 11. С. 48—56.

<sup>7</sup> Архив АН СССР. Ф. 518. Оп. 2. Ед. хр. 48. Л. 186. Хронология.

руководством и при личном участии, следует назвать:

усовершенствование, упрощение и повышение экспрессности иммерсионного метода определения показателей светопреломления прозрачных минералов и их диагностики по оптическим свойствам (работа, начатая Н. Е. Веденеевой с сотрудниками и завершенная уже в послевоенные годы премником В. В. Аршинова — Ю. А. Черкасским);

усовершенствование методов количественного минералогического анализа горных пород в шлифах;

внедрение в поляризационную оптическую аппаратуру поляроидов;

создание первых моделей советских поляризационных микроскопов серии МИН, в частности портативного микроскопа для полевых исследований, который выпускается и сегодня.

Продуктивная конструкторская и изобретательская деятельность Аршинова снискала ему широкую известность как внутри страны, так и за рубежом.

Вместе с тем Аршинов охотно занимался научной популяризацией. Его брошюра «Поляризованный свет и его применение», написанная во время войны и вышедшая в 1945 г., вводит читателя в круг любимой им кристаллооптики. В ней автор ратует за широкое использование поляризованного света в науке, технике и даже в быту. Красивой и оригинальной была идея «сияющей мозаики» Аршинова, базирующаяся на применении поляроидов в сочетании с использованием интерференционных эффектов.

Но, конечно, главным делом его жизни, его жизненным подвигом, стал созданный им в начале века институт «Литогеа», который он сумел сохранить, благополучно проведя сквозь бури и рифы революционных лет и гражданской войны. Это была единственная большая любовь в его жизни.

«Ваша скромная «Литогеа», — писал в 1954 г. в своем приветственном послании Аршинову один из старейших его учеников, известный советский минералог А. С. Уклонский, — выросла в гигантский ВИМС. Сколько из этого ВИМСа выросло новых институтов!»<sup>8</sup>

Заслуги Аршинова как основателя ВИМСа общепризнанны и навсегда запечатлены на мемориальной доске у входа в институт. О его доброте, бескорыстии, увлеченности и по сей день ходят легенды. Интеллигент всего лишь в первом поколении,

он тем не менее являл собой образцовый пример передового русского ученого. Начисто лишенный даже следов карьеризма, скромный и деликатный в своем поведении и во взаимоотношениях с людьми, он, однако, проявлял неожиданную настойчивость и даже упрямство, когда речь шла о деле: о его научных занятиях, судьбе его изобретений, направлении деятельности института и других принципиальных вещах.

Человек одинокий, бессемейный, Аршинов отнюдь не замыкался в себе. Встретив в коридоре института какого-либо коллегу и начав со своего обычного, хорошо знакомого всем вимсовцам: «Вот что, дорогой друг!», — он мог часами толковать о какой-то неожиданной идее, о текущей работе или о чем-то еще, волнующем его в данный момент.

Он был из породы людей, о которых принято говорить «большой оригинал!». Мог, например, нимало не стесняясь, высказать свое мнение по любому вопросу и в любой аудитории. И хотя такая манера поведения причиняла ему изрядные неудобства, она же была причиной всеобщего почтительного отношения. Его научный и человеческий авторитет всегда был очень высок.

Немало выдающихся геологов, ученых с мировым именем, прошло через стены ВИМСа, и все же Аршинова вспоминают здесь с особой теплотой и любовью. Дело, видимо, в том, что судьба одарила его не только большими способностями ученого, но и редким талантом человечности.

«Наибольшее удовлетворение дают человеку ведь не столько его узкие личные успехи, сколько успехи того дела, которое он ставит целью своей деятельности. А много ли ученых могут заслуженно гордиться тем, что их научно-исследовательская работа так вырастет и созданная ими небольшая научно-исследовательская ячейка, какой была «Литогеа», превратится в великолепный научно-исследовательский институт, столь полезный и нужный для целой страны!»<sup>9</sup> — этими словами из приветствия академика А. Н. Заварицкого, адресованного В. В. Аршинову и К. И. Висконту, можно закончить наш небольшой рассказ об истории создания ВИМСа и о человеке, его основавшем.<sup>10</sup>

<sup>9</sup> Там же.

<sup>10</sup> При подготовке статьи были использованы материалы старшего научного сотрудника ВИМСа Ю. А. Черкасова, а также информация, полученная от В. В. Тарасенко и старейших ВИМСовцев — И. В. Шманенкова, Л. С. Каминской, Е. В. Копченовой, В. Н. Разумовой.

## ОБ ОШИБКАХ В НАУКЕ, НАУЧНЫХ И ПОПУЛЯРНЫХ СТАТЬЯХ

**В** АДРЕС нашей редакции часто поступают письма читателей, в которых содержится просьба прокомментировать публикации в других изданиях, в основном массовых, посвященных вопросам науки. Обычно мы отвечаем непосредственно авторам этих писем, стараясь дать по возможности обстоятельный разбор публикации; помимо этого мы рекомендуем нашим читателям статьи в «Природе», посвященные затронутой теме и написанные ведущими специалистами в этой области.

Так мы собирались поступить и на этот раз, получив первое письмо, касающееся помещенной в журнале «Техника — молодежи» [1988, № 1, с. 57] статьи доктора технических наук М. Мирошникова «Беспокойная масса покоя». Но письма продолжали приходить. Тогда и возникла идея обратиться непосредственно к специалисту по данному вопросу и его комментарий опубликовать на страницах

«Природы». Тем самым мы надеемся сразу ответить и на те письма, которые уже поступили в редакцию, а также на те, которые еще идут.

Итак, в своей статье М. Мирошников сообщает, что в 1987 г. он и его соавторы подали заявку на предполагаемое открытие со следующей формулировкой: «Экспериментально обнаружено неизвестное ранее свойство вещества и живых организмов, заключающееся в том, что в процессе изменения температуры, интенсивности электронной эмиссии вещества в твердом, жидком состоянии, а также живых организмов, включая процесс гибели, их вес изменяется в относительном представлении на величину, равную в среднем  $10^{-5}$ — $10^{-4}$ ». И далее (цит. по статье): «Измерялись, в частности, вес дистиллированной воды в диапазоне  $20 \div 100^\circ\text{C}$  и вес белых мышей в процессе их жизни и гибели ( $36,7 \div 20^\circ\text{C}$ ). (...) Эксперименты продемон-

стрировали неизвестное ранее свойство вещества и живых организмов в условиях неравновесного процесса изменять свой вес на величину  $10^{-5}$ — $10^{-4}$ ».

Поскольку речь идет об измерении изменений веса, причем достаточно малых, составляющих  $10^{-5}$ — $10^{-4}$  от исходной величины, свои вопросы мы адресовали заведующему кафедрой молекулярной физики и физических методов измерений физического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова профессору В. Б. Брагинскому. Более 30 лет Владимир Борисович занимается прецизионными экспериментами, связанными с попыткой регистрации гравитационных волн, проверкой принципа эквивалентности (равенства инертной и гравитационной масс различных тел), а также релятивистскими гравитационными экспериментами. Обо всем этом он не раз рассказывал в «Природе»<sup>1</sup>.

Владимир Борисович, как вы оцениваете утверждение М. Мирошникова и его соавторов, содержащееся в формуле заявленного ими открытия «Гравитационно-динамическое свойство вещества и живых организмов»!

Я считаю его ошибочным. Сошлюсь на работы моих коллег В. И. Панова и В. Н. Фронтон<sup>2</sup>, которые изготовили прецизионные вакуумные весы, позволяющие регистрировать квазистатические изменения веса,

меньшие, чем  $1 \cdot 10^{-9}$ . Кроме того, они детально проанализировали все возможные эффекты, которые бы имитировали изменения веса. В частности, на несколько десятков градусов меняли температуру подвешенной к коромыслу весов массы и не обнаружили никаких изменений веса по крайней мере на уровне  $1 \cdot 10^{-9}$  относительной величины, т. е. убедились в отсутствии эффекта при точности измерений на 4 порядка большей, чем в экспериментах М. Мирошникова. Правда, они не измеряли изменение веса умиравших мышей.

Сразу отмечу, что при изменении температуры на несколько десятков градусов релятивистское изменение веса (следующее из формулы  $E = mc^2$ ) соответствует примерно

$1 \cdot 10^{-12}$  относительной величины. В. И. Панов и В. Н. Фронтон в своих экспериментах достигли такой чувствительности, однако им не удалось полностью исключить ряд имитирующих эффектов и в «чистом виде» измерить истинное, эйнштейновское изменение веса нагретого тела.

Без особого труда можно найти много работ и других исследователей, которые создали значительно более чувствительную, чем у Мирошникова, методику весовых измерений, но ничего похожего не обнаружили. Хочу подчеркнуть, что проводить прецизионные измерения веса — дело весьма непростое.

Тогда как, на ваш взгляд, можно объяснить результаты

<sup>1</sup> Подробнее об этих работах см., напр.: Брагинский В. Б. Гравитационные эксперименты от Кавендиша до наших дней // Природа. 1981. № 12. С. 70—75.

<sup>2</sup> Панов В. И., Фронтон В. Н. // Приборы и техника эксперим. 1979. № 1. С. 204.

опытов М. Мирошникова и его коллег!

Прецизионная установка всегда мудрее своего создателя. Поэтому невозможно (или очень трудно) «вслепую», не зная деталей экспериментов (они ведь не описаны в статье), точно сказать, в чем конкретная причина имитации изменения веса, которую наблюдали Мирошников и его коллеги. Однако можно назвать довольно много явлений, которые имитируют изменение веса и хорошо известны специалистам. Назову три самых типичных. Слабый поток тепла может нагреть одно из плеч коромысла весов и, тем самым, изменить их баланс. Далее, при абсолютном вакууме (напомню, что в опытах Мирошникова он был не выше, чем  $10^{-4}$  мм рт.ст.) радиометрический эффект, т. е. механическая отдача молекул, улетающих с поверхности, может привести к такому же результату. И, наконец, изменение температуры тела приводит к смещению положения центра массы груза и, как следствие, к довольно значительному импульсу, действующему на коромысло. Все эти эффекты «неподготовленным» наблюдателем могут быть восприняты как временное изменение веса. Этот список можно продолжить.

В последнее время в популярных журналах и газетах появилось довольно много публикаций, подобных той, о которой мы сейчас говорим. В чем вы видите их причину?

На мой взгляд, таких причин две. Первую я отношу к авторам подобных «открытий». Все они безусловно и без исключения игнорируют «принцип соответствия»: все, что твердо установлено в науке (однозначное соответствие внутренне непротиворечивой теории многократным независимым экспериментам), не может быть отменено последующими теориями и экспериментами. Естественно, речь идет о соответствии в пределах достигнутой точности измерений. Вне этих пределов можно обнаружить нечто качественно новое. Игнорирование «принципа соответствия», по существу, есть выражение полного неуважения к огромно-

му труду всех предшествующих поколений экспериментаторов и теоретиков, которые и создали ту науку, которой мы сейчас пользуемся.

Вторая причина — плохая работа редакций журналов, которые такие статьи публикуют. Возможно, это профессиональная неподготовленность редакторов, непонимание ими того, что чудес в науке нет. Чудом новое явление может казаться лишь необразованному человеку, а для профессионала оно быстро укладывается в жесткую систему уже известных представлений, основу которой составляет все тот же «принцип соответствия».

У меня невольно возникла одна ассоциация, казалось бы, далекая от темы. Но далекая только на первый взгляд. Мне вспомнился эпизод из фильма Я. А. Протазанова «Праздник святого Йоргена». Толпа религиозных фанатиков требует чуда, и главные герои фильма в исполнении А. А. Кторов и И. В. Ильинского им это чудо «организуют». Но ведь персонажи фильма — жулики! Не хотелось бы проводить аналогии, но, безусловно, что-то неладно у некоторых редакторов с естественным образованием.

Однако вы ведь не будете отрицать, что ошибки возможны и в науке!

Безусловно, и для их авторов это по меньшей мере — драма. Более того, даже серьезные профессиональные журналы, в частности физические, иногда публикуют ошибочные статьи. Мне, например, известны три ошибочные статьи, в которых объявлялось об открытии стабильных кварков с дробным зарядом, четыре публикации об обнаружении гравитационных волн. Сейчас назревает драма по поводу так называемой «пятой силы» (есть три эксперимента в пользу ее существования и четыре — примерно на том же уровне чувствительности — с отрицательным результатом)<sup>3</sup>. Однако ни в од-

ной из упомянутых работ не был нарушен «принцип соответствия». И в этом коренное отличие между ошибками в науке и подобными той, о которой идет речь.

Что бы вы посоветовали редакторам популярных журналов, а также авторам «открытий», которые тем не менее хотят опубликовать свои труды?

Я думаю, редакция научных-популярных и массовых изданий следовало бы почаще обращаться за экспертизой в Академию наук СССР (и при этом платить научным сотрудникам за весьма неблагодарный труд). Кроме того, я бы настоятельно советовал больше читать серьезные популярные издания, написанные ведущими специалистами. Несомненно, хороший ряд книг из серии «Библиотечка „Квант“»; рекомендую также статьи П. Л. Капицы из сборника «Эксперимент, теория, практика» под редакцией А. С. Боровика-Романова.

Вообще, хорошие популярные книги и статьи очень нужны, и в США, например, это прекрасно понимают. Мне известно, что ассоциация американских издателей тратит много средств на привлечение активно работающих ученых к написанию популярных книг по различным разделам науки. Одному моему знакомому американскому физiku за популярную книгу недавно был предложен большой даже по американским масштабам аванс в 40 тыс. долл.

А авторам «открытий» я бы предложил воспользоваться примером платного объявления в «Рекламном приложении к газете „Вечерняя Москва“» (1988. № 96), где напечатано следующее: «Ищу соавторов по экспериментальному измерению массы гравитона в жидкости...» Беседу вел Н. Д. Морозова.

<sup>3</sup> О «пятой силе» см.: Существует ли «пятая сила»? // Природа. 1987. № 6. С. 105; Еще раз о «пятой силе» // Там же. № 11. С. 107.

## Космические исследования

### Запуски космических аппаратов в СССР: ноябрь—декабрь 1988 г.

В ноябре—декабре 1988 г. в Советском Союзе было запущено 14 космических аппаратов, в том числе 8 спутников серии «Космос».

Транспортный космический корабль «Союз ТМ-7» доставил на орбитальный научно-исследовательский комплекс «Мир» советско-французский экипаж в составе: А. А. Волков (командир), С. К. Крикалев (бортинженер), гражданин Франции Ж.-Л. Кретьен (космонавт-исследователь).

Корабль многоразового использования «Буран» совершил в автоматическом режиме двухвитковый испытательный полет.

Очередные спутники связи «Молния-1» и «Молния-3» предназначены для эксплуатации системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи и передачи программ Центрального телевидения СССР на пункты сети «Орбита», а также в рамках международного сотрудничества.

Спутник телевизионного вещания «Экран» оборудован ретрансляционной аппаратурой, обеспечивающей в дециметровом диапазоне волн передачу программ Центрального телевидения СССР на сеть приемных устройств коллективного пользования.

Перечисленные космические аппараты были запущены ракетами-носителями «Энергия», «Союз», «Молния», «Циклон» и «Протон».

20 ноября 1988 г. в Дели министр иностранных дел СССР Э. А. Шеварднадзе и министр иностранных дел Индии П. В. Нарасимха Рао подписали соглашение о долгосрочном сотрудничестве в исследовании и исполь-

| Космический аппарат | Дата запуска | Параметры начальной орбиты |            |                   |                       |
|---------------------|--------------|----------------------------|------------|-------------------|-----------------------|
|                     |              | перигей, км                | апогей, км | наклонение, град. | период обращения, мин |
| «Буран»             | 15.XI        | 251,6                      | 265,7      | 51,6              | 89,5                  |
| «Космос-1979»       | 18.XI        | 408                        | 432        | 65                | 92,8                  |
| «Космос-1980»       | 23.XI        | 852                        | 880        | 71                | 101,9                 |
| «Космос-1981»       | 24.XI        | 245                        | 374        | 62,8              | 90,4                  |
| «Союз ТМ-7»*        | 26.XI        | 253                        | 305        | 51,6              | 89,9                  |
| «Космос-1982»       | 30.XI        | 215                        | 403        | 70                | 90,4                  |
| «Космос-1983»       | 8.XII        | 250                        | 270        | 62,8              | 89,5                  |
| «Экран»             | 10.XII       | 35 455                     | 35 455     | 1,5               | 1419                  |
| «Космос-1984»       | 16.XII       | 195                        | 345        | 62,8              | 89,6                  |
| «Молния-3»          | 22.XII       | 477                        | 39 042     | 62,7              | 700                   |
| «Космос-1985»       | 23.XII       | 529                        | 549        | 73,6              | 95,2                  |
| «Прогресс-39»       | 25.XII       | 193                        | 255        | 51,6              | 88,7                  |
| «Молния-1»          | 28.XII       | 654                        | 38 870     | 62,8              | 700                   |
| «Космос-1986»       | 29.XII       | 204                        | 316        | 64,8              | 89,4                  |

\* Параметры орбиты после коррекции.

зовании космического пространства в мирных целях.

24 ноября 1988 г. в Вене состоялось подписание договора о проведении совместного советско-австрийского космического полета. Договор будет осуществляться на коммерческой основе и предусматривает подготовку гражданина Австрии к космическому полету.

Продолжался полет к планете Марс автоматической межпланетной станции «Фобос-2». На траектории перелета регулярно проводились измерения характеристик межпланетной среды, регистрация космических γ-всплесков и исследование физических процессов на Солнце. Получены дополнительные данные о структуре и динамике солнечной поверхности. По данным телометрической информации, бортовые системы и научная аппаратура станции «Фобос-2» функционируют нормально.

Таким образом, в 1988 г. в Советском Союзе было запущено 107 космических аппаратов, в том числе три пилотируе-

мых космических корабля «Союз ТМ», шесть автоматических грузовых кораблей «Прогресс», две автоматических межпланетных станции «Фобос», 79 спутников «Космос», 12 спутников связи «Молния», «Экран», «Радуга», «Горизонт», два метеорологических спутника «Метеор-2» и «Метеор-3», исследовательские спутники «Фотон» и «Океан», корабль многоразового использования «Буран». Кроме того, советской ракетой-носителем был запущен индийский спутник IRS-1A.

## Космические исследования

### Полет «Атлантиса»

2 декабря 1988 г. с космодрома на мысе Канаверал (США) состоялся 27-й успешный запуск космической транспортной системы «Спейс шаттл». В качестве орбитальной ступени был использован корабль «Ат-

лантис», на борту которого находился экипаж из 5 космонавтов: командир корабля Р. Гибсон, пилот Г. Гарднер, специалисты по операциям на орбите Р. Муллейн, Дж. Росс и У. Шеперд (который, как и Г. Гарднер, впервые совершил полет в космос).

«Атлантис» благополучно вышел на расчетную круговую орбиту высотой 385 км и наклоном  $57^\circ$ .

Полет «Атлантис» проводился по программе министерства обороны США в обстановке строгой секретности. Однако, по сведениям из неофициальных источников, просочившихся в американскую печать, полезным грузом в этом полете был секретный спутник нового поколения для радиолокационной разведки, оснащенный радиолокаторами бокового обзора с высокой разрешающей способностью.

7 декабря «Атлантис» совершил посадку на авиабазе Эдвардс (штат Калифорния); длительность полета составила 4 сут 9 ч 4 мин; корабль совершил 96 витков вокруг Земли; его посадочная масса 88 т.

Вот некоторые данные о транспортной космической системе «Спейс шаттл» (на примере орбитальной ступени «Колумбия»). Система состоит из орбитальной ступени — космического корабля многоразового использования (ракетоплана) с тремя маршевыми жидко-реактивными двигателями (ЖРД) и ЖРД маневрирования; корабль крепится к трем цилиндрическим элементам системы — наружному подвесному топливному баку и двум твердотопливным ускорителям. Подобно обычным ракетам-носителям система стартует вертикально, ее стартовый вес 2040 т.

Стартовая масса «Колумбии» 114 т, включая выводимую на орбиту полезную нагрузку до 30 т, экипаж и топливо для ЖРД маневрирования; общая длина орбитальной ступени 37,2 м, размах крыльев 23,8 м.

При старте начинают работать одновременно ракетные двигатели двух ускорителей и три маршевых ЖРД орбитальной ступени. После окончания работы ракетных двигателей ускорители приводятся на парашю-

тах в Атлантическом океане, а затем морскими судами отбуксировываются к мысу Канаверал для повторного использования. После окончания работы маршевых ЖРД орбитальной ступени отделяется подвесной топливный бак — огромный цилиндр из алюминия (длина 47 м, диаметр 8,38 м, стартовый вес около 750 т), который, продолжая движение по баллистической траектории, входит в плотные слои атмосферы и разрушается; его обломки падают, как правило, в Индийский океан. Таким образом, в отличие от остальных частей системы «Спейс шаттл», подвесной топливный бак является элементом одноразового использования.

Первый испытательный полет системы «Спейс шаттл» с орбитальной ступенью «Колумбия» был успешно проведен 12—14 апреля 1981 г. После гибели орбитальной ступени «Челленджер» в январе 1986 г. флот орбитальных ступеней включает три корабля — «Колумбию», «Дискавери» и «Атлантис».

С. А. Никитин  
Москва

#### Астрофизика

### Сколько лет Вселенной?

Возраст Вселенной оценивают двумя независимыми методами: по наблюдаемой скорости разбегания галактик («космологический» возраст) и по возрасту старейших звезд Галактики — звезд шаровых скоплений («звездный» возраст). Возраст скоплений получают при расчете моделей эволюции звезд, и согласно им  $t = (16—18) \cdot 10^9$  лет. «Космологический» возраст зависит от постоянной Хаббла  $H_0$  и параметра  $\Omega$  — плотности вещества во Вселенной (безразмерной величины, являющейся отношением плотности к гравитационной энергии). Так, если  $H_0 = 50$  км/(с·Мпк) и  $\Omega = 0,06$ , то  $t = 17 \times 10^9$  лет, что не противоречит «звездному» возрасту. Но уже при  $H_0 = 75$  км/(с·Мпк)  $t = 11 \times 10^9$  лет, а если еще и

$\Omega = 1$ , то  $t = 8,6 \cdot 10^9$  лет, т. е. Вселенная становится в 1,5—2 раза моложе Галактики!

Сейчас многие данные указывают на то, что  $H_0 > 50$  км/(с·Мпк), а  $\Omega = 1$ . Это означает, что существует большое расхождение «звездного» и «космологического» возрастов. Были предприняты попытки найти физические процессы, приводящие к уменьшению возраста шаровых скоплений, и теоретически ряд процессов такого рода действительно найден. Но прямые факты, свидетельствующие о том, что возраст скоплений завышен, отсутствовали.

Недавно Х. Бучер (H. Bucher; Астрономический институт Каптейна, Голландия) с большой точностью определил в звездах разного возраста отношение количества радиоактивного тория ( $^{232}\text{Th}$ , период полураспада  $14 \times 10^9$  лет) и стабильного неодима. Оказалось, что у всех исследованных звезд оно одинаково! Отсюда следует, что подавляющая масса тяжелых элементов в Галактике возникла одновременно, в самом начале ее формирования. Ведь если бы Галактика обогащалась тяжелыми элементами непрерывно, как полагалось до сих пор, у более молодых звезд относительная доля Th была бы выше: синтезированный позднее торий, попадающий в звезды при их рождении из межзвездной среды, не успел бы распасться.

Но если процесс обогащения был одноактным, то уже другие данные, а именно относительное содержание Th и U в метеоритах, дают надежную оценку времени этого события: обогащение произошло не раньше, чем  $11 \cdot 10^9$  лет назад. В итоге Бучер сделал вывод, что возраст даже самых старых звезд не превышает  $11 \times 10^9$  лет и получаемый на основе теории звездной эволюции возраст  $(16—18) \cdot 10^9$  лет сильно завышен.

Независимо к такому же выводу пришли Ю. Г. Шевелев, В. А. Марсаков и автор (Ростовский государственный университет) на основе совершенно других данных. Исследуя звезды

<sup>1</sup> Bucher H. // Nature. 1987. Vol. 328. P. 127.

спектрального класса F (красные карлики с низкой температурой поверхности, находящиеся на поздней стадии эволюции), мы установили, что их возраст, определяемый из моделей звездной эволюции, систематически завышается у объектов с низким содержанием металлов. А поскольку в шаровых скоплениях содержание металлов очень мало, для них это завышение весьма значительно, не менее  $5 \cdot 10^9$  лет, так что в действительности их возраст примерно в 1,5 раза меньше общепринятой оценки.

Итак, появилось по крайней мере два независимых свидетельства в пользу меньшего, чем принято думать, возраста старейших звезд Галактики. Его теперь можно согласовать с «космологическим» возрастом при  $H_0 > 50$  км/(с · Мпк) и  $\Omega \sim 1$ , и «сделать» тем самым Вселенную в 1,5 раза моложе.

**А. А. Сучков,**  
доктор физико-математических наук  
Ростов-на-Дону

#### Астрофизика

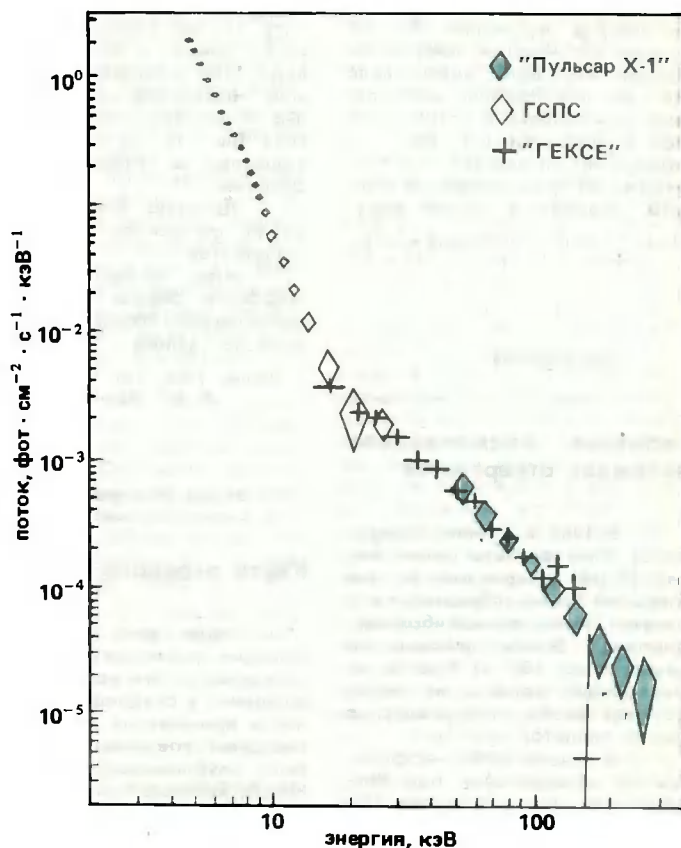
### Еще один кандидат в черные дыры!

26 апреля 1988 г. прибор, установленный на японском спутнике «Гинга», обнаружил рентгеновскую новую в созвездии Лисички. С 15 мая Международная орбитальная обсерватория «Рентген» на модуле «Квант» начала наблюдения этого объекта.

В его спектре обнаружены две составляющие: мягкая — с температурой излучения около 20 млн град. (она была зарегистрирована прибором «Гинга») и жесткая — с температурой около 1 млрд град.

Анализ показал, что новая в Лисичке принадлежит к подклассу «мягких» рентгеновских новых, для спектра которых характерны мощная мягкая составляющая и жесткий «хвост»; время жизни подобных звезд порядка месяца. (Оптическим компонентом рентгеновского источ-

ника является звезда чрезвычайно низкой светимости.) Рентгеновское излучение «мягких» рентгеновских новых не пульсирует (как, например, у рентгеновских пульсаров); отсутствуют в нем и короткие вспышки, наблюдаемые у барстеров. Подобными свойствами обладали рентгеновские новые, обнаруженные в 1977 г. в созвездии Змееносца, и источник A062000 в Единороге. (Последняя система имеет большую массу, около  $3,2 M_{\odot}$ , и поэтому ее считают одним из наиболее вероятных кандидатов в черные дыры.) Во время рентгеновской вспышки из-за прогрева поверхности нормальной звезды и аккреционного диска оптическая яркость системы резко возрастает.



Спектр излучения рентгеновской новой в созвездии Лисички по данным трех приборов обсерватории «Рентген»: «Пульсар X-1», ГСПС и «ГЕКСЕ».

ника является звезда чрезвычайно низкой светимости.) Рентгеновское излучение «мягких» рентгеновских новых не пульсирует (как, например, у рентгеновских пульсаров); отсутствуют в нем и короткие вспышки, наблюдаемые у барстеров. Подобными свойствами обладали рентгеновские новые, обнаруженные в 1977 г. в созвездии Змееносца, и источник A062000 в Единороге. (Последняя система имеет большую массу, около  $3,2 M_{\odot}$ , и поэтому ее считают одним из наиболее вероятных кандидатов в черные дыры.) Во время рентгеновской вспышки из-за прогрева поверхности нормальной звезды и аккреционного диска оптическая яркость системы резко возрастает.

При сравнении рентгеновской новой в Лисичке с источником Лебедь X-1 (вероятным кандидатом в черную дыру среди массивных систем) видно, что отличаются они лишь яркостью оптического компонента. Спектр излучения Лебедя X-1 также имеет мягкую и жесткую составляющие с параметрами, близкими к параметрам новой в Лисичке. Аналогично Лебедю X-1, при переходе в другое состояние у новой в Лисичке вспыхнул слабый радиоисточник.

Можно привести еще один аргумент в пользу того, что компактный объект в Лисичке представляет собой черную дыру. В модели Н. И. Шакуры и Р. А. Сюняева рентгеновское излучение плоского аккреционного диска в двойной системе с черной дырой в основном направлено перпендикулярно плоскости системы и только малая его часть преобразуется в атмосфере нормальной звезды в

оптическое излучение. В изотропно излучающей нейтронной звезде эта доля значительно больше. Как показали наблюдения, рентгеновский поток у новой в Лисичке в 10 тыс. раз превышает оптический, что подтверждает предположение о новом кандидате в черные дыры.

Письма в *Астрономический журнал*. 1988. Т. 14. № 9. С. 771—786.

#### Планетология

### Гипотеза космического «снежка» отвергается

В 1986 г. группа сотрудников Университета штата Айова (США) предположила, что Мировой океан образовался в результате постоянной «бомбардировки» Земли небольшими (массой до 100 т) снежными метеорными телами, миллионы которых якобы сталкиваются с нашей планетой ежегодно.

В начале 1988 г. астрономы из обсерватории при Университете штата Аризона (Тусон, США) обнаружили на фототриграммах звездного неба полосы, которые они связали с подобными рыхлыми телами, состоящими из льда и частиц космической пыли.

Астрохимик Т. Донахью (T. Donahue; Университет штата Мичиган, Анн-Арбор, США) среди данных, полученных с бортовой космической аппаратуры «Вояджер-2», нашел указание на присутствие весьма большого количества водорода в около-солнечном пространстве, примерно в том районе, где пролегает орбита Земли. Этот газ мог здесь появиться, выделившись из космических «снежков», когда ультрафиолетовое излучение Солнца разлагало входящие в их состав молекулы воды<sup>1</sup>.

Однако Д. Холл и Д. Шиманский (D. Hall, D. Shimansky; Лаборатория по изучению Луны и планет, Тусон, штат Аризона), подвергнув новому ана-

лизу те же данные «Вояджера-2», пришли к обратному выводу. Они утверждают, что самое тщательное изучение данных не подтвердило присутствия хотя бы 1/8 того количества водорода, на которое указывал Донахью.

Донахью, повторив измерения, согласился с выводами оппонентов.

Итак, загадку рождения Мирового океана с помощью космических исследований решить не удалось.

*Nature*. 1988. Vol. 335. № 6190. P. 417 (Великобритания).

#### Химия атмосферы

### Карта озонного слоя

Через день после ратификации американским сенатом международного договора о сокращении в следующем десятилетии применения хлорфторуглеродных соединений на 50 % были опубликованы результаты НАСА, которые показали, что с 1969 по 1986 г. слой озона над самыми населенными районами Северной Америки и Европы уменьшился на 5 %. А в высоких северных широтах за зимние месяцы наблюдается его утоньшение более чем на 6 %.

Эти данные заставили фирму «Дюпон» — основного производителя хлорфторуглеродов в мире и лидера по разработкам химикатов-альтернатив, прекратить производство хлорфторуглеродов.

*International Wildlife*. 1988. July-August. P. 13. (США).

#### Химия атмосферы

### Молнии — источник соединений азота

Около 100 разрядов молний, ударяющих в землю каждую секунду, являются одним из источников соединений азота, считают Э. Францблау и К. Попп (E. Franzblau, C. Popp;

Институт горных и технологических разработок, штат Нью-Мексико, США).

Раньше предполагалось, что в основном азот производят бактерии и микроскопические грибы, в которых этот элемент скапливается или же вступает в такие соединения с кислородом, которые затем могут потребляться растениями и животными. Однако после двухлетних исследований соединений азота, образующихся в результате вспышки молний, Францблау и Попп убедились, что молнии производят столько же азота, сколько и другие природные источники.

Как удалось установить американским исследователям, совместное воздействие тепла, ударной волны и электрического поля от разряда молнии разрушает связи между молекулами азота и позволяет его атомам соединяться с кислородом.

*National Wildlife*. 1988. August-September. P. 28 (США).

#### Организация науки

### Федеральные лаборатории — источник коммерческой технологии

В США действуют свыше 400 федеральных лабораторий; на научно-исследовательские работы в них расходуется ежегодно около 20 млрд долл. Министерства обороны и энергетики, а также НАСА оплачивают около 84 % этих расходов, остальные средства поступают от министерства здравоохранения, торговли и сельского хозяйства.

В федеральных лабораториях работают свыше 100 тыс. инженеров и ученых, что составляет примерно шестую часть всего научно-исследовательского персонала.

Недавно в США учрежден Федеральный лабораторный консорциум. Это группа специалистов, финансируемых правительством, задача которых — содействовать сотрудничеству между федеральными лабораториями и частными фирмами.

<sup>1</sup> Космические «снежки» — источник Мирового океана? // *Природа*. 1988. № 12. С. 103—104.

За истекшее десятилетие конгресс провел несколько законов, направленных на получение коммерческого эффекта от передачи лабораторных технологий фирмам. Однако партнерство между федеральными лабораториями и фирмами наталкивается на ряд трудностей. Главное препятствие заключалось в том, что правительство неохотно утверждает контракты, которые дают одной фирме исключительные права на уникальную технологию, что резко повышает ее конкурентоспособность. Если же технология передается сразу нескольким фирмам, вступает в силу правило частного сектора: «То, что доступно каждому, утрачивает ценность». Поэтому фирмы отказываются от контрактов с федеральными лабораториями и проводят собственные исследования.

Чтобы преодолеть это препятствие, конгресс с 1980 по 1986 г. провел серию законов, разрешающих федеральным лабораториям иметь дело с индивидуальными фирмами.

Второе препятствие — трудность передачи фирмам секретных технологий. Критерии рассекречивания таких технологий довольно неопределенны, что вызывает настороженность обоих партнеров.

Между тем руководители крупнейших федеральных национальных лабораторий (в Ливермор, Беркли, Лос-Аламосе и Окридж) стремятся увеличить коммерческий эффект своих исследований, поскольку нуждаются в поддержке конгресса при утверждении фондов.

Взаимные усилия заинтересованных сторон имели успех. В 1987 г. Ливерморская национальная лаборатория им. Лоуренса совместно с тремя фирмами начала разработку нового типа суперпластичной стали. На эти работы будет израсходовано 1,8 млн долл, из фондов Министерства энергетики.

В течение последних трех лет Окриджская национальная лаборатория сотрудничает с фирмой «Мартин Маризтта». Ранее в этой лаборатории был создан дистанционно управляемый робот стоимостью 1 млн долл. Он предназначен для со-

оружения установок по переработке топлива на радиоактивно загрязненной территории. В настоящее время создается коммерческий вариант такого робота совместно с дочерней компанией фирмы.

Кроме того, ведутся совместные разработки изделий из никелевого алюминиды, выдерживающего исключительно высокие температуры, а также сверхпрочных керамических материалов для режущих инструментов, прочность которых в 25 раз превышает стандартные параметры.

И все же поток технологий от федеральных лабораторий к частным фирмам крайне скудный. Огромный научный и технологический потенциал страны, сосредоточенный в федеральных лабораториях, по мнению специалистов, используется неэффективно.

Science. 1988. Vol. 240. № 4854. P. 874—876 (США).

#### Физика

### Электрон отталкивается от фотона

Сейчас широко обсуждается проблема квантовых невозмущающих измерений — такой процедуры регистрации физической величины (координаты, энергии, квадратурной компоненты и др.), которая бы не возмущала эту величину или возмущала ее достаточно слабо в процессе измерения<sup>1</sup>. Уже проведено несколько квантовых невозмущающих измерений квадратурной компоненты поля в оптическом диапазоне. Более заманчивая и, одновременно, более трудная задача — осуществить квантовые невозмущающие измерения энергии, т. е. создать неразрушающий счетчик квантов. Его можно будет использовать для передачи информации без энергетических потерь, в квантовом компью-

тере Фейнмана, в эксперименте по поиску гравитационных волн и пр. Ключевая проблема здесь — обеспечить малую диссипацию энергии и одновременно сильное нелинейное взаимодействие с прибором (энергия связи должна быть пропорциональна энергии или квадрату координаты измеряемой системы).

В. Б. Брагинский и С. П. Вятчинин (Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова) для измерения энергии распространяющегося по световоду электромагнитного импульса предложили использовать квадратичное рассеяние электрона. Электрон, летящий вдоль световода без оболочки, колеблется в неоднородном поле электромагнитного импульса и отталкивается от него силой Миллера, пропорциональной квадрату электрического поля  $E$ ; таким образом, энергия связи пропорциональна  $E^2$  и тем самым выполнено условие квантового невозмущающего измерения энергии.

Если скорость электрона  $v_e$  близка к скорости волны  $v_m$ , так что  $(v_m - v_e)/v_e = \ll 1$ , электромагнитный импульс будет медленно обгонять электрон и время их взаимодействия увеличится. При этом частота колебаний электрона  $\omega_e$  будет много меньше частоты электромагнитного импульса  $\omega_m$ , что приведет к увеличению амплитуды колебаний электрона и, следовательно, силы Миллера. Приведенные авторами оценки показывают, что можно провести невозмущающие измерения энергии одного кванта.

«Платой» за такие измерения станет возмущение фазы, т. е. неопределенный сдвиг электромагнитного импульса (фотона) по оси времени на величину  $\Delta t_e$ , так что  $\Delta E \Delta t_e \gg \hbar$ . Кроме того, обмен энергией между электроном и фотоном может быть довольно сильным — если электрон получил связанную с поперечным движением энергию  $\Delta E_\perp$ , то фотон потеряет значительно большую энергию  $\Delta E_\parallel = -\Delta E_\perp / \chi$ . Конечно, можно сделать  $\Delta E_\parallel = 0$ . Но неопределенность поперечного импульса

<sup>1</sup> Подробнее об этом, а также о квадратурной компоненте поля см., напр.: Халили Ф. Я. Квантовые невозмущающие измерения // Природа. 1987. № 8. С. 70.

электрона приведет к дополнительно возмущению энергии фотона, которая, однако, по оценкам авторов, невелика.

Physics Letters A. 1988. Vol. 132. № 4. P. 206—208 (США).

## Физика

### Перспективы использования лазеров на свободных электронах

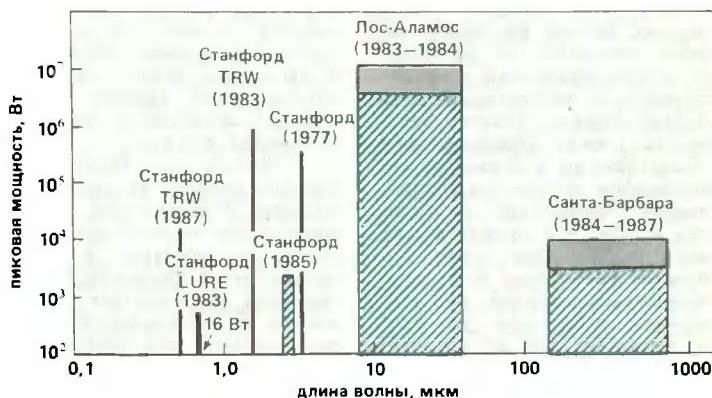
Лазеры на свободных электронах — перестраиваемые, потенциально высокоомощные источники когерентного электромагнитного излучения в широком частотном диапазоне, от далекого инфракрасного до далекого ультрафиолетового. Эти уникальные свойства вселяют надежды на их применение в различных областях — от медицины до СОИ.

Наиболее широкий диапазон настройки в лазерах этого типа достигнут сейчас в Лос-Аламосской лаборатории и в Университете штата Калифорния (Санта-Барбара).

Единственный недостаток лазеров на свободных электронах — их высокая стоимость: даже малые устройства стоят миллионы долларов, поэтому делать такие лазеры небольших размеров и мощностей экономически невыгодно.

Поскольку почти все магнитные решетки (вигглеры), где создается знакопеременное магнитное поле, имеют периоды порядка нескольких сантиметров, длины волн лазерного излучения определяются в основном энергией электронов. Для создания пучков электронов используются новейшие высокоэнергетические ускорители. Каждый соответствует определенному энергетическому диапазону. Поэтому можно наметить корреляцию ускорителей с тем диапазоном, где их эксплуатация наиболее эффективна.

Определенным длинам волн в микроволновом диапазоне соответствуют различные приложения: изучение материалов; химия; СОИ; медицина и хирургия; физика твердого тела.



**Диапазон перестройки различных лазеров на свободных электронах.** По оси абсцисс — длина волны излучения, по оси ординат — пиковая мощность.

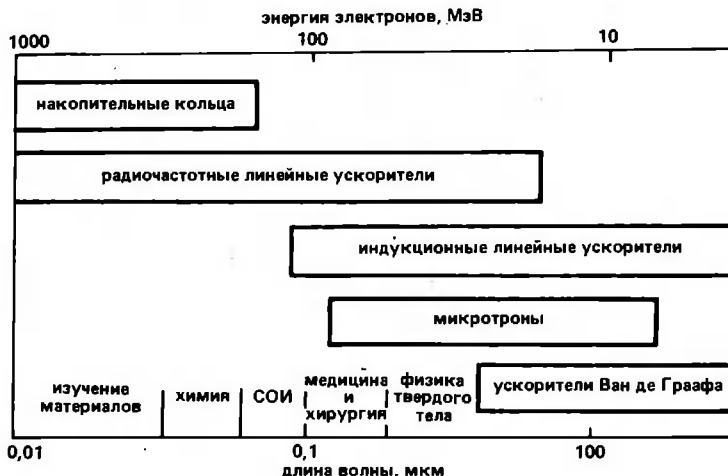
Соотношение между длинами волн лазерного излучения и энергиями электронов приблизительно, поскольку периоды вигглеров и напряженности магнитных полей строго не фиксированы. Границы между областями приложений также несколько размыты. По мере совершенствования технологий происходит расширение и перекрывание областей.

Весьма перспективно использование накопительных ко-

лец. Впервые соответствующий лазер был создан в Лаборатории использования электромагнитного излучения (Орсэ, Франция). При энергии электронов 220 МэВ было получено лазерное излучение в диапазоне 570—640 нм (красная область спектра). Однако мощность излучения оказалась слишком низкой — всего 3 мВт.

Главное препятствие на пути к большим мощностям и меньшим длинам волн — отражающие зеркала. Создаются новые конфигурации оптических резонаторов с излучением, падающим на зеркала под сколькими углами. Такие системы способны отражать далекое ультрафиолетовое и мягкое рентгеновское излучение с коэффициентом отражения свыше 50 %. Однако для еще более жесткого излучения зеркал пока не существует.

**Области использования различных видов электронных ускорителей.**



В последнее время лазеры на свободных электронах стали применять для изготовления микросхем. При достаточной интенсивности лазерного излучения фоторезист можно удалить с кремниевой микросхемы прямым испарением, без дополнительной химической обработки. Удастся и осаждать на поверхность микросхемы нужные вещества, освещая лазером газ или жидкость, расположенные над микросхемой.

Изучается также возможность использовать такие лазеры как противоракетное оружие. С этой целью планируется создать и испытать лазер на полигоне. Однако, как считают специалисты, защита от большого числа выпущенных одновременно ракет нереальна. Возможно, лазер на свободных электронах будет полезен для защиты нескольких надежно укрытых ракет.

Science. 1988. Vol. 239.  
№ 484. P. 1115—1121 (США).

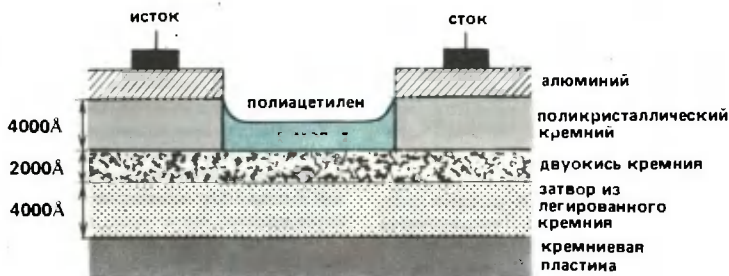
#### Техника

### Полиацетилен в полупроводниковых приборах

В Кембриджском университете (США) разработан первый полевой транзистор, активные элементы которого сделаны из органического соединения — полиацетилена. Эти элементы в сотни раз меньше, чем аналогичные из соединений германия и кремния, применяемых в настоящее время в полупроводниковых приборах. При создании транзистора использовалась химическая технология, разработанная в Даремском университете (США).

В молекуле полиацетилена атомы углерода связаны одинарной или двойной связью. Электроны, осуществляющие эти связи, могут находиться как в валентной зоне, так и в зоне проводимости, поэтому полиацетилен может работать как полупроводник с шириной запрещенной зоны 1,5 эВ.

В отличие от германия или кремния полиацетилен в электрическом поле меняет свои оптические свойства: происхо-



Структура полевого транзистора, сделанного на основе полиацетилена.

дит перераспределение зарядов и формируется промежуточное состояние между валентной зоной и зоной проводимости. Оно и образует новую оптическую полосу поглощения в инфракрасном диапазоне, что позволяет контролировать материал и его свойства в этом состоянии методами инфракрасной спектроскопии.

Способность полиацетилена изменять оптические свойства в определенных условиях дает возможность использовать его в системах оптоэлектроники.

New Scientist. 1988. Vol. 119.  
№ 1630. P. 41 (Великобритания).

#### Техника

### Упругомагнитный механизм оптической записи

На смену традиционной магнитной записи, широко используемой в настоящее время в накопителях информации (жестких магнитных дисках больших ЭВМ, гибких дисках персональных компьютеров и магнитных лентах), по-видимому, придет реверсивная магнитооптическая (МО) запись. В ней плотность записи на порядок больше, чем в высококачественных накопителях на магнитных дисках, и в 50—100 раз больше, чем в дисковых накопителях массового производства. Зазор между головкой и диском исключает возможность повреждений; в таких системах для записи и считыва-

ния информации используется лазерный луч.

До сих пор считалось, что МО-запись происходит терромагнитным способом. Диск, покрытый магнитной пленкой состава «редкоземельный металл — переходный металл» (например, TbFe или CdFe, CdCo), помещается в постоянное магнитное поле, перпендикулярное плоскости диска. Лазерный луч нагревает локальные области на диске до критических температур, что ведет к размагничиванию нагретого участка. Остывая, участок намагничивается полем в направлении, перпендикулярном плоскости диска. Намагниченный таким образом материал поворачивает плоскость поляризации при отражении поляризованного света. Это явление и используется для считывания информации.

Г. П. Берман, В. А. Середкин, Г. И. Фролов и В. Ю. Яковчук (Институт физики СО АН СССР, Красноярск) исследовали МО-запись на пленках TbFe и DyFe световыми импульсами в широком диапазоне длин волн и длительностей. Были получены результаты, которые нельзя объяснить, основываясь на терромагнитном механизме. Так, полученные на его основе оценки температуры в центре нагреваемой области превышают температуру испарения пленки. Кроме того, излучение, зарегистрированное в экспериментах, не в состоянии разогреть образец до критических температур. Поэтому запись информации нельзя объяснить этим механизмом.

Авторы предложили другой механизм (упругомагнитный), учитывающий большую магнитострикцию использованных в экспериментах сплавов. Если длительность светового им-

пульса мала, а диаметр облучаемого участка гораздо больше толщины пленки, то, как показывают оценки, поглощение энергии излучения вызывает сжатие этого участка. Развиваемое при этом давление достаточно для его перемagnитничания в поле за счет магнитострикции.

Из нового механизма следует ряд выводов. Так, записывать информацию на пленках «редкоземельный металл — переходный металл» можно при постоянной температуре, накладывая небольшое статическое давление. В диапазоне длительностей импульсов  $\tau \sim 10^{-7} \div 10^{-10}$  с минимальная регистрируемая энергия уменьшается с уменьшением величины  $\alpha t$ , где  $\alpha$  — коэффициент поглощения света.

Эти выводы были подтверждены экспериментами. Оказалось также, что для записи информации на пленке TbFe необходимо приложить давление того же порядка, что и давление, оказываемое на бумагу карандашом при письме.

По мнению авторов, использование упругомагнитной записи может значительно расширить функциональные возможности устройств оптической памяти, так как сокращает длительность цикла записи — стирание.

Письма в ЖТФ. 1988. Т. 14. Вып. 11. С. 2029—2032.

#### Генетика

### Перспективы лечения болезней крови методами генной инженерии

Р. Миллиген (R. Milligan; Уайтхедский институт биомедицинских исследований в Кембридже, штат Массачусетс, США) и Т. Папайаннопулу (Т. Papayannopoulou; университетский госпиталь в Сизтле, США) пересадили ген, кодирующий синтез гемоглобина человека, мышам. Результат этой работы может быть использован для лечения таких заболеваний, при которых синтез гемоглобина нарушен, например талассемии. Это тяжелая наследственная болезнь кро-

ви, когда повышается синтез эмбрионального гемоглобина и в эритроцитах присутствуют большие количества дефектного гемоглобина, так как ген, кодирующий его синтез, не может работать нормально. Жизнь больных талассемией поддерживается только с помощью ежемесячных переливаний донорской крови.

Выход может быть найден, если ввести в клетки костного мозга, вырабатывающие эритроциты, ген, кодирующий синтез нормального гемоглобина. Авторы использовали один из штаммов ретровируса, несущий копию гена  $\beta$ -глобина человека. У мышей удаляли клетки костного мозга, которые «заражали» таким вирусом и вводили их обратно в костный мозг мышам. Подопытные животные начинали продуцировать как человеческий, так и мышинный  $\beta$ -глобин. Возможно, что помимо талассемии способ, предложенный авторами, позволит лечить и другие генетические болезни крови.

Nature. 1988. Vol. 331. No 6151. P. 35—37 (Великобритания).

#### Биохимия

### Природный антифриз

Д. Янг (D. Yang; Лаборатория биокристаллографии Питтсбургского Университета, США) выделил пептид со свойствами антифриза из клеток арктической камбалы. Рентгеноструктурный анализ показал, что пептид представляет собой белковую альфа-спираль (типа штопора) длиной 5 нм. Определена его первичная структура (аминокислотная последовательность).

Понятно, что подобные вещества со свойствами антифриза препятствуют образованию крупных кристаллов льда, повреждающих живые ткани. Специфика структуры пептидов-антифризов объясняет, как они связываются с ядрами образования ледяных кристаллов. Природный антифриз из клеток арктической камбалы — первый, строение которого изучено

рентгеноструктурным анализом. Известно еще три вида подобных соединений. Изученный пептид со структурой типа штопора является диполем — при электростатическом притяжении к кристаллу льда все его молекулы ориентируются в одном направлении. При этом полярные группы боковых радикалов некоторых аминокислот разворачиваются таким образом, что становится возможным их связывание с атомами ледяных кристаллов. Молекулы воды при этом ориентированы так, что исключается дальнейший рост кристаллов льда после присоединения пептида к центру льдообразования.

Если новый природный антифриз будет получен биотехнологическими способами, его можно будет использовать для исследования структуры переохлажденных водных растворов.

Nature. 1988. Vol. 333. No 6170. P. 232 (Великобритания)

#### Физиология

### Фактор роста нервов из эмбриональной мышцы

40 лет назад экспериментально было показано, что в процессе эмбриогенеза сначала происходит перепроизводство нейронов в пределах нейронной популяции, а затем их количество сокращается до нормы. Осталось непонятным, что определяет выживаемость и, тем самым, конечное число нейронов.

Р. Оппенгейм с сотрудниками (R. Oppenheim; Университет Вэйк-Форест, штат Северная Каролина, США) показали на примере мотонейронов, что мышцы куриного эмбриона 8—9-го дня развития выделяют некоторое вещество, фактор роста нервов. Если ввести его в более «молодой» эмбрион 5—6-го дня развития, то значительно снижается гибель мотонейронов. Новый фактор специфичен по происхождению (мышечный) и по мишеням, поскольку не влиял на выживаемость других нейронных популяций (сенсорных, симпатических и парасимпатиче-

ских). Фактор терял активность после нагревания в течение 45 мин при 60 °C и после обработки трипсином, что свидетельствует о его возможной белковой природе. Авторы работают над очисткой и расшифровкой структуры нового нейротропного фактора.

Science. 1988. Vol. 240. № 4854. P. 919—922 (США).

#### Физиология

### О правшах и левшах

Правши и левши отличаются по ряду признаков, в том числе по продолжительности жизни. Среди людей до 20 лет левшей 13 %, а среди 50-летних — лишь 5 %; их почти нет среди 90-летних. Ученые из Калифорнийского университета (США) и Университета Британской Колумбии (Канада) задались вопросом, каким образом асимметрия функций мозга сказывается на длительности жизни? Они предположили влияние трех факторов: стрессов, которые при рождении повышают вероятность появления левшей, а впоследствии могут стать причиной повышенной смертности; изменение реакции иммунной системы у левшей; более частых травм левшей в мире, приспособленном для правшей. Третий фактор представляется вполне очевидным, а роль остальных в последнее время подтверждена интересными данными.

Австралийские исследователи показали, что недоношенные дети (до 1 кг при рождении) в возрасте 4 лет несколько отстают в умственном развитии и среди них 54 % левшей, тогда как среди детей, рожденных в срок, их лишь 8—15 %<sup>2</sup>. По мнению авторов, разделение функций правой и левой рук закладывается к 31-й неделе развития плода. Изучая второй фактор, группа французских

биологов показала в опытах на мышах, что введение стимулятора иммунной системы усиливает иммунный ответ у «левшей»<sup>3</sup>. Эти данные подтвердили наблюдения на людях, из которых следует, что аутоиммунность и аллергичность у левшей выше из-за высокой иммунной реактивности. В определенных условиях это может сказаться на выживаемости.

В. Л. Цибульский,  
кандидат биологических наук  
Москва

#### Эмбриология

### Гистамин в эмбриогенезе

Итальянские эмбриологи под руководством А. Коччары (A. Cossiga; Биологический институт в Палермо) обратили внимание на то, что у беременных женщин в крови резко увеличена концентрация гистамина (производное аминокислоты гистидина, которое находится в организме в связанном состоянии и освобождается при аллергических реакциях) и предположили, что эмбрионы выделяют вещества, способствующие этому. Обнаружено, что среда, в которой развивались 2—4-клеточные эмбрионы, активизирует выброс из лейкоцитов гистамина. Из нее выделили и очистили вещество (названное фактором, стимулирующим секрецию гистамина) с молекулярной массой около 5 кД. Этот фактор действовал спустя 10 мин после добавления, и при увеличении его концентрации от 1 до 10 мкг/мл высвобождение гистамина возрастало от 15 до 52 %. Действие фактора носило специфический характер. Поскольку неоплодотворенные яйцеклетки не выделяют фактора, его наличие в культуральной среде может быть использовано для оценки жизнеспособности эмбрионов.

Journal of Reproduction Immunology. 1988. Vol. 13. № 1. P. 41—52 (США).

#### Медицина

### Позитронно - эмиссионная томография в диагностике эпилепсии

Группа Г. Чугейни (H. Chugani; Медицинский центр в Лос-Анджелесе при Калифорнийском университете) использовала метод позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) для диагностики эпилепсии. Обследовали 8 детей в возрасте до 5 лет, страдающих сильными приступами эпилепсии (по 15—20 в день), не поддающихся контролю врача и лечению противосудорожными препаратами. Обычно эти дети живут не более 10 лет.

При обследовании использовали глюкозу, меченную радиоактивными изотопами. У всех детей наблюдали нарушения метаболизма глюкозы в определенных областях головного мозга и таким образом выявили ткани мозга, ответственные за болезненные проявления. У 6 детей нарушения локализовались в одном из полушарий, что дало возможность провести хирургическое лечение путем удаления части полушария. Один из шести оперированных детей, которому в возрасте 1,5 лет удалили левое полушарие, к 4 годам начал ходить и говорить. При удалении одного полушария в раннем возрасте его функции берет на себя оставшееся полушарие, причем физические и умственные способности восстанавливаются достаточно полно.

Подобные операции были бы невозможны без диагностики методом ПЭТ. В отличие от компьютерной томографии и ядерного магнитного резонанса, которые позволяют выявить сравнительно грубое перерождение ткани, происходящее на поздней стадии развития болезни, метод ПЭТ фиксирует не столько структуру головного мозга, сколько процессы, протекающие в нем на ранней стадии заболевания.

Science News. 1988. Vol. 113. № 18. P. 280—281 (США).

<sup>1</sup> Halpern D. F., Coren S. // Nature. 1988. Vol. 333. № 6170. P. 213.

<sup>2</sup> O'Callaghan M. J., Tudehope D. I. et al. // Zancot. 1987. № 8542. P. 1155.

<sup>3</sup> Neveu P. J., Barneoud P. et al. // Brian Research. 1988. Vol. 457. № 2. P. 392—394.



## Земноводные и пресмыкающиеся в городе

Крупные города — неподходящее место для существования естественных популяций земноводных и пресмыкающихся. Однако тенденции их неуклонного и быстрого исчезновения на урбанизированных территориях можно, как показывает опыт Берлина, где встречается 13 видов земноводных и 7 — пресмыкающихся, противостоять<sup>1</sup>.

Состояние берлинской герпетофауны, как и в других крупных городах, катастрофически ухудшалось; по некоторым оценкам, с 1970 по 1980 г. ее численность сократилась на 90 %. Однако в 1979 г. в Берлине начала действовать первая специальная группа «природной герпетологии», основной задачей которой стало сохранение земноводных и пресмыкающихся в городской среде. Сейчас лишь два вида земноводных — зеленая жаба и прудовая лягушка — могут существовать в Берлине без поддержки человека.

Из очередного отчета о деятельности энтузиастов-герпетологов следует, что в работе по поддержанию фаунистического разнообразия участвует ныне свыше 100 человек. Они проводят инвентаризацию и контроль за состоянием герпетофауны в городе, разрабатывают стратегию и тактику сохранения этих видов животных на урбанизированных территориях, участвуют в координации деятельности городских служб, предприятий и общественных организаций с целью снизить ущерб природной среде, расчищают нерестовые водоемы и другие места обитания земноводных, создают искусственные водоемы для их размножения. И уже начиная с 1980 г. снились темпы исчезновения естественных мест размножения (теперь — около 5 % в год). На

непосредственные работы, связанные с улучшением условий обитания земноводных и пресмыкающихся, берлинские энтузиасты охраны природы затрачивают примерно 10 тыс. человеко-часов.

Этот опыт может быть полезен и для нас. Например, в Москве еще можно встретить представителей 11 видов земноводных и 5 — пресмыкающихся, но их состояние ухудшается на глазах, и очевидно, что они не смогут выжить без поддержки человека. Но в Москве на сегодня такой поддержки им никто не оказывает. Ведущиеся несколькими специалистами (помимо основной работы) наблюдения могут лишь констатировать печальные изменения. Даже самые простые рекомендации, направленные в Научно-исследовательский и проектный институт Генплана Москвы, не реализуются, поскольку ни одна государственная или общественная организация не проявляет заинтересованности.

Д. В. Семенов  
Москва

### Биология

## Болезнь тюленей

Причиной недавней массовой гибели тюленей в Северном и Балтийском морях оказался вирус, подобный вирусу чумы собак. Его выделил А. Остерхаус (А. Osterhaus; Национальный институт здоровья и гигиены окружающей среды, Витховен, Нидерланды). Он обнаружил, что не только больные животные имели в крови антитела к этому вирусу, но и некоторые здоровые — что свидетельствует об их контакте с вирусом. Показано, что вирус через носовой секрет или слюну животных попадал в лимфатическую систему, где внедрялся в Т- и В-лимфоциты и в макрофаги. Спустя неделю эти клетки иммунной системы распространялись из лимфатической системы по организму, и находящийся в них вирус заражал клетки легких, мозга, кишечника и других органов. Жи-

вотные смогут выжить, если иммунная система справится с вирусом в тот период, когда он находится в клетках лимфатической системы. Дальнейшее его распространение по организму ведет к гибели животных.

По мнению голландских ученых, вирус передается тюленям от северных медведей, а также от песцов. В Нидерландах проведены первые опыты по вакцинации тюленей с использованием вакцины, приготовленной из белков вирусной оболочки. Вакцинированные животные выживали, тогда как невакцинированные погибали через 7—8 дней после начала заболевания. Обсуждаются проблемы вакцинации тюленей, которые находятся в море или в малодоступных для их отлова местах.

Nature. 1988. Vol. 335. № 6185. P. 20  
(Великобритания).

### Экология

## В компании — теплее

Установлено, что в скоплениях головастики различных амфибий, образуемых не для поиска пищи, в экспериментальных и естественных условиях выражен «эффект группы», когда в скоплении замедляются рост и развитие. Но с какой же целью тогда личинки земноводных собираются в группы?

Сотрудники Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова Г. С. Сурова и С. Г. Корнилова изучили структуру скопления головастика травяной (*Rana temporaria*) и остромордой (*R. arvalis*) лягушек в четырех разных по гидрологическим условиям водоемах Московской области. Эти скопления существовали от 30 мин до нескольких часов; мечение головастика показало, что состав скоплений непостоянен.

Температура среды внутри таких скоплений оказалась в среднем на 2° выше, чем снаружи, на расстоянии менее 5 см. Если над скоплением на поверхность воды помещали кусок льда, температура воды в месте скопления падала с 20,4

<sup>1</sup> Naturschutzarbeiten in Berlin und Brandenburg. 1988. Bd. 23. № 2—3. S. 48—51.

до 17 °С. Однако скопление не распадалось, а делилось на два, которые как бы обтекались холодный участок и располагались вдоль него в воде с температурой 19,6°.

Итак, вероятная причина формирования непищевых скоплений личинок амфибий — возможность обогреться таким способом.

Экология. 1988. № 4. С. 49—54.

## Экология

### Гляциологи объясняют замор рыбы

В последние десятилетия в пресноводных бассейнах Скандинавских стран наблюдаются весьма крупные заморы рыбы; они происходят сразу после зимней оттепели и с наступлением весны. Исследователи связывают заморы с очень резким повышением именно в эти периоды кислотности воды, однако причина заморы до конца оставалась невыясненной.

Английские гляциологи Р. Малвени, Э. Уолф (R. Mulvaney, E. Wolff; Британское управление антарктической съемки в Лондоне) и К. Отс (K. Oates; Ланкастерский университет) в целях реконструкции древнего климата исследовали химический состав и структуру льда из колонок, полученных бурением в Антарктиде. Они обнаружили, что в точках Y-образного сочленения трех соседствующих ледяных «зерен» находятся скопления серной кислоты, причем столь необычно высокой концентрации, которая не позволяет ей замерзнуть. В условиях Антарктиды, где сера появляется почти исключительно в ходе естественных процессов, а лед практически не тает, сера и образуемая ею серная кислота остаются скованными в леднике постоянно. В Северном полушарии значительная часть газообразных соединений серы поступает в атмосферу в результате сжигания ископаемых видов топлива, а затем, превращаясь в серную кислоту или ее соли, с осадками возвращается на землю. В зимние оттепели

с ежегодным весенним таянием серная кислота, скопившаяся в точках сочленения ледяных «зерен», сразу и в больших количествах поступает в талые воды. На это уходит не более двух суток, и незамедлительно отражается на кислотности пресноводных бассейнов. Особенно губительно высокая кислотность воды сказывается весной, когда только что отложена икра или недавно появилась молодь.

Сейчас специалисты проводят сравнительное изучение структуры льдов Антарктиды и Скандинавии, чтобы установить правильность высказанного предположения о причине массовых заморы пресноводных организмов в условиях потеплений.

New Scientist. 1988. Vol. 117. № 1603. P. 33 (Великобритания)



Экология

### Планета Земля: народонаселение и экология

Фонд народонаселения при ООН опубликовал отчет о численности жителей на планете, ее динамике и перспективах влияния на среду обитания. Три с половиной века назад на Земле было около 500 млн человек, но уже к началу наполеоновских войн стало более 1 млрд, а к концу первой мировой войны — 2 млрд. В 1960 г. народонаселение достигло 3 млрд, в 1975 г. — 4 млрд, в 1987 г. — 5 млрд; предполагается, что к 2000 г. оно превзойдет 6 млрд, а к 2010 г. составит около 7 млрд. Демографы считают, что народонаселение может стабилизироваться примерно к 2100 г., достигнув 10 млрд.

Почти весь предполагаемый прирост придется на развивающиеся страны, которые и сегодня не всегда могут себя прокормить.

Сейчас в городах живет втрое больше людей, чем в 1950 г., а к концу века в них сосредоточится половина населения Земли, в том числе 75 % всех жителей Латинской Америки, 42 % — Африки, 37 % — Азии.

Повсеместно происходит

наступление городов на сельскохозяйственные земли. В США (с их малым общим приростом населения) таким путем за 1967—1975 гг. было утрачено около 2,5 млн га.

Средний миллионный город за сутки поглощает примерно 625 тыс. т воды, 2 тыс. т продуктов питания, 9,5 тыс. т горючего и выбрасывает при этом до 500 тыс. т жидких, 2 тыс. т твердых и 950 т газообразных отходов. И все это часто поступает в природную среду без должной обработки. Согласно оценкам, в 1973 г. в городах чистой водопроводной водой пользовались 74 % жителей, а в сельской местности — 39 %; канализацией — соответственно 52 и 14 %. Во многих районах Нигерии, Буркина-Фасо, Эфиопии, Индии трудно обеспечить людей даже теми 30 л воды на душу населения в сутки, которые считаются минимумом. Детская смертность от дизентерии в таких районах особенно велика.

Ныне площадь тропических лесов ежегодно сокращается на 11 млн га, пахотный слой — на 26 млрд т, территории пустынь увеличивается на 6 млн га. Вырубка лесов, расширение пастбищ ведет к усилению эрозии почв и понижению водоносного слоя.

Промышленно развитые страны несут большую долю ответственности за ухудшающееся состояние среды. Хотя в них живет менее 1/4 человечества, потребляют они до 3/4 всей производимой в мире энергии, 85 % лесоматериалов, 72 % выплавляемой стали и т. д. Следствием индустриальной деятельности стали те 31 млн га лесов Западной Европы и Северной Америки, которые пострадали от кислотных дождей. По одной из оценок, общее количество токсичных промышленных отходов в мире достигает 370 млн т/год.

Отчет заканчивается рекомендациями: развивающимся странам принимать меры к ограничению безудержного роста населения, а промышленно-развитым — решительно бороться со всеми видами антропогенного ухудшения экологической обстановки на Земле.

Ambio. 1988. Vol. XVII. № 5. P. 352—353 (Швеция).



## Экономия воды в туалетах

Национальная федерация США по охране живой природы настаивает, чтобы все штаты последовали примеру Массачусетса, который первым ввел требование пользоваться в туалетах сливными бачками новой конструкции с экономным расходом воды — не более 6 л, что вдвое меньше, чем сливается за один раз в настоящее время.

Поскольку на туалеты приходится примерно 30—40 % всего домашнего расхода воды, эта мера может оказать значительное влияние на будущую потребность городов в воде, а следовательно, позволит, например, снизить число необходимых плотин на реках, нарушающих природную среду.

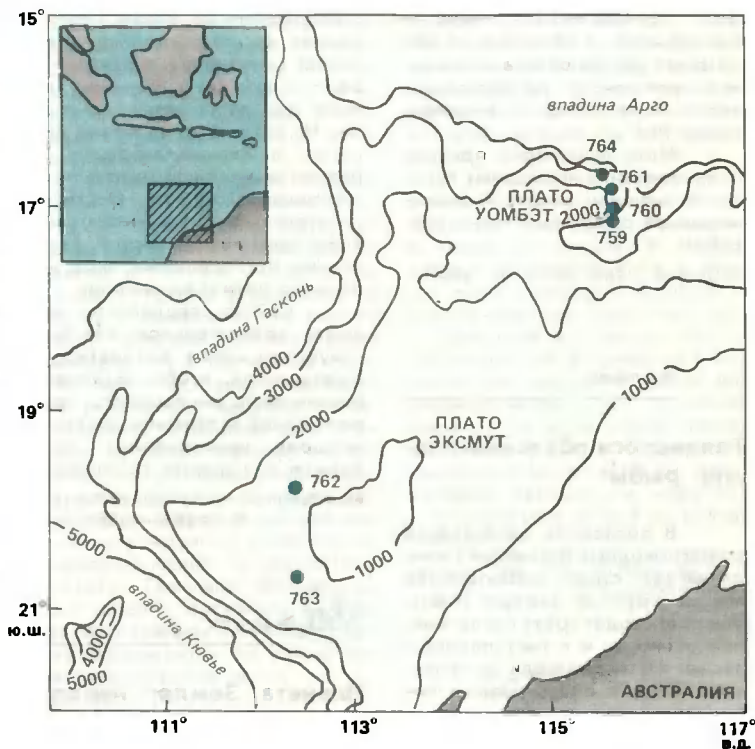
International Wildlife. 1988. July-August. P. 28 (США).

## Геология

### 122-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюции»

Рейс проходил в пределах подводного плато Эксмут, которое расположено к северо-западу от Австралии и является частью пассивной окраины Австралийского материка, некогда погружившейся на глубину свыше 1 км. Это плато представляет собой фрагмент континентальной коры с фанерозойским осадочным чехлом мощностью более 8 км; с севера, запада и юга оно окружено глубоководными впадинами Арго, Гасконь и Кювье, подстилаемыми океанической корой.

Основной целью бурения в 122-м рейсе ставилось изучение осадочного чехла плато Эксмут, в котором запечатлена история его формирования и погружения<sup>1</sup>. Бурение велось



Положение скважин глубоководного бурения (759—764) в 122-м рейсе «ДЖОЙДЕС Резолюции» (на врезке заштрихован район исследований; цифры на изобатах — глубина океана, м).

в двух точках на южном окончании плато и в четырех точках в его северной, более погруженной части (в районе плато Уомбэт). Всего пробурено 15 скважин, из которых извлечено в общей сложности 2445 м керна. Его предварительное изучение (с учетом материалов проводившегося здесь поисково-разведочного бурения на нефть и газ) позволяет восстановить историю накопления осадков в пределах плато.

В течение перми — среднего триаса (дорифтовая фаза) и позднего триаса — средней юры (рифтовая фаза) в центральной части плато чередовались прибрежные и мелководно-морские условия, которые отмечены мощной (более 3 км) толщей преимущественно терригенных отложений. Источни-

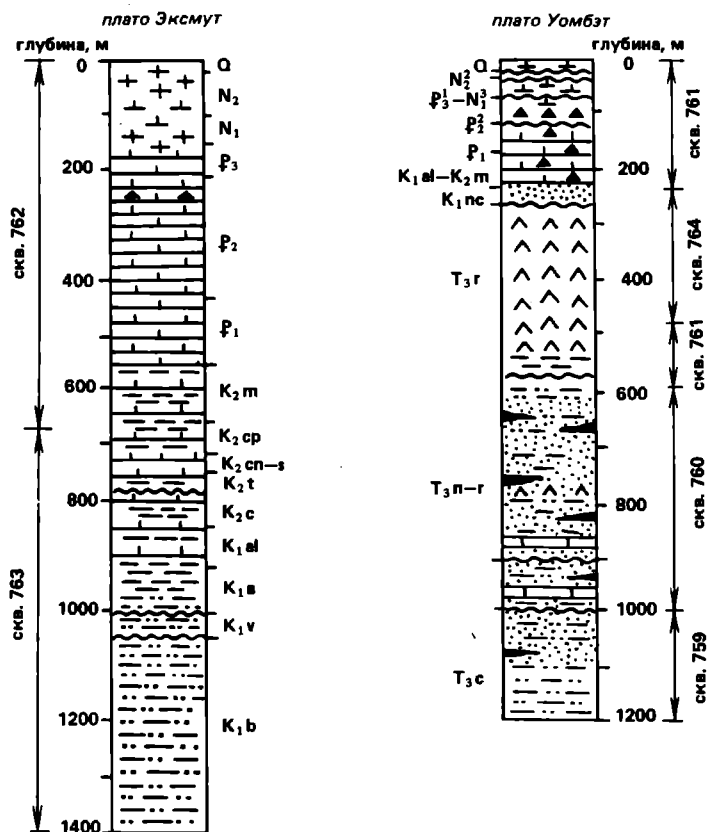
ком для них служил материал, сносимый с Австралийского материка. В районе плато Уомбэт среди отложений присутствует заметное количество рифогенных карбонатных пород, формировавшихся в мелководных заливах. В поздней юре — неокоме в южной и центральной частях накапливались пелагические осадки, обогащенные терригенным материалом и органическим веществом. Эти отложения формировались в условиях продельты<sup>2</sup>, постепенно продвигавшейся на северо-запад (дельтовая фаза).

В это время в районе плато Уомбэт происходило интенсивное раскалывание коры, сопровождавшееся образованием горстов и грабенов; в связи с поднятием отдельных блоков шел разрыв трасовых отложений, оказавшихся в приповерхностных условиях.

В следующую, пострифтовую фазу (поздний неом —

<sup>1</sup> Ocean Drilling Program. 1988. Leg. 122. P. 1—4.

<sup>2</sup> Продельта — часть дельты, расположенная в море глубже зоны эффективной волновой эрозии.



Сводные разрезы осадков на плато Эксмут и Уомбат (Q — четвертичные отложения; N<sub>2</sub> — верхний плиоцен; N<sub>1</sub> — миоцен; N<sub>3</sub> — нижний олигоцен; P<sub>3</sub> — олигоцен; P<sub>2</sub> — средний эоцен; P<sub>1</sub> — эоцен; P<sub>1</sub> — палеоцен; K<sub>2</sub> — верхний мел: m — маастрихт, cp — кампан, sp — с — коньяк-сантон, t — турон, c — сенман; K<sub>1</sub> — нижний мел: al — альб, a — апт, v — валанжин, nc — неоком, b — берриас; T<sub>3</sub> — верхний триас: r — рэт, n — н — норий-рэт, c — карний).

- Нанопланктонный ил
- Нанофораминиферовый ил
- Нанопланктонный пясчый мал
- Пелагический известняк
- Рифоганный известняк
- Глина, аргиллит
- Алверит, алверолит
- Песок, песчаник
- Кремни
- Уголь, ископаемая почва
- Перерыв

начало позднего мела) скорость накопления осадков повсеместно резко замедлилась, поскольку уменьшилось поступление терригенного материала. Начиная с позднего мела на медленно погружавшемся плато установились открытоокеанические условия с соответствующим характером седиментации: накопление чистых нанопланктонных илов и писчего мела, мощность которых в южной части плато достигла 500—800 м. Эта карбонатная толща служит в настоящее время экраном для диффундирующих из подстилающих триасовых отложений газообразных углеводородов.

Одним из наиболее интересных результатов рейса является пробуренный и опробованный почти полный разрез морских отложений рэтского яруса триаса. До последнего времени подобные разрезы были известны только в Западной Европе.

Материалы рейса после лабораторного изучения помогут более ясно представить геологическую историю региона и глубже понять некоторые вопросы, касающиеся эволюции континентальных окраин.

И. А. Басов,  
кандидат географических наук  
Москва

#### Геофизика

### Между ядром и мантией Земли

Среди сейсмологов, специалистов по физике высоких давлений и геоманнитологов растет интерес к взаимодействиям, происходящим на границе между мантией и ядром, которые, по-видимому, оказывают большое

влияние на «тепловую машину» нашей планеты и ее магнитное поле. Этой проблеме был посвящен доклад П. Олсона (P. Olson; Университет им. Дж. Гопкинса, Балтимор, штат Мэриленд) на конференции Американского геофизического союза в мае 1988 г.

Исследователь указал, что различия в точке плавления между породами внешней части ядра и верхней мантии способствуют теплообмену, ведущему к усиленной конвекции в жидком внешнем ядре и медленному отвердеванию внутреннего. Эти физические процессы и создают «геодинамо» — механизм, возбуждающий магнитное поле планеты.

Тепловая энергия ядра, очевидно, порождает мантийные «плюмы» — восходящие потоки

разогретого материала в пограничном слое между ядром и мантией. Они сокращают время, затрачиваемое на перенос тепла к поверхности Земли, всего до нескольких миллионов лет.

Тепловой поток между ядром и мантией существенно влияет и на сложную историю обращений магнитного поля Земли, в ходе которой его полярность периодически меняется на обратную. «Вмороженное» в геологические породы магнитное поле свидетельствует о таких обращениях в отдаленном прошлом и позволяет судить об изменениях процессов конвекции в ядре планеты во времени. Палеомагнитные свидетельства подобного рода, как считает Олсон, указывают на то, что в истории Земли периоды, когда ее магнитное поле было нестабильным, длились дольше, чем эпохи стабильности.

Eos. Transactions of the American Geophysical Union. 1988. Vol. 69. № 24. P. 654 (США).

## Геофизика

### Как использовать тепловую энергию вулкана?

Министерство энергетики США, создав специальную геолого-геофизическую группу во главе с Дж. Н. Гарднером (J. N. Gardner; Лос-Аламосская национальная лаборатория), приступило к осуществлению особого вулканологического проекта, предусматривающего глубинное бурение в пределах кальдеры вулкана Вальес в северной части штата Нью-Мексико. Предполагается с помощью специального оборудования, способного выдерживать высокие температуры, пройти не менее 1750 м и поднять из глубин бездействующего ныне вулкана образцы пород, еще не изливавшихся на поверхность при последних извержениях. (Технология бурения и подъема колонок разрабатывалась и проверялась на месте при двух пробных бурениях на меньшие глубины.)

Главное внимание исследователей сосредоточено на изучении флюидов, циркулирующих на различных глубинах в порах трещиноватых вулканических пород. Эти флюиды служат переносчиком тепловой энергии из вулканической камеры, лежащей на глубине около 5 км. Хотя некоторые вулканические термальные скважины в США и ряде других стран (Японии, Новой Зеландии, Исландии) уже дают промышленную энергию, механизм теплопередачи в недрах остается слабо изученным, а использование тепла — недостаточно эффективным. Поэтому основные задачи исследователей кратера Вальес связаны с фундаментальной вулканологией, геофизикой, сейсмологией, геодинамикой. Они надеются собрать уникальные данные о физических и химических процессах, происходящих в жидкостях и перегретом паре в условиях «живой» вулканической камеры и вокруг нее. Помимо этого, прояснятся многие проблемы переноса и осаждения растворенных веществ, впоследствии образующих залежи полезных ископаемых; такие залежи могут оказаться доступными для добычи в некоторых бездействующих ныне вулканических гидротермальных системах. Существенно, что в вулкане Вальес процессы минерализации и рудообразования можно исследовать непосредственно в их развитии.

Проект «Кальдера Вальес» рассчитан на четыре года. Science News. 1988. Vol. 134. № 7. P. 108 (США).

## Геотектоника

### Существовал ли океан Япетус?

Тектонические модели эволюции раннепалеозойских орогенных поясов, простиравшихся от Аппалачей в Северной Америке до горных образований на Британских о-вах

и Скандинавии, включают идею о существовании древнего океана Япетус (это название ему дали в 1972 г. английский геолог У. Гарланд и Р. Джейер). В протерозое (700 млн лет назад) этот океан раскрывался, а затем в конце силура (400 млн лет назад) закрылся, в результате чего образовался огромный материк Лавразия. Таким образом, на протяжении длительного времени Япетус разделял обширные континентальные массы Северной Америки (Лаврентьевский щит) и Евразии (Балтийский щит). Такие построения основывались на анализе палеомагнитных, палеонтологических и палеогеографических данных. Однако ныне идея существования Япетуса как «полномерного» океанического бассейна отвергается.

Р. Мейсон (R. Mason; геологический факультет Университетского колледжа, Лондон) обнаружил существенные различия в геологическом строении Британии и Скандинавии. По его мнению, распространенные здесь ультраосновные и основные породы не могут быть фрагментами коры единого широкого океанического бассейна. Фаунистические остатки кембрийского и ордовикского возраста свидетельствуют, что вмещающие их осадочные толщи были тектонически перемещены из смежных районов в послепалеозойское время. В результате таких движений некоторые области Британии и Скандинавии, как показывают их разрезы, представляют собой переслоение тектонических пластин различного происхождения. Автор установил также, что устойчивые фации осадочных толщ нижнего палеозоя, распространенные по южному краю Лавразии, прерываются между Британией и Скандинавией.

Эти новые геологические факты можно объяснить, предположив, что в раннем палеозое существовал огромный океан Протетис, отделявший Северную Америку и Евразию от материка Гондваны. Фрагменты северной окраины этого океана и обнаруживаются в строении нижнепалеозойских образований на территории Северной Америки, Британии, Северной Европы.

Япетус же, считает Мейсон, если и существовал в действительности, то лишь самых минимальных размеров — в виде вклинивавшегося с севера на юг в континентальные массы Лавразии узкого морского бассейна.

Geology. 1988. Vol. 16. № 9.  
P. 823—826 (США).

# Геотектоника

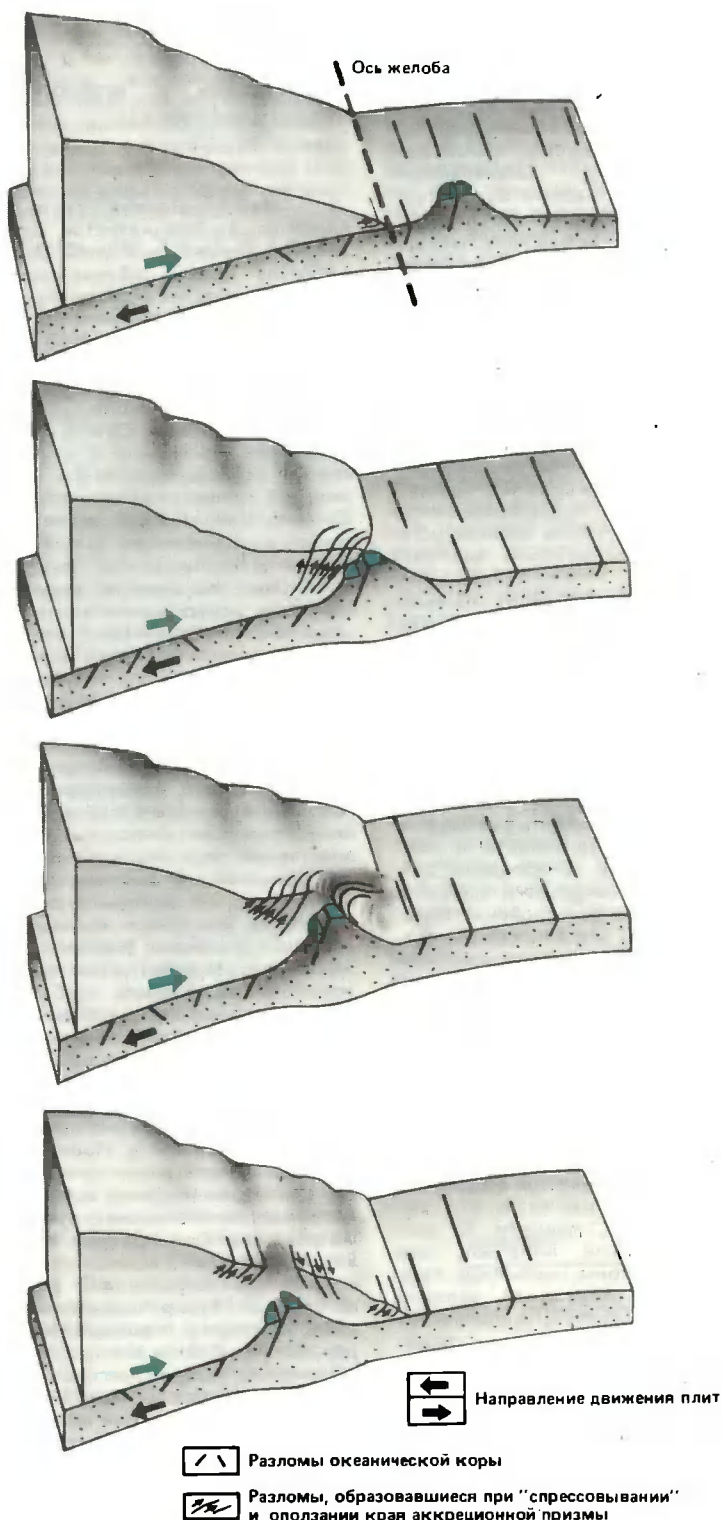
## Поглощение вулканов при субдукции

Известно, что на дне морей и океанов много подводных хребтов и отдельных гор. Из-за дрейфа литосферных плит эти хребты и горы оказываются в зонах субдукции, где одна из плит пододвигается под другую. Во франко-японской программе «Кайко»<sup>1</sup> одной из ее задач было изучение процессов, происходящих при поглощении вулкана Касима в глубоководном Японском желобе. Непосредственные наблюдения велись с автономного погружаемого аппарата «Наутилус» (глубина погружения до 6 км, экипаж 3 человека).

Один из вулканов под-

<sup>1</sup> Kaiko — подводный желоб, яп.

**Модель поглощения подводных вулканов в Японском желобе:**  
— до начала поддвига вулкана. Край континента оползает в глубоководный желоб и частично поглощается в зоне субдукции. Океаническая кора разбита разломами в результате изгиба субдицируемой плиты;  
— этап, соответствующий современному положению вулкана Касима. Половина вулкана вовлечена в поддвиг и опущена на 1500 м, что повлекло местное поднятие края континента;  
— этап поглощения вулкана, наблюдаемый в зоне сочленения Японского и Курильского желобов. Участок местного поднятия продвинулся в глубь континента;  
— полное поглощение вулкана под континентальной окраиной. О его присутствии свидетельствуют необычный рельеф и магнитные аномалии.



водной цепи, Касима имеет высоту 3,5 км и диаметр около 70 км. В настоящее время он уже оказался частично пододвинутым под о. Хонсю. При сохранении современной скорости поддвига Тихоокеанской плиты, составляющей 10 см/год, Касима будет полностью поглощен за 500 тыс. лет. Наблюдаемые при этом деформации края материкового склона Японии хорошо согласуются с известной моделью аккреционной призм. Исследователи считают, что при определенном наклоне пододвигаемой плиты континентальный край начинает оползать в желоб и его материал поглощается в нем; при более пологом наклоне континентального края его материал как бы «спрессовывается» сжатием. В обоих случаях устанавливается профиль равновесия.

С учетом этого механизма С. Лаллеман и Кс. Ле Пижон (S. Lallemant, X. Le Pichon) промоделировали процесс субдукции плиты с углом наклона  $4,5^\circ$ , что соответствует наклону Тихоокеанской плиты в Японском желобе при наличии в рельефе вулкана Касима. Благодаря модели стало возможным проследить взаимодействие края континента и подводной горы в процессе субдукции с начального момента до полного исчезновения горы. Результаты моделирования совпадают с реально наблюдаемой морфологией континентальной окраины и интерпретацией сейсмического профиля этого района. Кроме того, сопоставление модели со строением дна в зоне сочленения Японского и Курильского желобов и результатами анализа магнитного поля говорит о существовании в этом месте уже поглощенного вулкана (по расчетам, его высота 1,8 км, диаметр 30 км). Исследователи полагают, что и другие зоны необычных поднятий на подводной окраине Японии с соответствующими им магнитными аномалиями свидетельствуют о присутствии под ней значительного числа вулканических построек.

La Recherche. 1988. Vol. 19. № 197. P. 402—404 (Франция).

## Вулканология

### Экспедиции к южнополярным вулканам

Международная группа, включающая специалистов Аргентины, Испании и Италии, разработала проект «Вулкантар», цель которого — всестороннее изучение вулканических процессов в Антарктике. В 1988 г. была организована экспедиция во главе с геологом Х. Вирамонте (J. G. Viramonte; Университет провинции Сальта, Буэнос-Айрес, Аргентина) к о. Десепшен ( $63^\circ$  ю. ш.,  $61^\circ$  з. д.), который входит в архипелаг Южных Шетландских о-вов и имеет вулканическое происхождение.

Хотя по данным американского искусственного спутника Земли «NOAA-10» 23 июля 1987 г. отмечался столб дыма и газа, вздымавшийся над этим островом, экспедиция на месте не обнаружила никаких свидетельств недавнего извержения вулкана. Вместе с тем советские полярники, зимующие в 160 км к северо-востоку, на южнополярной станции Беллинсгаузен, зарегистрировали в это время землетрясение, эпицентр которого находился, очевидно, на дне моря поблизости от о. Десепшен. Это наблюдение подтверждается тем фактом, что в период работы экспедиции примерно в 8 км от ее базы были отмечены многочисленные слабые толчки, особенно частые вдоль пятикилометрового разлома земной коры, образовавшегося во время извержения в 1969 г. Проявляли себя сравнительно сильными землетрясениями и сейсмически активные геологические структуры в проливе Брансфилд, в 40—80 км от о. Десепшен. На острове сквозь расщелины земной коры бурно выделялись дым и газы с температурой до  $100^\circ\text{C}$ . Работы по проекту «Вулкантар» продолжаются южнополярным летом 1988/89 г.

Другой известный антарктический вулкан — Эребус посетили ученые Новой Зеландии и США. Они установили, что диаметр лавового озера, обна-

руженного в его кратере во время предыдущих восхождений, увеличился с 20 до 30 м, а уровень лавы в нем колебался прямо на глазах, поднимаясь и опускаясь на 2—5 м за один час. Рядом были открыты два новых лавовых озера поперечником примерно по 10 м, причем одно из них возникло лишь тогда, когда в главном озере уровень лавы был высоким. В течение месяца, пока вулканиологи находились у вершины Эребуса, там нередко раздавались слабые взрывы. Вулканические бомбы взлетали над внутренним кратером и падали обратно. Затем часть купола внутреннего кратера и его стена внезапно обрушились. Количество выделявшейся двуокиси серы достигало в период наблюдений 50 т/сут. Очевидно, ее выброс прямо зависит от площади поверхности лавовых озер. Результаты выполненных на этом вулкане измерений, а также образцы пород и газов изучаются в Лондонском университете под руководством Ф. Кайла (Ph. Kyle).

Eos. Transactions of the American Geophysical Union. 1988. Vol. 69. № 15. P. 209 (США).

## Метеорология

### Метеозффекты и загрязнение атмосферы

М. Алабисо и Ф. Паррини (M. Alabiso, F. Parrini; Центр термоядерных исследований, Милан, Италия) показали характер связи между метеорологическими параметрами и концентрацией двуокиси серы в воздухе. Исследования проводились в районе Турбигио, расположенном в 35 км к западу от Милана, где сконцентрировано большое число источников двуокиси серы (промышленные и коммунальные предприятия).

На пяти станциях наблюдения, расположенных по направлению преобладающих ветров и горно-долинных бризов, в течение трех лет каждые полчаса фиксировались значения концентрации  $\text{SO}_2$ , а на метеостанциях — средние данные

о скорости ветра и его направлении, температуре воздуха, давлении, относительной влажности, количестве осадков. Как и следовало ожидать, параметром, в наибольшей степени связанным с концентрацией загрязнителей воздуха, оказалось направление ветра. Отмечено, что приземные концентрации  $\text{SO}_2$  летом (май—октябрь) почти в 4,5 раза ниже, чем зимой, причем от скорости ветра они не зависят. В зимнее время приземные концентрации  $\text{SO}_2$  уменьшались с ростом скорости ветра и температуры.

Environmental Software. 1988. Vol. 3. № 1. P. 17—21 (международ. журн.).

#### Климатология

### Потепление близится

Междисциплинарная группа сотрудников из Центра космических полетов им. Годдарда НАСА (Гринбелт, штат Мэриленд, США) и Массачусеттского технологического института (Кембридж, США), возглавляемая Дж. Хансеном (J. Hansen), по-новому рассчитала возможный ход планетарного потепления в результате парникового эффекта.

Опираясь на динамику роста концентраций в атмосфере углекислого газа, метана, закиси азота, хлорфторуглеродов, а также пыли вулканического происхождения, они пришли к выводу, что потепление станет отчетливо различимым уже к началу 90-х годов текущего века. Прежде всего оно проявится в низких широтах Мирового океана, на территории Китая, во внутриконтинентальных областях Азии, в полярных морях. Построенные математические модели показывают, что повышение температуры в большей мере будет отмечаться на суше и в покрытых дрейфующими льдами районах, чем в открытом океане. В высоких широтах потепление сильнее скажется на зимних сезонах, чем на летних. Восточные (приатлантические) штаты США потепление захватит сильнее, чем западные (тихоокеанские) и чем основную часть Европы.

Очевидно, экстремальные погодные явления при этом учащаются. Так как изменения будут резкими, возможно, многим биосистемам не хватит времени, чтобы приспособиться к новым условиям окружающей среды, как это бывало при прежних глобальных климатических переменах.

Episodes. 1988. Vol. 11. № 3. P. 228 (Канада).

#### География

### Средиземноморье через 40 лет

В октябре 1988 г. в Сплите (Югославия) состоялась организованная ЮНЕП (Программой ООН по охране окружающей среды) международная конференция, посвященная перспективам изменения среды обитания в Средиземноморском регионе.

Предполагается, что под влиянием глобального потепления климата уровень Средиземного моря, сохранявшийся относительно постоянным на протяжении нескольких тысяч лет, повысится к 2025 г. примерно на 13—55 см, а в последующее столетие — почти на 2 м. Вызвано это будет как массовым таянием ледников, так и естественным тепловым расширением морской воды. Произойдет смещение климатических зон в северном направлении, что увеличит вероятность интенсивных штормов в ныне обычно спокойном Средиземном море.

Считается, что в первый период (до 2025 г.) изменение природных характеристик будет протекать умеренно, а во второй — резко и охватит поверхностные воды, почву, растительность, что скажется на условиях жизни и роде занятий всего прибрежного населения.

По мнению испанского ученого М. Марино (M. Marino), сообщившего о фактах происходящего ныне отступления морского берега в районе дельты р. Эбро (Испания), подъем уровня моря и ужесточение штормов приведут в начале следующего века к прорыву дюн, и, в конечном итоге, под угрозой окажется само существо-

вание характерного ландшафта дельты. Аналогичная угроза нависла над устьем р. Роны (Франция), где увлажненный район Камарг, недавно объявленный национальным парком, может превратиться в болото. Представитель итальянской науки Дж. Сестини (G. Sestini) показал, что с разрывом устья р. По Венеция и прилегающие острова станут подвергаться более частым наводнениям, если не позднее конца текущего века не войдут в строй проектируемые ныне шлюзы и дамбы. В противном случае не только Венеция, но и соседние Лидо, Градо и Линьяно будут разрушены, лагуны превратятся в глубокие заливы, перелетные птицы потеряют привычные места кормежки и отдыха, большие площади обрабатываемых земель и курортных поселков окажутся под водой.

Но наиболее тяжкие последствия ожидают, по всей видимости, Египет: крупнейший город в дельте Нила — Александрия с населением 3,5 млн человек — почти целиком построен на местности, которая возвышается над уровнем моря менее чем на 1 м. Отступление дельты Нила неуклонно идет уже с 1964 г. Этот процесс неизбежно усугубится с подъемом моря, что создаст прямую угрозу не только Александрии, но и Порт-Саиду.

Конференция обратила внимание всех правительств Средиземноморского региона на необходимость учитывать в долгосрочном планировании факторы, возникающие вследствие подъема уровня Мирового океана.

New Scientist. 1988. Vol. 120. № 1633. P. 16 (Великобритания)

#### География

### Лавинная опасность

Хотя на лавинную опасность приходится менее 1% смертей, связанных с естественными катастрофами, однако все эти смертельные случаи концентрируются в вполне конкретных территориях.

Наибольшую угрозу лавины представляют, по данным К. Смита (K. Smith; Стерлингский университет, Великобритания), для плохо спланированных шахтерских поселков и горных трасс. Так, в Андийском районе в центре Чили около 80 % смертельных исходов, вызванных лавинами, приходится на медные рудники и Трансандийскую железнодорожную магистраль.

Особую проблему представляет лавинная опасность на спортивных площадках в Скалистых горах и Европейских Альпах. По данным лавинной подкомиссии Международной комиссии по спасению в Альпах (IKAR), в странах — членах IKAR регистрируется в среднем 150 смертей за год. Первое место занимает Швейцария; высока смертность и в густонаселенных районах Австрии, Италии, Франции. С 1971 г. принимают участие в работе IKAR и США в связи с ростом числа отдыхающих в горах западных штатов: каждую зиму по субботам в районе каньона Литл-Коттонвуд в штате Юта находятся более 10 тыс. человек и около 2/3 из их числа ежеминутно подвергаются лавинной опасности.

Во многих странах ведется серьезная работа по обустройству зданий, дорог, рекреационных зон в районах лавинной опасности; бюро прогнозов ежедневно сообщает о возможности схода лавин, однако требуется еще много усилий, чтобы изменить существующую тенденцию роста смертности.

Geography. 1988. Vol. 73. № 319. P. 157—158 (Великобритания).

#### Геохимия

### Загадка озера Моно

За последние 40 лет площадь оз. Моно, лежащего в горах Сьерра-Невада на Юго-Западе США (штат Калифорния) сильно уменьшилась. Причина — отвод впадающих в него рек для обеспечения водой многомиллионного Лос-Анджелеса. В связи с постройкой водопроводов

и усыханием озера соленость воды в нем возросла до уровня, пагубного для креветок, а также насекомых, что в свою очередь, подорвало пищевую базу для сотен тысяч птиц, останавливающихся тут на пролете.

Геохимикам давно известно, что состав воды в Моно необычен. Еще в 1940 г., т. е. до начала изъятия воды, его соленость составляла 40 ‰, что несколько выше солености океана. Содержание в озерной воде углерода в 100 раз превышало этот показатель в океане, а pH достигал 9,8. Специалисты единодушно считают, что высокая соленость Моно обусловлена «закрытостью» бассейна; неясным оставался главный источник солей. По мнению гидролога Р. Гаррелса (R. Garrels), соли концентрируются просто в результате испарения. Однако нельзя не учитывать, что озеро находится в районе активного вулканизма, и соли могут быть его продуктами.

Чтобы оценить вклад в химический состав воды озера вулканических выделений, У. Брэккер и С. Стайн (W. Broecker, S. Stine; Геологическая обсерватория им. Ламонта и Дозэрти, Палисейдс, штат Нью-Йорк) провели анализ образцов воды, собранных в период с 1957 по 1986 г.; измерили содержание изотопов углерода в открытой туфом гальке на осушенных в период с 1919 по 1958 г. берегах озера; определили химический состав туфовых глин, образовавшихся на береговой линии озерных островков вулканического происхождения (данные за период 1600—1919 гг., когда водное зеркало находилось на максимальной отметке); изучили состав туфовой коры, покрывающей пни деревьев, произраставших, по данным радиоуглеродного анализа, между 550 и 1150 гг., когда уровень озера был низким. Сведя воедино данные за последние 1150 лет, исследователи пришли к выводу о существенном воздействии на воды озера глубинной вулканической активности под его дном.

Установлено, что в истории озера было два периода с резким ростом содержания в нем  $\text{CO}_2$  (около 800 и 400 лет назад), примерно совпадающих

с известными эпизодами повышения вулканической активности. Это могло быть следствием или прямого бурного выделения  $\text{CO}_2$  из недр, или же его «ремобилизации» из поддонных поровых вод благодаря перемешиванию осадочных пород под действием вулканической активности. Существуют свидетельства, что и сегодня продолжается поступление  $\text{CO}_2$  со дна озера, хотя и в меньшем масштабе, чем 400 и 800 лет назад. Примерно треть его дна покрывают осадочные породы, сильно насыщенные газами.

По данным Брэккера и Стайна, построивших график соотношения  $^{14}\text{C}$  и  $^{12}\text{C}$ , дважды — между 1952 и 1958 и между 1966 и 1977 гг. — происходило массовое поступление в воду радиоактивного углерода. Так как в недрах планеты  $^{14}\text{C}$  отсутствует, его источник должен быть искусственным, например испытательные ядерные взрывы. Однако из тех 20 кюри, на которые повысилась радиоактивность начиная с 1950 г., взрывы могут быть ответственны не более чем за 1,5 кюри. К тому же, если бы повышение концентрации  $^{14}\text{C}$  было вызвано испытательными ядерными взрывами в атмосфере, то в водах и осадках озера должны были соответствующие концентрации осколков деления  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{239}\text{Pu}$ . Измеренные Дж. Симпсоном (J. Simpson; Геологическая обсерватория им. Ламонта и Дозэрти) концентрации соответствуют 1,5 кюри, а не 20 кюри  $^{14}\text{C}$ . Следовательно, избыточная радиоактивность  $^{14}\text{C}$  может быть следствием тайного захоронения радиоактивных отходов.

Хотя повышенное содержание  $^{14}\text{C}$  в оз. Моно и не угрожает здоровью населения или природной среде этого района, общезвестность Калифорнии озабочена самой возможностью таких тайных операций.

Eos, Transactions of the American Geophysical Union. 1988. Vol. 69. № 23. P. 633 (США).

# „Он учитель всех нас“

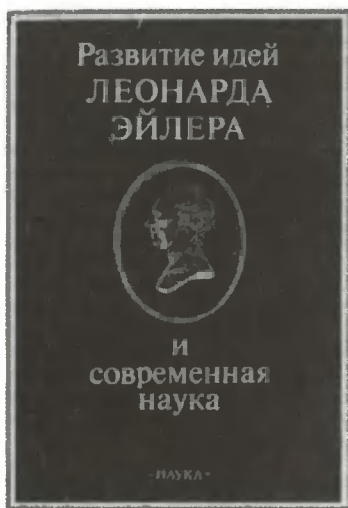
Г. К. Церава

Бокситогорск

**Н**А МОЕЙ памяти вышло в свет три юбилейных сборника материалов о Леонарде Эйлере: в 1935 г. — к 150-летию со дня смерти, в 1958 г. — в честь 250-летия со дня рождения и, наконец, вероятно, последний в текущем столетии сборник (о нем и пойдет речь) — к 275-летию со дня рождения и 200-летию со дня смерти гениального швейцарца, которого с полным правом считают русским ученым. Эти книги, вобравшие в себя лучшее из написанного у нас об Эйлере, лежат на ближней полке моей библиотеки, и при неоднократном обращении к ним я неизменно получаю полнокровные сведения о жизни и интеллектуальном подвиге Эйлера, о динамике научных представлений в XVIII в. Конечно, отечественная эйлероведение отнюдь не ограничивается названными публикациями, однако следует упомянуть, что лишь небольшая часть его сочинений переведена на русский язык, а научной биографии Эйлера (кроме книги для учащихся А. Я. Яковлева, изданной в 1983 г.) у нас пока нет.

Основное достоинство рецензируемой книги в том, что ее авторы опираются на порой неожиданные архивные разыскания, на последние штудии эйлероведов, как советских, так и зарубежных. Книга впервые вводит в научный оборот новые факты из творческой жизни Эйлера (в частности, особенно важного для нас петербургского периода) и дает им оценку.

Сборник, открывающийся вступительными речами академиков А. П. Александрова, Г. И. Марчука, И. Ф. Образцова, Л. Д. Фаддеева и профес-



РАЗВИТИЕ ИДЕЙ ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА / Сб. ст. под ред. Н. Н. Боголюбова, Г. К. Михайлова, А. П. Юшкевича. М.: Наука, 1988. 518 с.

сора В. Энгеля (ГДР) на торжественных собраниях в Москве и Ленинграде в октябре 1983 г., содержит 27 статей 32 исследователей. Часть этих работ подготовлена по текстам докладов на юбилейном симпозиуме в те же октябрьские дни. К сожалению, Н. Н. Поляхов, Н. М. Раскин и А. А. Эйлер не дожили до выхода в свет сборника.

Нельзя без волнения читать очерк старейшего нашего эйлероведа А. П. Юшкевича, дающий свежее и глубокое представление о характере, способе и результатах работы ученого, которого Ж. Л. Даламбер как-то назвал «человеком-дьяволом» и о котором П. Лаплас писал: «Читайте Эйлера, читай-

те, — он учитель всех нас». А. П. Юшкевич как нельзя лучше показал, что идеи Эйлера столь же имманентны современной науке, сколь и наследие И. Ньютона.

В ноябре 1749 г. после восьмилетнего пребывания в Пруссии Эйлер писал из Берлина в Петербург: «...я и все остальные, имевшие счастье служить в Российской императорской академии, должны признать, что всем, чем мы являемся, мы обязаны тем благоприятным условиям, в каких мы там находились... что всем обязан своему пребыванию в Петербургской академии» (с. 47). Нужно ли добавлять, что при Екатерине II, когда Эйлер вернулся в Россию, чтобы остаться там до конца дней своих, условия работы в академии были более благоприятными, чем во времена бироновщины. Статя Ю. Х. Копелевич «Эйлер — член Петербургской академии наук, действительный и почетный» и посвящена объяснению приведенных выше слов ученого.

Велик вклад Эйлера в небесную, или, по его терминологию, «астрономическую», механику. Его становление как астронома падает на первые годы деятельности в России, где ему посчастливилось приобрести к этой науке в первоклассной по тому времени Петербургской обсерватории, руководимой Ж. Н. Делилем. Об этом в статье «Эйлер как астроном и историк науки» пишет Н. И. Невская, основываясь на своих сравнительно недавних архивных изысканиях, а также изучении публикаций в популярном академическом журнале «Примечания на Ведомости». Размышления по поводу опережающих эпоху астрономиче-

ских трудов ученого посвящена работа В. К. Абалакина и Е. А. Гребеникова. Имея в виду, в частности, напечатанное в 1766 г. в «Новых Комментариях» сочинение Эйлера «О движении тела, притягиваемого двумя неподвижными силовыми центрами», авторы утверждают, что реализация в современной космодинамике его идей, «осуществленная прежде всего в работах советских ученых, служит памятником научному подвигу Эйлера и в определенной мере указывает на неразрывную органическую связь между наукой середины XVIII столетия и наукой современной эпохи» (с. 250). Близок по содержанию к вышеназванной статье очерк Н. И. Невской и К. В. Холшевникова, в котором труды Эйлера рассматриваются как основополагающие для всех разветвлений небесной механики.

К «русской» тематике относится статья Е. П. Ожиговой, в которой впервые столь подробно излагаются все перипетии и хлопоты отечественных ученых об издании собрания сочинений Эйлера, так и не осуществленного (отдельные его труды выходили в свет в Петербурге еще при жизни ученого). И когда в 1911 г. после двухлетней подготовки Швейцарское общество естествоиспытателей приступило к публикации «*Leonhardi Euleri Opera omnia*», это грандиозное, ставшее международным и не имеющим аналогов в научном книгоиздании предприятие с самого начала опиралось на активное сотрудничество с нашей Академией наук. Уже вышло в свет 69 томов трех серий. В 1975 г. при активном участии наших ученых началось издание четвертой серии (научная переписка, неопубликованные рукописи и фрагменты), которое, видимо, продлится до конца XX в.

Из статей К. Грау и К. Р. Бирмана (ГДР) мы узнаем о многогранной и, как всегда, продуктивной деятельности Эйлера в пору его пребывания на берегах Шпрее, о «философских и научно-организационных аспектах» берлинского периода его жизни и, наконец, о внутриакадемических коллизиях и психологической несовместимости с рядом лиц — т. е. об обстоятельствах, вынудивших Эйлера вернуться в Россию. К этому периоду относятся его знаменитые «Письма о разных физических и философских материях, писанные к некоторой немецкой принцессе», вышедшие одновременно на французском и русском языках в Петербурге в 1768—1774 гг. Это программное произведение в трех томах, охватывающее мысли Эйлера по широкому кругу мировоззренческих вопросов, является предметом статьи А. Т. Григорьяна и В. С. Кирсанова. Касаясь главным образом физических идей Эйлера, авторы заострили свое внимание на приверженности ученого к эфирной концепции, почему-то оставив за кадром высказывания его по атомистике, о «последних частицах всех тел».

Большую познавательную ценность для историков науки имеет переписка Эйлера с тремя французскими учеными — А. К. Клеро, Ж. Л. Даламбером и Ж. Л. Лагранжем, которая впервые полностью на языке оригинала появилась в 1980 г. в пятом томе IV серии «*Opera omnia*». Публикации предпослано введение А. П. Юшкевича и Р. Татона (Франция), в котором авторы анализируют и комментируют 138 писем, проливающих новый свет как на развитие физико-математических наук в XVIII в., так и на биографии всех четырех участников переписки. В рецензируемой книге приведен текст упомянутого введения, правда, с сокращениями.

Объем рецензии не позволяет даже бегло обозреть помещенные в сборнике статьи о некоторых оставшихся ранее в тени работах Эйлера в области математики (особенно теории чисел), механики и гидродинамики, техники, акустики и теории музыки. Г. Б. Андреева и М. П. Виктурина сообщают о своей находке — прижизненном портрете Эйлера работы И. Ф. Дарбеса, исполненном в Петербурге в 1778 г.; картина хранилась в Третьяковской галерее под названием «Неизвестный старик».

Нельзя не благодарить составителей сборника за то, что они сочли необходимым воспроизвести первую биографию ученого — «Похвальную речь», произнесенную его ближайшим учеником и помощником академиком Н. Н. Фусом 3 ноября 1783 г. в академическом собрании (перевод с французского С. Я. Румовского). Воздадим должное Э. Н. Амбургеру (ФРГ), И. Р. Геккеру и Г. К. Михайлову за капитальную работу «Родословная росписи потомков Леонарда Эйлера». В десяти поколениях Эйлеров как по мужской, так и женской линии авторами выявлены свыше тысячи человек. Интересно, что из здравствующих ныне 400 человек более половины проживают в нашей стране.

О роли и месте в отечественной истории клана Эйлеров читатель узнает из комментирующей «Роспись» статьи, принадлежащей перу потомков ученого — И. Р. Геккера, А. А. Эйлера и М. В. Шестаковой. Добавлю еще, что сборник украшают умело подобранные иллюстрации.

Итак, советская и мировая историография науки обогатилась прекрасной книгой об ученом, который, по словам С. И. Вавилова, «вместе с Петром I и Ломоносовым... стал добрым гением нашей Академии, определившим ее славу, ее крепость, ее продуктивность».

# Популярная монография о печени

Академик АМН СССР

Н. И. Нисевич

Москва

**Е**СТЬ разделы естествознания, с трудом поддающиеся популяризации. Когда так говорят, обычно имеют в виду некоторые направления физики, химии, молекулярную биологию. Объяснение научных медицинских проблем к «твердым орешкам» причислять не принято. Между тем здесь есть свои трудности, пренебрежение которыми ведет к тому, что о сложнейших явлениях и процессах в человеческом организме обычно говорится хотя и доходчиво, но поверхностно.

Популярной литературы на медицинские темы в нашей стране выходит весьма много, но, увы, слишком часто она строится по принципу — читателю дают «вершки», оберегая его от чересчур сложных «корешков», а взамен щедро рассыпают по тексту простые наставления; которые легко проглатываются, но, к сожалению, почти не усваиваются. Если бы печатные листы, отданные пропаганде здорового образа жизни, оборачивались здоровым образом действий, мы бы давно имели другую — полагаю, гораздо более благоприятную — картину заболеваемости и смертности.

Популяризация вхолостую начинается, на мой взгляд, там, где автор рассуждает якобы со скидкой на неизбежное читательское неведение, а по сути дела — свысока.

У такой литературы сложились свои клише. Помимо наставительного тона, это, прежде всего, так называемый «оживляж», разного рода «увлекательные» рассказы — в книгах



А. Ф. Блюгер. ТАЙНЫ И ПАРАДОКСЫ ПЕЧЕНИ (азбука гепатологии). М.: Знание (Нар. ун-т. Естествонаучный фак.). 1988. 224 с.

на медицинские темы, конечно же, это случаи из врачебной практики: как-то ко мне в кабинет пришел больной... Другой расхожий прием — это романтизация научного поиска, творчества и его плодов, попытки поставить во главу угла не самое важное, но самое броское.

Академик АН Латвийской ССР А. Ф. Блюгер сумел избежать упомянутых выше шаблонов. Название его книги, отдельные главы и бойкие анонсы к ним лишь на первый взгляд кажутся данью известной моде. Хочу предупредить, что читатель, рассчитывающий найти в

такой упаковке привычное ему чтиво, этого не встретит, но при желании получит гораздо большее.

Руководитель хорошо известного в мире Латвийского гепатологического центра (центра по изучению болезней печени), автор многих монографий и учебников, А. Ф. Блюгер впервые выпустил массовую книжку. Предшествующий опыт побудил его довериться испытанному монографическому методу. Я не оговорила — перед нами действительно популярная монография. Такой подход себя оправдал. Поначалу, знакомясь с книгой, я, признаюсь, не очень верила в саму возможность подробно и популярно рассказать об одном, хотя и весьма важном органе. Дочитав книгу до конца, могу заверить вас, что автор, целиком сосредоточившись на предмете (не «кое-что обо всем», а «все об одном»), сохранил необходимую широту взгляда и через повествование о главной биохимической лаборатории организма, о строении и функциях печени, о ее болезнях вирусной, химической и наследственной природы и способах их лечения сумел показать закономерности работы органов и систем вообще.

Он привлекает новейшие результаты, полученные молекулярно-биологическими, молекулярно-генетическими, иммунологическими, электронно-микроскопическими, физико-химическими методами, которыми сегодня насыщена гепатология. Он напоминает нам постоянно, что поражения печени слишком часто связаны с образом жизни людей и пороками цивилиза-

ции — тут и химизация, и профессиональные заболевания, и алкоголизм, а также наркомания, проституция, переиздание, малоподвижность, самолечение и многое иное. Не случайно гепатология, совсем молодая ветвь медицинской науки, вышла на авансцену наряду с исследованиями болезней сердца и сосудов.

Как специфическая область медицинской науки гепатология сложилась уже несколько десятилетий назад, но ни у нас, ни за рубежом популярных книг на эту тему еще не было. Это и облегчало, и усложняло задачу автора. Он впервые приводит множество исторических сведений и пытается проследить восхождение частных наблюдений к центральным идеям гепатологии, благодаря чему постепенно происходит как бы кратковременное перевоплощение читателя в ученого, в специалиста, с которым автор ведет диалог на равных.

Это, на мой взгляд, едва ли не самое главное для успеха популяризации науки. Автор не считает нужным скрывать свои эмоции и пристрастия и выносит на суд читателя ход своих рассуждений. И такая открытость выглядит абсолютно естественной.

А. Ф. Блюгер прекрасно осознает, конечно же, что популярное изложение отличается от строго научного не только тем, что в нем нет неразъясненных терминов. Он широко

пользуется ассоциациями и аналогиями. Рассказывая, как восстанавливается, регенерирует поврежденная печень, он обращается к мифу о Прометее: орел клюет печень титана, но она отрастает вновь. Все похождения богов и героев, убеждает нас автор, блекнут перед загадкой регенерации. Не удержусь от цитаты: «Маленькие дети, как правило, убеждены, что будут жить вечно. В этой утешительной вере их укрепляют и некоторые явления, «подсмотренные» острым детским глазом: ранка на теле затягивается, заживает; обрезанные ногти отрастают; как и волосы после стрижки; у червей и ящериц восстанавливаются даже голова и хвост. А рост собственного тела, подобный росту дерева и наглядно видимый по насечкам на дверном косяке! В этом восстановлении утраченных или поврежденных частичек, в этом непрерывном росте заключена какая-то загадочная, таинственная сила, которая между тем проявляется не всегда» (с. 70). Так создается «образ идеи», помогающий ее восприятию.

В центре рецензируемой книги — подробный рассказ о вирусных воспалениях печени, которые похожи лишь внешне, но вызываются разными вирусами. Эти недуги относятся к числу самых распространенных в мире. Автор проводит нас по многовековому извилистому пути познания вирусных гепатитов,

знакомая и с медицинскими советами, записанными на ассирийских глиняных табличках, и с проблемой искусственных вакцин, создание которых — дело ближайших лет. Читатель выходит из этого лабиринта, обогащенный не только информацией, но и пониманием того, как она добывается.

Завершается книга традиционно, санитарно-просветительным разделом, т. е., по сути, все теми же наставлениями и благими пожеланиями, правда, написанными в форме диалога. Скажу откровенно — такого рода аппендикс уместен лишь потому, что, прочитав предыдущие 14 глав, мы уже поверили автору и прониклись духом гепатологических истин. Но даже это вряд ли оправдывает перечисление необходимых витаминов, дозированных блюд, курортов и проч. Мне это напоминает «лечение по телефону», и нет ничего удивительного, что автор время от времени сбивается на скороговорку и банальности, вроде того, что «длительные прогулки, водные процедуры, гигиеническая гимнастика — все это хорошо и полезно» (с. 210).

В целом же книга А. Ф. Блюгера, безусловно, талантливо написана, она демонстрирует научную смелость, широту взглядов и страстность исследователя. Заслуживают добрых слов редактор Н. Феоктистова и художник И. Огурцов, который хорошо уловил точность книги.

## НОВЫЕ КНИГИ

### Биология

**ДАРВИНИЗМ: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ** / Отв. ред. Э. И. Колчинский, Ю. И. Полянский. Л.: Наука, 1988. 232 с. Ц. 2 р. 20 к.

В материалах конференции «Дарвинизм: история и современность» (она проходила в 1984 г. в Ленинграде) широко представлены различные биологические дисциплины. Экологи-

ческие аспекты эволюционного учения освещаются в статье Н. В. Глотова, биохимические — в работах В. С. Кирпичникова и Е. М. Крепса, физиологические — в докладах А. М. Уголева и В. Л. Свидерского. Вопросы эволюционной физиологии и генетики растений анализируются Э. М. Рубцовой, А. Г. Юсуфовым и К. В. Манойленко. Статья Б. М. Медникова «Мифы современной эволюционной теории»

написана в свойственном автору остром, полемическом ключе.

Почти все доклады в той или иной степени затронули вопрос о соотношении градуализма (постепенности) и сальтационизма (внезапности) в микро- и макроэволюции. В докладе Л. П. Татаринова анализируются возможные механизмы сальтаций — мутации регуляторных генов, горизонтальный перенос целых генных блоков от

прокариот и вирусов к эукариотам, передача признаков полового диморфизма, межвидовая гибридизация и другие. Все эти явления нашли свое отражение в гипотезе «прерывистого равновесия» Н. Эдриджа и С. Гулда, подробно обсуждению которой, с аргументами «за» и «против», посвящена статья С. А. Орлова, о той же гипотезе, но в критическом плане, говорится в докладе Э. И. Колчинского и Д. Е. Любомирова. С позиций классического градуализма, опираясь на работы И. И. Шмальгаузена, Дж. Гексли и Дж. Симпсона, авторы развивают концепцию единства механизмов микро- и макроэволюции, ставящую во главу угла медленное накопление адаптивных признаков и постепенное видообразование.

Огромное количество доводов как в пользу градуализма, так и в пользу салтационизма приводит к мысли, что оба эти процесса могут участвовать в формировании наблюдаемой картины эволюционных изменений органического мира. Обсуждаемые противоречия появляются, очевидно, при абсолютизации того или иного фактора эволюции. Поэтому многие читатели сочтут убедительной концепцию Н. Н. Воронцова «и салтационизм, и градуализм», подкрепленную обширным фактическим материалом по кариосистематике млекопитающих.

В конечном итоге, все те новые механизмы эволюции живого мира планеты, которые открывают для нас новейшие достижения естественных наук, не противостоят основным постулатам дарвинизма, а лишь расширяют его рамки.

**Д. В. Серов**  
Москва

#### Зоология

**И. П. Сосновский.** ЗА КУЛИСАМИ ЗООПАРКА. М.: Агропромиздат, 1989. 160 с. Ц. 3 р.

В 1989 г. у Московского зоопарка юбилей — 125 лет со дня его открытия для массового посещения. Этому событию и посвящает книгу автор, проработавший в должности директора зоопарка около 30 лет.

В этом превосходно иллюстрированном издании рассказывается о задачах зоопарка как научно-исследовательского и природоохранного учреждения, об уникальных профессиях людей, посвятивших себя работе с дикими животными. Приводятся интересные данные о содержании, биологии размножения и разведения многих видов диких животных. Помимо этого, повествуется о всевозможных интересных событиях «за кулисами зоопарка»: о сложных хирургических операциях на хищниках, о случаях бегства зверей по недосмотру служащих, об их водворении обратно, доверчивости больных животных к действиям ветеринара.

Глава «История об истории» рассказывает о зверинцах на Руси, о зоопарках на территории нашей страны и за рубежом.

#### Геология

**А. И. Конюхов.** ГЕОЛОГИЯ ОКЕАНА: ЗАГАДКИ, ГИПОТЕЗЫ, ОТКРЫТИЯ / Отв. ред. А. А. Чистяков. М.: Наука, сер. «Человек и окружающая среда», 1989. 208 с. Ц. 50 к.

Книга написана для широкого круга читателей и насыщена самой разнообразной информацией — от первых представлений человека об океане, легенд и мифов о всемирном потопе и т. п. до самых последних открытий, таких как черные и белые «курильщики» или признаки жизни в горячей воде подводных гейзеров. Автор проведет читателя по следам финикийских кораблей и «опустит» вместе с современными акванавтами под воду на «Пайсисах»; расскажет о структуре океана с его зияющими рифтами, трансформными разломами, подводными горами и вулканами и о геологических процессах, происходящих на его дне; о том, где рождается континентальная кора; почему рвутся подводные кабели; с чем связаны каменные лавины, лахеры, палящие тучи и цунами; как рождаются и исчезают океаны; что такое «мостовые» из конкреций; как работают буровые платформы на континентальных шельфах. В заключение читатель

получит сведения о перспективах дальнейшего освоения полезных ископаемых на морском дне и увидит картину будущего Мирового океана — новой среды обитания человека.

#### Геология

**ЗОЛОТОРУДНОЕ ПОЛЕ КОЛАР (Индия) / Отв. ред. Ф. В. Чухров. М.: Наука, 1988. 232 с. Ц. 4 р. 20 к.**

Золоторудное поле Колар расположено на юге Индии, в штате Карнатака. Когда-то здесь находился один из центров производства золота, древние выработки которого были обнаружены в 1802 г. За последующую, более чем столетнюю историю возобновленной добычи руды было произведено около 800 т золота, а подземные выработки достигли рекордной глубины — почти 3300 м. Необычайное богатство месторождения и такая его особенность, которая на языке специалистов определяется как сверхбольшое вертикальное распространение, делают золоторудное поле Колар одним из интереснейших геологических объектов. Совместные исследования, начатые советскими и индийскими специалистами в 1977 г., позволили подготовить его монографическое описание.

Кратко изложена история освоения месторождения; рассмотрены вопросы генезиса; впервые обстоятельно описан минералогический состав, открыты два новых минерала — коларит и радхакришнит; показана зональность развития оруденения в более чем 3-километровом вертикальном интервале глубин, охарактеризованы околорудные ореолы рассеяния рудных элементов; описаны горнотехнические особенности добычи руд на больших глубинах.

Возможность получить представление о генетической модели формирования месторождений, подобных золоторудному полю Колар, об определенных поисково-оценочных критериях таких месторождений и опыте их глубокого вскрытия, по-видимому, будет использоваться достаточно широко кругом геологов.

### География. Охрана природы

**Н. А. Алексеев. СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРИРОДЕ: ПРОЯВЛЕНИЕ, ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЗАЩИТЫ.** М.: Мысль, 1988. 254 с. Ц. 1 р. 20 к.

Книга посвящена проблеме защиты земель, лесов, объектов народного хозяйства от таких стихийных бедствий, как на-

воднения, оползни, сели, лавины, водная эрозия. В ней описываются характерные особенности этих стихийных бедствий и их распространение; рассматриваются вопросы взаимодействия стихийных явлений в природной среде и степень антропогенного воздействия на них; представлены типы и конструкции защитных сооружений;

изложены методы определения ущерба, который можно предотвратить строительством защитных сооружений, методы оценки эффективности этих конструкций. Автор приводит примеры из отечественного опыта защиты земель и объектов народного хозяйства от селевых потоков, наводнений и других проявлений стихии.



#### Кооперативное научно-производственное объединение — «Диагностикум» предлагает

**БИОСПОН** — лечебный и стимулирующий препарат для пчел, содержащий биологически активное вещество растительного происхождения, которое усиливает метаболизм глюкозы и повышает устойчивость насекомых к интоксикации.

#### БИОСПОН

— стимулирует наращивание силы пчелиных семей, пораженных варроатозом, ослабленных неблагоприятными погодными условиями или другими отрицательными факторами;

— позволяет в короткие сроки повысить продуктивность ослабленных пчелиных семей: количество сильных семей со средней продуктивностью 10—11 кг товарного меда резко возрастает.

Препарат скормливают пчелам в течение весны — лета, курс лечения — 8 флаконов (по 10 мл); 5 подкормок (через 7—10 дней одна за другой) до откачки меда и 3 подкормки после нее (с таким же интервалом). Подробная инструкция о применении препарата прилагается.

Препарат испытан в пчеловодческих хозяйствах и рекомендован Ветеринарным фармакологическим советом.

Цена одного флакона (10 мл) — 96 к. Срок хранения — 3 года.

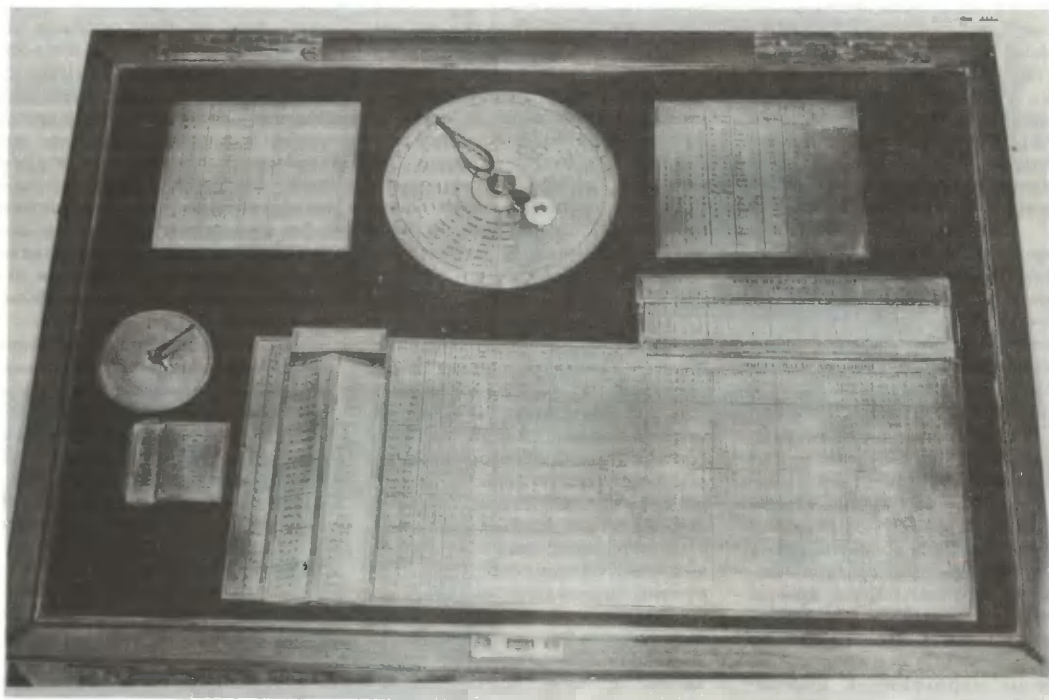
Препарат можно приобрести в объединениях «Зоветснаб», ветеринарных аптеках и магазинах «Пчеловодство».

Адрес поставщика-изготовителя: 290044, г. Львов-44, а/я 1308.

## ХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ МАШИНА А. ГОЛОВАЦКОГО

Э. Н. Филиппова

Ленинград



Верхняя панель машины с календарными таблицами.

**В** ОДНОМ из помещений Ленинградского отделения Архива АН СССР хранится уникальное устройство, имеющее вид деревянной резной шкатулки с медной ручкой, — на первый взгляд, нечто вроде шарманки. На самом деле это «хронологическая машина» А. Головацкого, заинтересовавшая в свое время ученый мир и вызвавшая, говоря нынешним языком, желание научной общественности поддержать идею изобретения и его автора.

Каждый, кто обращается к изучению русской истории, особенно древней, сталкивается с необходимостью установления точных дат и перевода их на современную систему летосчисления. Задача эта непростая, так

как подчас требуется учесть все многочисленные изменения, происходившие с нашим календарем.

Вспомним, что древнеславянское начало года приходилось на весну. После принятия христианства на Руси получил распространение юлианский календарь (средняя длительность года 365,25 сут), с началом года 1 сентября. С ним же в русский обычай вошла так называемая «мировая эра», которая вела счет времени от «сотворения мира», относимого к 5508 г. до Рождества Христова. При этом вплоть до XV в. и весеннее, и осеннее начало года сосуществовали, кроме того, встречался счет так называемыми индиктами, т. е.

пятнадцатилетними периодами (это остаток древнеримского счета времени).

В начале XVIII в. в России была проведена реформа календаря. Вместо «мировой эры» вводилась «христианская эра», принятая в странах Западной Европы. Указ Петра I предписывал 31 декабря 7208 г. от «сотворения мира» считать 1 января 1700 г. по эре «от Рождества Христова». Другим указом Петр установил порядок празднования Нового года в ночь с 31 декабря на 1 января. Но вместе с тем длина года продолжала определяться по юлианскому календарю, и соответствующий счет дней употреблялся в России еще на протяжении двух веков, вплоть до

1918 г. Хотя уже в XIX в. иностранное ведомство, торговый и военно-морской флот, астрономы и метеорологи нашей страны наряду со «старым стилем» стали пользоваться и «новым стилем», т. е. григорианским календарем (средняя продолжительность года — 365,2425 сут), принятым в западных странах и более точно соответствующим астрономическим явлениям.

Немало времени отнимало определение дат по дням недели, упоминающимся в старых документах, или на основании переходящих церковных праздников. Поэтому русские исследователи постоянно искали максимально надежный способ, позволяющий производить эти операции легко и быстро.

Александр Головацкий, конюшенный офицер императорского двора, предпринял остроумную попытку решить эту задачу механическим путем. Он сконструировал хронологическую машину и в 1852 г. представил ее на рассмотрение Петербургской Академии наук.

Глядя на фотографию, нетрудно представить себе этот деревянный ящик (его размеры  $25 \times 47 \times 35$  см), на верхней плоскости которого под стеклянной крышкой на зеленом сукне закреплены металлические таблицы. В верхнем ряду в центре располагается диск с указанием столетий (от 0 до 13 200 по ст. ст.), а по обе его стороны — таблицы переходящих церковных праздников, определяемых по Пасхе. Диск слева, находя-

щаяся под ним маленькая продолговатая вращающаяся призма и примыкающая к ней пластинка того же размера — это таблицы для определения дней недели по числам месяцев разных календарей. На большую пластину справа, состоящую из нескольких частей, нанесено множество обозначений. Первая узкая графа — «январские» годы, вторая — дни Рождества Христова, третья (широкая, вращающаяся, повернута к нам ребром) — годы по кругу солнечному, затем идут месяцы с указанием дней недели, на которые приходится первые числа каждого месяца, годы по разным системам календарей, некоторые другие хронологические элементы и числа Пасхи Христовой, а над ними подвижная призма с обозначением лет по кругу лунному.

В действие машина приводится поворотом медной ручки на боковой стороне ящика. Затем стрелка большого диска ставится на нужное столетие, малого — на год, многогранные призмы поворачиваются соответствующей стороной — и в неподвижных графах без труда можно найти все перечисленные выше данные.

Рассмотрение изобретения А. Головацкого было поручено астрономом академиком Петербургской Академии наук В. К. Вишневскому и Д. М. Перевисковому. По собственному желанию к ним присоединился историк и филолог академик А. А. Куник. Отзывы их были

единодушными. Они засвидетельствовали верность механизма и оценили изобретательность автора. Машина была названа самым простым, с минимумом механических действий, устройством, позволяющим за несколько секунд установить множество сведений по любой дате. Исторический экзамен, которому ученые подвергли изобретение, используя «Полное собрание русских летописей», был им блистательно выдержан. Помимо простоты обращения важным преимуществом машины было то, что она показала даты церковных праздников и дни недели сразу для всех лет того столетия, в котором находится интересующий пользователя год. Это позволяло найти ошибку в тех случаях, когда в источнике указанные годы, числа месяцев и дни недели не согласовывались между собой.

В 1855 г. в типографии Академии была напечатана книжка В. К. Вишневского «Описание хронологической машины Ал. Головацкого» с таблицами и объяснением действия механизма. Автор изобретения был представлен к премии Н. П. Демидова. В № 1 «Современника» за 1856 г. об этой машине писал Н. Г. Чернышевский.

И тем не менее хронологическая машина А. Головацкого не получила распространения. Вероятно, оправдались опасения, высказанные Чернышевским: машина оказалась слишком дорогой.

#### Научные редакторы:

И. Н. АРУТЮНЯН,  
О. О. АСТАХОВА,  
Л. П. БЕЛЯНОВА,  
А. В. ДЕГТЯРЕВ,  
М. Ю. ЗУБРЕВА,  
Г. В. КОРОТКЕВИЧ,  
Г. М. ЛЬВОВСКИЙ,  
В. В. МАЙКОВ,  
Л. Д. МАЙОРОВА,  
Н. Д. МОРОЗОВА,  
Н. М. ПУШКИНА,  
Е. В. УСПЕНСКАЯ

#### Литературные редакторы:

Г. И. ПАНКОВА, С. С. ПЕРЕПЕЛКИНА

Художник П. П. ЕФРЕМОВ

#### Художественные редакторы:

Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

#### Заведующая редакцией

О. В. ВОЛОШИНА

#### Корректоры:

О. Н. БОГАЧЕВА, Т. Д. МИРЛИС

В художественном оформлении номера принимали участие

А. Б. ГАЛИЦКИЙ,  
А. М. КОЛОМАЦКИЙ,  
В. А. СКРЕБНЕВ,  
Е. К. ТЕНЧУРИНА

#### Ордена Трудового Красного

Знамени издательство «Наука»

#### Адрес редакции:

117049, Москва, ГСП-1,  
Мароковский пер., 26  
Тел. 238-24-56, 238-26-33

Сдано в набор 30.01.89

Подписано в печать 27.03.89.  
Т-00094

Формат  $70 \times 100$  1/16

Бумага офсетная, № 1

Офсетная печать

Усл. печ. л. 10,32

Усл. кр.-отт. 1445,6 тыс.

Уч.-изд. л. 15,0

Тираж 54 000 экз.

Зак. 3448

Цена 80 к.

Ордена Трудового

Красного Знамени Чеховский

полиграфический комбинат

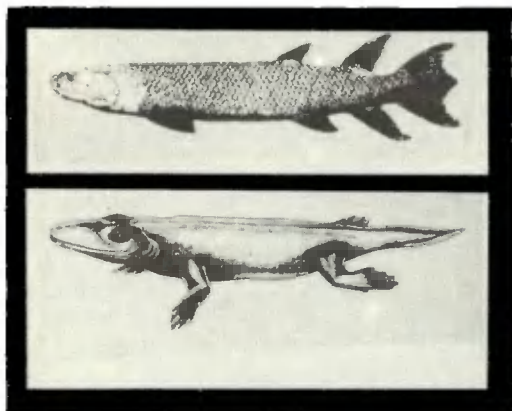
Государственного комитета СССР

по делам издательства,

полиграфии и книжной торговли.

142300, г. Чехов

Московской области

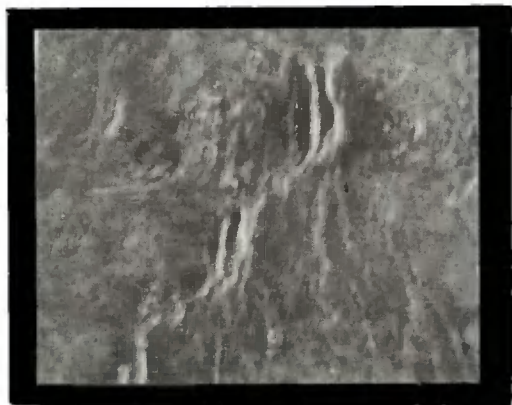


Как и почему в конце силура — начале девона живые организмы стали «выбираться» из воды на сушу? Пока что ясно одно: это не было вызвано какими-то особыми условиями, создавшимися на Земле.

**ЖИЗНЬ ВЫХОДИТ ИЗ ВОДЫ НА СУШУ**  
Мейен С. В. ПЕРВЫЕ «СУХОПУТНЫЕ» РАСТЕНИЯ

Пономаренко А. Г. НАЗЕМНЫЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ

Воробьева Э. И. ОТ РЫБ К ЧЕТВЕРОНОГИМ



Структуры горизонтального растяжения, образуемые спредингом, на Венере существенно отличаются от земных, почему и не были распознаны ранее.

Суханов А. Л., Пронин А. А. СПРЕДИНГ НА ВЕНЕРЕ

# ПРИРОДА

## 5<sup>89</sup>



На дне океана, в зонах прибрежного апвеллинга — подъема глубинных холодных вод, обогащенных фосфором, — образуются фосфориты — осадочные породы с высоким содержанием «элемента жизни».

Батурин Г. Н. ФОСФОРИТЫ ОКЕАНА

«Не только журналисты, но и медики выражают свое удивление тем, что впервые в истории появился вдруг вирус, применивший против человека стратегию, отличную от стратегии других паразитов... Но я рискну усомниться в том, что она встречается в природной эволюции впервые».

Лем С. СТРАТЕГИИ ПАРАЗИТОВ, ВИРУС СПИДА И ОДНА ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГИПОТЕЗА

В XX в. окончательно определилась роль математики как незаменимого языка физики. Эта «непостижимая эффективность математики» часто поражает (а иногда и раздражает) представителей физических наук.

Фаддеев Л. Д. МАТЕМАТИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА ЭВОЛЮЦИЮ ФИЗИКИ

