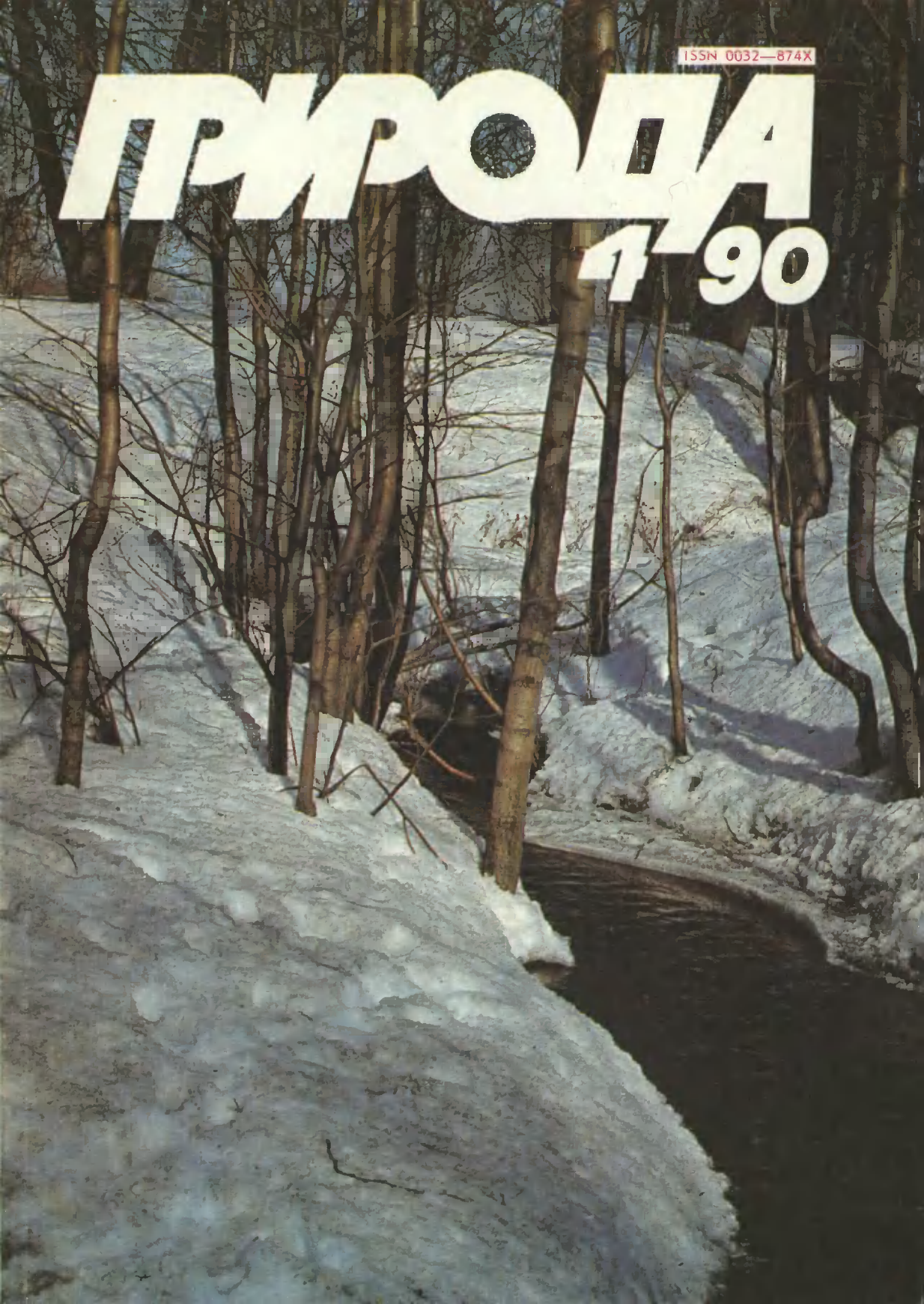


ISSN 0032-874X

# ПРИРОДА

## 4-90



РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор  
академик  
Н. Г. БАСОВ

Кандидат физико-математических наук  
А. И. АНТИПОВ

Доктор физико-математических наук  
Е. В. АРТУШКОВ

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

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. ФЕОКТИСТОВ

Академик  
В. Е. ХАИН

Доктор физико-математических наук  
А. М. ЧЕРЕПАЩУК

Доктор физико-математических наук  
В. А. ЧУЯНОВ

# ПРИРОДА

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ  
ПОПУЛЯРНЫЙ  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

Издается с января 1912 года



НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Начало апреля в средней полосе.

Фото Н. М. Данилочкина.

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Большая императорская корона из Алмазного фонда СССР. См. в номере: Портнов А. М. Алмаз.



— символ межправительственной программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (The Man and the Biosphere). Им обозначены материалы, которые «Природа» публикует, участвуя в этой программе.



© Академия наук СССР  
журнал «Природа» 1990

## В НОМЕРЕ

### 3 Павлинов И. Я. НАУЧНЫЕ КОЛЛЕКЦИИ КАК ФЕНО- МЕН КУЛЬТУРЫ

Плачевное состояние отечественных научных коллекций — следствие утраты функциональной целостности естественно-исторических музеев. Чтобы помочь профессиональной науке обрести тесную связь с фактологической базой, а просветительской деятельности — обрести научную фундаментальность, необходимо изменить отношение к коллекционному делу.

### 10 Холодов В. Н. СТРАТИСФЕРА — ИСТОЧНИК РУДО- НОСНЫХ РАСТВОРОВ?

В последние годы выяснилось, что образование месторождений в слоистой оболочке Земли связано не только с вторжением в нее расплавленных магм, но и с мобилизацией рудных компонентов из глинистых толщ.

### 18 Медников Б. М. ЛЕЧЕНИЕ СПИДА: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Анализ разрабатываемых методов лечения СПИДа приводит к парадоксальным выводам: вакцинация смертельно опасна, а чтобы достичь успеха в борьбе против приобретенного иммунодефицита, нужно вызвать... искусственный иммунодефицит.

### 24 ПАМЯТИ ИГОРЯ НИКОЛАЕВИЧА КРЫЛОВА

### 27 Соловьев С. Л. БЕСПОКОЙНАЯ ЖИЗНЬ МОРСКОГО ДНА

Эксперименты с донными сейсмографами в Средиземном море позволяли не только уточнить сейсмическую активность региона, но и выявить детали придонных течений.

### 33 Введенский В. Л., Ежов А. А. РИТМЫ МОЗГА И САМОВОСПРОИЗ- ВЕДЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

При компьютерном исследовании одной из моделей, имитирующих организацию мозга, обнаружено явление, возможно проливающее свет на роль ритмических изменений активности мозга.

### КАМЕНЬ МЕСЯЦА

### 45 Портнов А. М. АЛМАЗ

### 50 Криволуцкий Д. А. НОВЫЙ ЗООЛОГИЧЕСКИЙ ВИД?

### 52 Громов В. С. ПОЗНАКОМЬТЕСЬ — КОЛОБУСЫ.

### 56 Озмидов Р. В. МЕЗОМАСШТАБНЫЕ СТРУКТУРЫ В ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ПОЛЯХ ОКЕАНА

### 57 Анарбаев А. А. ДРЕВНИЙ НЕКРОПОЛЬ ФЕРГАНЦЕВ

Богатейшая коллекция великолепно сохранившихся предметов, найденных в уникальном некрополе, дает представление о жизни населения северной Ферганы в раннем средневековье.

### 62 Шейпак А. А. ДВИГАТЕЛЬ 2000 ГОДА

Двигатели начала XXI в. будут отличаться от нынешних прежде всего максимальным использованием энергии выхлопных газов. Это позволит не только экономить топливо, но и уменьшить загрязнение окружающей среды.

### 70 Гуськов С. В. ДРЕВНЯЯ НАУКА ДЫХАНИЯ — В СО- ВРЕМЕННОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ВОПЛО- ЩЕНИИ

### НАСЛЕДИЕ

### 72 ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИДЕИ С. В. МЕЙЕНА

Высочайший профессионализм палеоботаника сочетался в этом человеке с глубоким интересом к теории стратиграфии и эволюционной теории, этике и методологии науки, философии.

### Гоманьков А. В. СИНТЕЗ ИЛИ ПРОТИ- ВОРЕЧИЕ? (73)

ИЗ ПЕРЕПИСКИ С. В. МЕЙЕНА И  
А. А. ЛЮБИЩЕВА (1968—1972) (80)  
Скворцов А. К. КОММЕНТАРИЙ (89)

### 91 Сонин А. С. СОВЕЩАНИЕ, КОТОРОЕ НЕ СОСТОЯ- ЛОСЬ (продолжение)

### 99 НОВОСТИ НАУКИ

### 117 КОРОТКО

### 118 РЕЦЕНЗИИ

### 124 НОВЫЕ КНИГИ (31)

ИНФОРМАЦИЯ (32, 90, 98)

### 125 ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ Смагина Г. И. КАК ПРОВОДИТЬ РЕФОРМУ ШКОЛ?

## CONTENTS

### **3 Pavlinov I. Ya.** **SCIENTIFIC COLLECTIONS AS A CULTURAL PHENOMENON**

We should radically change the prevailing attitudes to scientific collections to help science regain its factological foundation and supply popularization efforts with a solid scientific basis.

### **10 Kholodov V. M.** **IS STRATISHERE A SOURCE OF ORE COMPONENTS?**

It has been recently established that mineral deposits in Earth's bedded structure were formed, besides intrusion of melted magma, by mobilization of ore components from the clayey rock masses.

### **18 Mednikov B. M.** **PROBLEMS AND PROSPECTS OF AIDS TREATMENT**

A paradox situation has emerged: though vaccination is mortally dangerous we have to cause artificial immunodeficiency in order to repulse the acquired immunodeficiency.

### **24 IN MEMORY OF I. N. KRYLOV**

### **27 Soloviev S. L.** **TROUBLED LIFE ON THE SEA BED**

Experiments with bed seismographs in the Mediterranean not only provided more information about the region's seismic activity, but gave details of the bottom currents.

### **33 Vvedensky V. L., Ezhov A. A.** **BRAIN RHYTHMS AND SELF-REPRODUCTION OF INFORMATION**

Computer investigations of a model that simulates brain processes detected a phenomenon that might explain rhythmic changes in brain activity.

### **45 THE STONE OF THE MONTH** **Portnov A. M.** **DIAMOND**

### **50 Krivolutsky D. A.** **NEW ZOOLOGICAL SPECIES?**

### **52 Gromov V. S.** **THESE ARE COLOBUS MONKEYS**

### **56 Ozmidov R. V.** **MESOSCALE STRUCTURES IN THE OCEAN'S HYDROPHYSICAL FIELDS**

### **57 Anarbayev A. A.** **ANCIENT NECROPOLIS IN FERGHANA**

The rich collection of objects, found intact, that came from this uniquely rich necropolis provide an ample idea of how people lived in the north of Ferghana in the early middle ages.

### **62 Sheipak A. A.** **THE ENGINE OF THE YEAR 2000**

The engines of the early 21st century will maximally use the energy of exhaust gases. This will provide more economy and lessen environmental pollution.

### **70 Guskov S. V.** **TECHNICAL REPRESENTATION OF THE ANCIENT SCIENCE OF BREATHING**

#### HERITAGE

### **72 S. MEYEN'S EVOLUTIONARY IDEAS**

One of the leading palaeobotanists, Mayen was also interested in the theory of stratigraphy, evolutionary theory, in the ethics and methodology of science, philosophy.

Gamankov A. V. A SYNTHESIS OR A CONTRADICTION? (73)  
FROM THE CORRESPONDENCE  
BETWEEN S. MEYEN AND A. LYUBISCHEV  
(1968—1972) (80)

Skvortsov A. K. COMMENTARY (89)

### **91 Sonin A. S.** **THE MEETING THAT FAILED TO TAKE PLACE (continuation)**

### **99 SCIENCE NEWS**

### **117 NEWS IN BRIEF**

### **118 BOOK REVIEWS**

### **124 NEW BOOKS (31)**

INFORMATION (32, 90, 98)

### **MEETING THE FORGOTTEN PAST** **125 Smagina G. I.** **HOW SHOULD THE SCHOOL REFORM BE PERFORMED?**



И.Я.Павлинов

# Научные коллекции как феномен культуры

Насилие над нацией всегда начинается с насилия над ее культурой. В науке, составляющей громадный пласт культуры, возникла система приоритетов, из-за чего какие-то формы научной деятельности оказываются на заднем плане и в обыденном понимании культуры, и в рамках профессиональной науки. В период подавления культуры эти формы не уничтожаются активно, они просто тихо угасают. Но и во времена возрождения восстанавливаются очень медленно. Одна из таких «золушек» — научные музейные коллекции, о которых в «Природе» рассказывалось. Возвращение к научным коллекциям сегодня в более широком, общекультурном контексте представляется нам знаком времени, нарождающихся перемен.



Игорь Яковлевич Павлинов, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Зоологического музея Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Область научных интересов — теоретическая и практическая систематика, коллекционное дело. Автор книг по систематике, в том числе: *Кладистический анализ (методологические проблемы)*. М., 1990. *Териологические коллекции: принципы и методы хранения (в соавторстве)*. М., 1982.

**В**СЯК кулик свое болото хвалит, всяк человек — сферу своей деятельности. И это нормально: без этого может ли быть полная творческая самоотдача? Но, к сожалению, восхваление своего болота хоть чуть-чуть, но подразумевает поругание чужого. Такова уж природа человека: от деления, означающего всеобщую терпимость и приязнь, на «одно» и «другое» отдает какой-то холодной космической вечностью, которая страшит и отталкивает. А «свое» — оно свое и есть, такое родное и близкое, отнюдь не «чужое» — ненужное, порой враждебное. Отсюда множество известных противопоставлений на вещи «первого сорта» и «второго сорта»: на «физиков» и «лириков», на «науку по Попперу» и «ненауку» (по тому же Попперу), на «марксистскую науку» и «немарксистскую науку» и т. п.

К этой более чем странной системе классификаций относится и расхожий афоризм о том, что есть «наука» и «коллекционирование марок». Я ничего не могу сказать о марках как таковых: в конце концов, собирать их или увлеченно нажимать на кнопки какого-нибудь электронно-железного чудища — дело вкуса. Но мне кажется принципиально неверным само противопоставление науки и коллекционирования. Оно не учитывает существования особой категории собраний предметов — научных коллекций, появление и рост которых вызваны нуждами науки и которые стимулировали развитие последней.

Так, можно без большой натяжки утверждать, что в биологии развитие политипической концепции вида стало возможным лишь после того, как накопленные в музеях коллекции, с помощью которых решались частные вопросы систематики, показали недостаточность монотипической

концепции. А если учесть, что первая из названных концепций стала краеугольным камнем в фундаменте популяционного мышления, а это мышление, в свою очередь, составило основу современного эволюционизма, можно себе представить, какие последствия для всей биологии имело коллекционирование.

Разумеется, это и подобные свидетельства значения научных коллекций вполне показательны и их можно было бы далее развивать. Но наука не существует сама по себе, она — часть общечеловеческой культуры и вне ее контекста не может быть до конца осознана. Последнее, очевидно, верно и в отношении коллекций как части науки. Значит, чтобы понять, что такое научные коллекции, необходимо рассмотреть тот культурный контекст, который эти коллекции породил и в котором они развиваются.

В данной статье основной акцент сделан на биологических коллекциях, которые более всего знакомы автору по роду деятельности. Кроме того, сущность и проблемы коллекционного движения именно в биологии, пожалуй, выражены ярче всего.

## ОТКУДА

Индуктивную аналитическую науку (науку европейского образца) можно рассматривать как некую неравновесную систему, удаленную от точки равновесия, каковой соответствует полное невежество. Развитие такой системы, направленное на повышение ее организованности, по образному выражению И. Пригожина, связано с «экспортом» энтропии из самой системы в окружающую среду. При этом элементом среды, энтропия которой повышается по мере возрастания организованности научного знания, оказывается сам исследуемый объект.

Парадоксально, но рост биологического знания неотвратимо связан с «разупорядочением» (деградацией) биологического объекта — как мира живых организмов в целом, так и отдельных его представителей. Чтобы исследовать живое существо, мы в той или иной мере лишаем его целостности (если угодно, «витальности»)<sup>1</sup>. В лучшем случае мы вырываем организм из целостности его связей со средой, помещаем в искусственные условия и исследуем.

В худшем — умерщвляем и расчленяем живое: чтобы узнать, как оно устроено, его нужно уничтожить<sup>1</sup>.

Таково одно из необходимых условий возникновения коллекций классического образца — собраний остатков умерщвленных животных или растений. Это ключевое условие, но его нельзя считать достаточным. Ведь умерщвляемые в ходе исследования организмы совсем не обязательно сохранять по завершении работы исследователя. Кроме того, вполне возможно, что «отработанные» материалы хранятся просто в виде «свалки отходов научного производства». А ведь всякая научная коллекция — высокоорганизованная система, хранящая долго и доступная для многократного исследования. Исходя из этого, логично предположить существование специфических организующих факторов, превращающих собрание остатков умерщвленных (ради высокой науки) организмов в научную коллекцию.

Для выявления (в самом грубом приближении) этих факторов полезно вспомнить, что европейская наука — продукт культуры Ренессанса. Она возникла в результате перехода от дедуктивного знания к индуктивному, обращения не к Божественному откровению, а к природе. Первоисточником истинного знания становится добытый из природы факт. Задача ученого при этом — писать свою собственную книгу знаний так, чтобы в идеале получить текст, совпадающий с текстом «книги Природы».

Эта новая научная парадигма требовала новой аргументации. Стало недостаточно ссылаться на авторитетные мнения: высшим авторитетом стал факт. Истинность того или иного тезиса уже определялась стройностью не столько силлогизмов, сколько фактов. А для этого нужно было по меньшей мере сохранить их в упорядоченной форме, отражающей содержание тезиса и делающей его доступным для аудитории.

Вот, на мой взгляд, необходимое и достаточное условие возникновения научных коллекций. Их развитие — это ответ на запрос эмпирической науки. Каждый экземпляр коллекции — факт, основной источник аргументации, прообраз отдельной буквы в книге знаний. Коллекция в целом — прообраз отдельной строки, раздела, главы книги знаний. Тем самым упорядоченность коллекции не произвольна, она — прообраз упорядоченности текста в книге знаний. Потому-то, очевидно, биологи довольно быстро пришли к тому, чтобы придавать своим коллекциям форму, соответ-

<sup>1</sup> Аналогичные соображения применительно к объектам микромира развиты в статье: Суворов А. Л. Разрушить, чтобы увидеть // Природа. 1987. № 12. С. 4—15.

ствующую естественной системе как части всеобщей «книги Природы». Отсюда ясны причины долговременного существования и открытости таких коллекций — это залог того, что они будут служить любому ученому, желающему обратиться к первоисточнику того или иного толкования «книги Природы».

Одна коллекция... Другая коллекция... И вот постепенно формируется то, что можно назвать **коллекционным движением** в биологии — как продукт и часть определенной культуры. И с необходимостью возникают организующие центры этого движения — естественно-исторические музеи. Их назначение — постоянно хранить и предоставлять для ознакомления факты, свидетельствующие о разнообразии объектов природы.

Рассматривая научные коллекции в таком контексте, следует подчеркнуть, что они — детище именно европейской культуры. Наша наука исходно базируется на противопоставлении субъекта и объекта познания как двух единых, но все-таки противоположностей. Возможно, это одно из проявлений приверженности западного рекурсивного мышления ко всякого рода антиномиям: либо дух, либо материя; либо познающее, либо познаваемое; либо истина, либо ложь... Именно это и позволяет вырвать предмет исследования из естественного окружения, умертвить, расчленив и поместить в музейную коллекцию. Все эти операции, с точки зрения аналитической науки, не являются чем-то противоестественным; это — не насилие над природой, ибо «высший» познающий дух волен обращаться по своему усмотрению с «посторонней» по отношению к нему якобы косной материей.

Ничего подобного не может быть в восточной культуре: там нет противопоставления духа и материи, субъекта и объекта познания. Впрочем, там нет и самого «познания» как вида аналитической деятельности, организуемой в соответствии с формальными правилами и осуществляемой научным сообществом. Слияние с универсумом, существование «живого в живом», не «миропознание», но «мирочувствование», возможное только на сугубо индивидуальной интуитивной основе — вот путь восточной мудрости. Нет раздельно существующих познающего и познаваемого, а есть их «целое»: они оба — одно и то же. Убить животное — значит убить себя, нарушить естественную гармонию, без которой мирочувствование принципиально невозможно. Неудивительно, что естественно-

исторические музеи появились на Востоке лишь в конце прошлого — начале нынешнего столетий, когда туда проникла европейская наука.

Поскольку все, что было рождено Ренессансом, в том числе наука нового типа, имело исходно гуманистическую направленность, поначалу четкого разделения на собственно познавательную и просветительскую деятельность не было. Первоначально коллекции в равной степени служили и науке, и просвещению: ученый выставлял для широкого обозрения предмет своего исследования как иллюстративный материал к расшифровываемой им «книге Природы». Позже, однако, неизбежная специализация развила собственно науку и просветительство. В результате в биологии и возникло то, что мы сейчас называем **научными коллекциями**: они используются исключительно (или по преимуществу) в познавательных целях, вовлечение в другие виды деятельности (обучение, просвещение и т. п.) для них функция побочная.

Такое разделение благоприятно сказалось на развитии научных коллекций. Дело в том, что конечная цель работы ученого — постижение истины, а не ее проповедь. Это снижает значение гуманистической — и вообще морально-этической — составляющей его деятельности. А поскольку коллекционирование (особенно в биологии) с точки зрения глобальной гармонии всего сущего, несомненно, антиэтично, профессионализация науки и коллекционного движения в ее рамках снимает многие «внутренние запреты» внеучного плана. Но при этом сохраняется (часто неосознанная) библейская антропоцентрическая традиция, ставящая человека выше всего на земле («... да владычествуют они над рыбами морскими и над птицами небесными, и над зверями ... и над всею землею...» Быт. 1, 26). Тем самым специалист-биолог получает сразу две индульгенции, оправдывающие его коллекционную деятельность, — одну от новой профессиональной науки, другую от старой традиции (которую, кстати, эта наука в какой-то части отвергает). Поэтому чем больше в коллекционном движении от профессиональной науки и меньше от просветительства, тем интенсивнее накапливаются коллекции.

## ЗАЧЕМ

Итак, биологическая коллекция — один из источников первичной информации о разнообразии живого. В этом ее основное

назначение, поскольку все сведения, содержащиеся в публикациях или компьютерных базах данных, даже если они имеют чисто описательный характер, есть вторичная, преобразованная информация.

Между первичной и вторичной информацией нет и не может быть взаимного однозначного соответствия. Первичная информация существует объективно и определяется разнообразием коллекционных предметов. В отличие от этого вторичная информация определяется нашими суждениями о названных предметах. Лежащая же в основе этих суждений констатация факта всегда «теоретически нагружена» и потому во многом субъективна. Например, фаунистическое описание зависит от той концепции вида, которой придерживается автор описания, от того, насколько разработана таксономическая система соответствующих групп, от наличия хороших определителей, наконец просто от квалификации исследователя. Иными словами, публикуется не сам факт, а его интерпретация. Но поскольку теория, в рамках которой перерабатывается первичная информация, со временем меняется, вторичная информация неизбежно обесценивается.

Среди биологов, по роду своей профессиональной деятельности не обращающихся непосредственно к коллекционным музейным материалам, нередко бытует мнение, что время «музейной науки», а с нею и музейных собраний прошло. Думается, причина такой позиции в том, что фактология, с которой имеют дело эти биологи (например, геносистематики), пока не может быть «музеефицирована»: исходный материал не может длительно храниться в состоянии, допускающем многократное использование. Поэтому представители таких направлений полагают, что опубликованные результаты — это «первичная информация». Очевидно, это не так. Что касается отрицания «музейной науки»... Здесь уместно напомнить возражение Л. С. Берга против утверждения математиков, что биология «устарела», раз она не может быть «математизирована»: по его мнению, не биология плоха для математики, а математика еще слишком примитивна для того, чтобы ее язык был адекватен потребностям биологии. Похоже, что новые подходы, развиваемые в классических дисциплинах, опирающихся на коллекции (систематика, филогенетика), третируют «музейную науку» просто потому, что «не доросли» до основной идеи коллекционного движения.

Эта идея станет очевиднее, если попы-

таться представить, в каких направлениях можно использовать научные коллекции в биологии. Таких направлений видится по меньшей мере два.

Во-первых, постоянно хранимые коллекционные предметы служат для извлечения новой информации. Первичная информация, заложенная в музейные коллекции, практически неисчерпаема. В этом можно усмотреть одно из ее фундаментальных отличий от вторичной информации. Развитие новых идей и методов, постановка новых и расширение старых задач, хотя частично обесценивают «старые материалы», но и заставляют постоянно обращаться к ним.

Во-вторых, долговременно хранимые коллекционные материалы обеспечивают воспроизводимость результатов исследований, что составляет непереносимое условие нормального развития науки. Если исходная фактология не сохраняется, корректная проверка результатов исследований, подчас необходимая на новом витке развития биологии, невозможна. Наиболее очевидный случай, когда такая проверка нужна, — упомянутое переопределение таксономической принадлежности экземпляров. И поскольку без ее указания ни одно исследование в биологии немыслимо, сохранение хотя бы малой части исследуемой фактологии в форме коллекций просто необходимо для нормального развития биологии.

Чтобы выполнять свои функции, научные коллекции должны отвечать определенным критериям. Самый общий из них — научная значимость, которую можно понимать как вклад коллекции в рост научного знания. Важнейшими показателями значимости представляются следующие.

**Информативность** — адекватность разнообразия материалов коллекции разнообразию биоты. Ее повышение, определяющее всю стратегию коллекционного движения, достигается увеличением объема коллекций, расширением представленных в них таксонов и регионов, разнообразия форм сохраняемого материала, объема достоверных сведений об экземплярах.

**Разрешающие возможности** — количество вторичной информации, которую можно получить, используя коллекции на данном этапе развития науки. Ключевое значение здесь имеет инструментарий, ограничивающий наши возможности преобразования первичной информации во вторичную. Важную роль играет расширение и изменение запросов, предъявляемых к коллекционному делу со стороны биологии по мере ее развития. Очевидно, что разрешающие возможности всегда ниже информативности,



поскольку лишь часть первичной информации, содержащейся в коллекции, может быть переведена во вторичную.

**Используемость** — объем вторичной информации, реально извлекаемый из коллекции при ее вовлечении в научные разработки. Этот объем неизбежно меньше того, который определяется разрешающими возможностями, поскольку коллекционные материалы доступны далеко не всем потенциальным пользователям. Широкие контакты между разными коллекциями позволяют расширить круг реальных пользователей. В этом специфика именно научных коллекций: они должны быть мобильны, «неподвижность» коллекций равносильна их смерти. «Скупой рыцарь» не может участвовать в коллекционном движении. Каждому коллекционеру полезно помнить одну из христианских заповедей: дающий — приобретает, берущий — теряет.

### КУДА

Всякий объект системной природы, если он исторически обусловлен, неизбежно исторически и ограничен. Это, по видимому, верно и в отношении коллекционного дела, традиции которого будут существенно меняться вслед за модификацией индуктивной аналитической науки. Возможно, такое изменение приведет к меньшему противопоставлению объекта и субъекта познания. Однако пока признаков радикальных перемен нет, и в обозримом будущем коллекция будет развиваться в рамках классической парадигмы. Отчасти это обусловлено сохранением прежних требований со стороны классических биологических дисциплин, отчасти — значительной инертностью самого коллекционного дела.

Последнее обстоятельство определяет специфику прогнозирования. С одной стороны, прогноз, несомненно, будет надежным в силу высокой преемственности коллекционной традиции, с другой — это будет не столько прогноз, сколько прямая экстраполяция знания о прошлом и настоящем на будущее. Поэтому, пожалуй, имеет смысл не прогнозировать будущую ситуацию, а рассмотреть те общие механизмы, которые в ближайшее время будут видоизменять коллекционное дело в биологии.

Упорядоченность развития коллекционного дела как открытой системы задается (если оставить в стороне автономные механизмы саморазвития) упорядоченностью среды, в которой функционирует эта система. Такой средой, очевидно, явля-

ется биологическая наука, смена ситуации в которой делает одни направления развития коллекций более, а другие — менее актуальными. В результате в коллекционном движении происходит выбор приоритетов, который не случаен относительно изменения приоритетов в самой биологии. Можно также говорить, что происходит оптимизация коллекций, делающая их адекватными потребностям биологической науки на каждом этапе ее развития.

Согласно общему принципу оптимальности, всякая достаточно сложная система в каждый момент может быть улучшена только по какому-то одному из многих своих компонентов. Остальные при этом вынужденно «подстраиваются» под изменения ключевой для данной конкретной ситуации (что следует из свойств системности). В коллекционном деле наиболее естественно выделяются четыре компонента, по которым может идти оптимизация: пополнение, подготовка к хранению, собственно хранение (и учет) и использование. Очевидно, ни накопление научных коллекций, ни их хранение само по себе не удовлетворяют потребностям науки. Ведь «оценить» коллекцию можно только используя ее в исследовательской работе. Значит, именно использование служит той ключевой составляющей, по которой совершенствуется коллекционное движение. Из этого ясно, что его упорядочение определяется изменением приоритетов в характере использования научных коллекций.

Так, можно полагать, что в связи со всеобщей «экологизацией» человеческой деятельности, в том числе науки, в ближайшее время приоритетным будет то направление коллекционного дела, которое позволит ему наиболее естественным образом вписаться в экологические (в частности, природоохранные) разработки. Наибольшие перспективы здесь усматриваются в подключении научных коллекций к программам биологического мониторинга — слежения за динамикой таксономического состава биоты, накоплением некоторых загрязняющих факторов в природных экосистемах, мутационного груза в популяциях. Такое направление потребует, вероятно, создания особых «мониторинговых коллекций», как части общей системы банков данных для биомониторинга, предъявит специфические требования к сбору, подготовке и хранению коллекционных материалов.

С другой стороны, своего рода «гуманизация» отношения человека к природе (вспомним, например, движение в защиту

прав животных) также не может не ска-  
заться на развитии коллекционного дела.  
Поскольку уже сейчас очевидно, что в отно-  
шении каких-то элементов биоты важнее  
сохранить их в природе, нежели в коллек-  
циях, коллекционное дело должно обра-  
щаться к более щадящим методам. Это  
обусловит необходимость оптимизации кол-  
лекционного дела не только по использова-  
нию, но и по сбору коллекций: темпы сборов  
будут если не снижаться, то во всяком случае  
расти не столь интенсивно. В связи с этим,  
пожалуй, потребуют интенсификации те ко-  
мпоненты, которые не связаны с изъятием жи-  
вых организмов из природы. Принципиально  
важно также совершенствовать формы учета  
коллекций, носителей информации о коллек-  
ционных экземплярах. Создание сетей ком-  
пьютерных баз данных — не прихоть техно-  
кратов, а необходимое средство повыше-  
ния используемости коллекций.

Несмотря на неоспоримость связи кол-  
лекций с наукой, коллекционное движение  
в какой-то мере автономно относительно  
ближайшей (сиюминутной) научной конъюн-  
ктуры. Это следствие все той же систем-  
ности коллекционного дела, которое в неко-  
тором смысле самодостаточно и развитие  
которого хотя бы отчасти есть «самораз-  
витие». Здесь есть и свои плюсы, и свои  
минусы, причем первые при злоупотребле-  
нии обращаются во вторые. Так, в начале  
статьи отмечено, что сбор серийных мате-  
риалов привел некогда к формулированию  
политипической концепции вида. Но эти  
материалы были вовсе не обязательны с  
точки зрения классической типологии, их на-  
копление было следствием именно само-  
развития коллекций! Но если такого рода  
автономия вырождается в «коллекциониро-  
вание ради коллекционирования», она ставит  
под угрозу качество и сохранность коллек-  
ционных материалов. Так что некоторую  
автономность научных коллекций следует не  
только принимать в расчет при оценке  
возможных направлений их развития, но и  
поощрять в разумных пределах, стремясь  
свести к минимуму ее отрицательные  
эффекты.

Так или иначе, но научные коллек-  
ции обречены на динамику. Любой застой  
в коллекционном деле означает утрату  
научной значимости коллекции. И все же  
консервативность, стабильность коллекцион-  
ного дела — также очень существенная его  
черта, необходимое условие нормального  
существования коллекций. Именно она в  
классических биологических дисциплинах  
обеспечивает преемственность на уровне  
фактологии, которая не менее важна,

чем преемственность на уровне идей.  
Поэтому никакие «лихие эксперименты»  
с научными коллекциями недопустимы,  
динамика коллекционного движения по не-  
обходимости эволюционна.

## НАШИ ПРОБЛЕМЫ

В России для коллекционного (и во-  
обще музейного) движения ключевое значе-  
ние имели две культурные революции —  
петровская и сталинская. В первом слу-  
чае насаждение европейской науки дало  
жизнь естественно-историческим музеям и  
коллекциям. До 30-х годов текущего сто-  
летия они развивались в классическом  
европейском русле — музеи служили цент-  
рами научной, коллекционной и учебно-  
просветительной деятельности. Впрочем,  
накопление научных коллекций не было  
столь интенсивным, как в Европе и тем  
более в Америке. Одна из причин этого,  
как представляется, — значительное развитие  
русского просветительства гуманистического  
толка, отодвигавшее профессиональные по-  
требности коллекционного движения на зад-  
ний план.

Вторая революция внесла серьезную  
дезорганизацию в коллекционное дело по  
двум основным причинам. Во-первых, она  
означала возврат к традиции средневеко-  
вой схоластики, провозглашающей источни-  
ком знания книгу, а не факты. Послед-  
ние тем самым стали ненужными, их под-  
менили указания делать так-то и думать  
то-то. Во-вторых, разрушилась функциональ-  
ная целостность естественно-исторических  
музеев: им оставили только просветитель-  
ство (вполне определенного толка), науку  
же отдали научно-исследовательским инсти-  
тутам. В связи с этим, в частности,  
некоторые крупнейшие естественно-истори-  
ческие музеи просто переименовали в  
институты (например, зоологические музеи  
в Ленинграде и Москве, Палеонтологиче-  
ский музей в Москве).

В результате для коллекционного дви-  
жения сложились самые неблагоприятные  
условия. С одной стороны, для музеев  
(в их новой трактовке) накопление науч-  
ных коллекций стало побочным занятием:  
в центре внимания — экспозиция, все про-  
чее — «запасники». С другой — для научно-  
исследовательских институтов хранение кол-  
лекционных материалов потеряло значение:  
материалы собираются лишь по ходу выпол-  
нения конкретных научных задач, по завер-  
шении которых коллекции просто ликви-  
дируются. Лишь немногие институты, кото-  
рые исторически сложились именно как

музеи, имеют специально организованные постоянные научные коллекции. Институты, возникшие 50—60 лет назад, чаще всего коллекции не хранят, хотя соответствующие материалы собираются (например, Институт эволюционной морфологии и экологии животных АН СССР в Москве).

Чтобы не быть голословными, приведу следующие данные<sup>2</sup>. Только в 1/3 отечественных учреждений зоологического профиля коллекции официально «признаны» администрацией, выделяющей на их хранение деньги и оборудование (чаще всего по остаточному принципу). Однако даже там далеко не всегда имеются штатные хранители и документация, регламентирующая хранение и использование коллекций (в целом по стране такая документация имеется лишь в 25 % учреждений). Примечательно, что хуже всего дело обстоит в академических институтах: лишь в 1/5 из них научные коллекции хранятся в более или менее надлежащем (как кажется их кураторам) порядке. В университетских музеях, сложившихся исторически, ситуация несколько лучше: около половины пытаются сохранять коллекции как научное достояние.

Из этого ясно, что ключевое условие развития научных коллекций в стране — восстановление функциональной целостности естественно-исторических музеев как организующих центров коллекционного движения, единых «в трех лицах» — в хранительской, научной и просветительской работе. Это положительно скажется на всех трех составляющих музейного дела. Профессиональная наука обретет более тесную связь со своей фактологической базой, просветительская деятельность вернет научную фундаментальность, а коллекционное движение получит необходимую для его устойчивости организационную форму.

Коллекционное движение — одна из составных частей профессиональной науки. Эту науку делают отдельные личности, однако их работа принадлежит всем. Научные коллекции тоже собираются, хранятся и исследуются отдельными специалистами, но вместе с тем они, несомненно, — общенаучное достояние. Только в таком качестве коллекции значимы как собрание научных фактов.

Подобное отношение к научным коллекциям — идеал, который исповедуют далеко не все. Нередко специалист рассматривает собранный им научный материал как свою собственность, которой он волен распоряжаться по своему усмотрению. Причин здесь множество, среди них и достаточно серьезные. Так, существует реальное противоречие, затрагивающее свободу научного творчества, — противоречие между наукой как системой, в известной мере подавляющей индивидуальность, и ученым как индивидом, не слишком охотно «вписывающимся» в систему рутинных отношений. Но даже если специалист вполне лоялен к системе, он все же стремится сохранить за собой авторское право на собранные им материалы, обеспечить свой приоритет в их исследовании. В итоге собранные материалы зачастую так и не попадают в общий коллекционный фонд. Все это сдерживает развитие научных коллекций, мешает открытости науки.

Преодолеть понятный «инстинкт собственника» (который заставляет делить мир на «свое» и «чужое») может традиционная система этических норм и неофициальных правил, позволяющая учесть интересы обеих сторон — системы и индивида. Принято считать, что ученый, пользующийся коллекционным фондом, должен (речь идет, разумеется, о моральном долге) содействовать его развитию — пополнением новыми материалами, сохранением уже имеющихся и т. д. Для более активного вовлечения специалистов в коллекционное движение в качестве «приманки» им предлагаются некоторые льготы. Например, по требованию сборщика передаваемые им в коллекцию материалы могут быть временно закрыты для прочих пользователей. С другой стороны, специалист, участвующий непосредственно в поддержании коллекционного фонда, получает преимущества при работе с ним.

В итоге выигрывают и коллекционное движение в целом, и каждый из его участников. В том числе и те, кто идет нам на смену: будущие коллеги смогут исследовать коллекции полнее, чем это под силу сегодня нам. Тем самым в биологии (и близких к ней по духу дисциплинам) будет обеспечена столь необходимая преемственность фактологии.

Понимание этого должно стать общей нормой. Если коллекции принадлежат науке как части общечеловеческой культуры, то их сохранение и приумножение — вопрос личной культуры каждого из нас.

<sup>2</sup> Факты заимствованы из неопубликованных материалов Комиссии по учету и оценке состояния зоологических коллекций в СССР, работавшей в 1985—1986 гг. при АН СССР. Автор признателен председателю комиссии О. Л. Россолимо за разрешение использовать эти материалы.

# В.Н. Холодов **Стратисфера — источник рудоносных растворов?**



Владимир Николаевич Холодов, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий лабораторией геохимии осадочных процессов Геологического института АН СССР, главный редактор журнала «Литология и полезные ископаемые». Область научных интересов — осадочный процесс и связанное с ним рудообразование. Лауреат Государственной премии СССР.

**С**РЕДИ слоистых осадочных и вулканогенно-осадочных отложений стратисферы<sup>1</sup> — самой верхней твердой оболочки Земли — нередко встречаются пластообразные залежи сульфидов и карбонатов железа, марганца, меди, свинца, цинка и других металлов, а также скопления битумов, нефти и газа. Об их происхождении спорят уже давно. Одни исследователи связывают образование рудных и углеводородных залежей с внедрением магматических расплавов, от которых отделились рудные компоненты. Другие утверждают, что полезные ископаемые стратисферы формировались на дне морей и океанов одновременно с вмещающими их ныне пластами осадочных пород.

Однако в последнее время стали развигаться совсем иные представления, согласно которым стратисфера сама способна порождать рудоносные и нефтегазоносные флюиды, формирующие залежи полезных ископаемых. О возможном механизме подобных явлений и пойдет речь в данной статье, но прежде читатель должен получить хотя бы самые общие представления о масштабности объекта исследований и его неоднородности.

## СЛОИСТАЯ ОБОЛОЧКА ЗЕМЛИ

Осадочные породы покрывают около 80 % площади современных континентов. Здесь они залегают на так называемом гранитном слое, а мощность их местами достигает нескольких десятков километров. В океанах, где осадочные породы распространены еще шире, они лежат непосредственно на базальтовом слое, причем мощность стратисферы здесь не превышает 2—5 км.

Чрезвычайно прихотливы термобарические условия, в которых находятся отло-

© Холодов В. Н. Стратисфера — источник рудоносных растворов?

<sup>1</sup> Введенный В. И. Вернадским термин происходит от лат. *stratum* — пласт и греч. *σφαῖρα* — шар.

жения стратисферы. В верхней части этой оболочки на континентах температура меняется от  $-70$  до  $+85^{\circ}\text{C}$ , тогда как давление везде близко к 1 атм. В океанах же с глубины 200 м температура почти стабильна ( $1-4^{\circ}\text{C}$ ), а давление растет и достигает в наиболее глубоких местах 1 тыс. атм. При переходе к нижним частям стратисферы температура и давление увеличиваются под континентами и океанами. Например, на глубине 5—6 км во многих частях континентального блока температура достигает  $+150$  и даже  $+200^{\circ}\text{C}$ , а давление — 1400—1500 атм.

Для развиваемых представлений важно также, что осадочные отложения стратисферы содержат огромное количество воды: вода заполняет поры пород, сорбируется коллоидами, входит в кристаллическую решетку породообразующих минералов. По подсчетам гидрогеологов, только  $2/3$  суммарной массы воды на Земле находится в свободном состоянии, т. е. образует океаны, моря, реки и озера. Остальная часть пронизывает осадочные толщи, будучи рассеяна в них или перемещаясь по пронизываемым зонам — разломам и породам-коллекторам. Именно с этим «подземным океаном» связаны те многочисленные родники и источники, которые нередко дают начало ручьям и многоводным рекам. «Корни» одних источников находятся на сравнительно небольших глубинах и поставляют наверх холодную воду, «корни» других — достигают нижних частей стратисферы, и тогда они выделяют горячие растворы, несущие с собой кремнезем, карбонаты и различные металлы.

Из всех образований стратисферы наиболее богаты металлами тонкозернистые породы — глины и близкие к ним по размеру частицы аргиллиты. Это установлено еще в 50-е годы известным советским литологом Н. М. Страховым и его сотрудниками, которые показали, что при переходе от грубозернистых осадков к тонкозернистым илам (именно из них образуются глины) заметно возрастает содержание органического вещества, обломков кремниевых и карбонатных раковин, а также многих элементов-примесей (железа, кобальта, никеля, молибдена и др.). Благодаря этому 1 м<sup>3</sup> глины может содержать 50—350 кг рассеянного органического вещества и 100—200 кг карбонатов, накопленных в результате гибели планктонных и бентосных организмов, населявших древние моря, а также 50—150 кг железа, до 10 кг титана, 1 кг марганца, 100—150 г никеля и по 50—100 г меди, свинца и цинка.

Таковы потенциальные возможности осадочной толщи, и в частности глин. Как же эти возможности реализуются?

## ДЕГИДРАТАЦИЯ ГЛИН

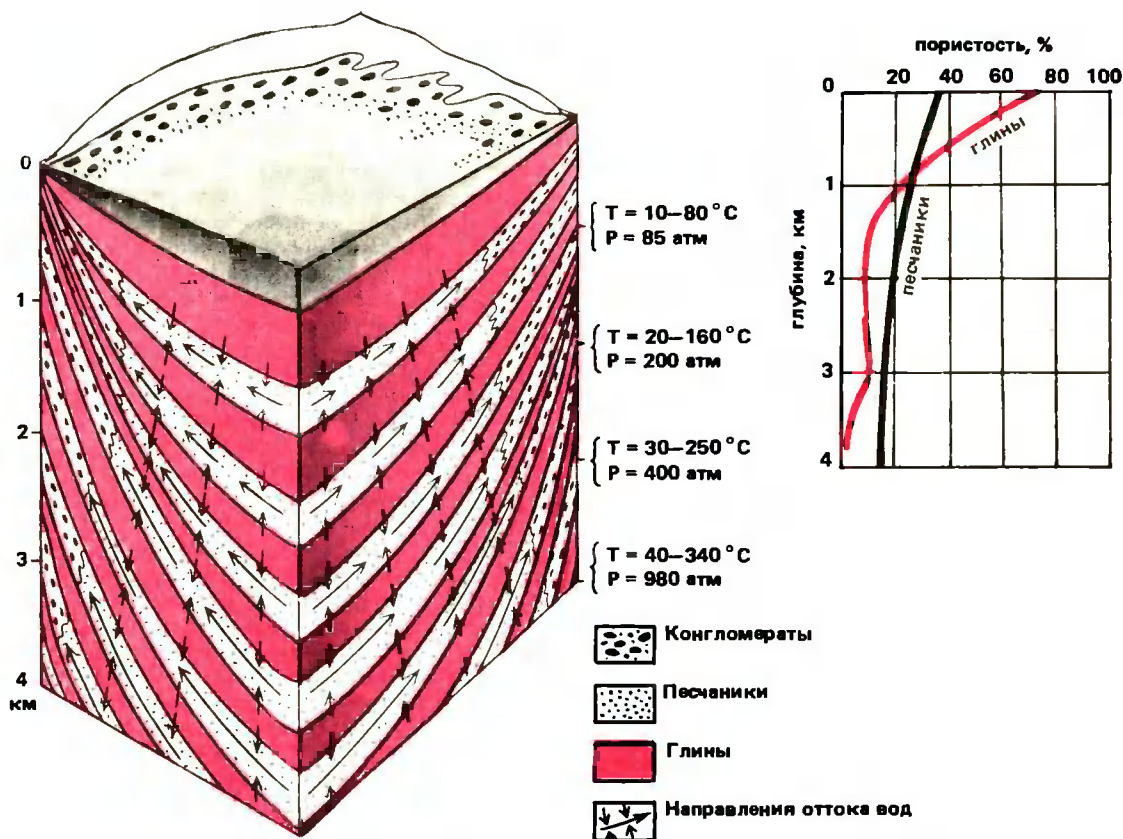
В разных частях морей и океанов нередко появляются тектонически неустойчивые, интенсивно прогибающиеся участки, именуемые элизионными бассейнами (от лат. *elisio* — отжимаю). Как правило, их быстро заполняют разнообразные осадки, среди которых значительную роль играет тонкий глинистый материал. В тех случаях, когда устойчивое тектоническое прогибание опережает накопление морских осадков, в пределах элизионных впадин может накапливаться огромное количество осадочного материала: каждый последующий пласт перекрывает предыдущий — формируются слоистые толщи до 10—12 км.

При образовании этих толщ каждый пласт начинает свое развитие с накопления рыхлого осадка на дне водоема. Затем он скрывается под более молодыми осадками, и по мере того как мощность перекрывающих его отложений растет, пласт постепенно перестает зависеть от термодинамической обстановки на дне моря, погружается в область высоких давлений и температур, уплотняется.

Очень важно, что при таких нисходящих движениях резко проявляются различия в литологических свойствах осадочных отложений. Пластичные глины ведут себя как губки: на дне моря рыхлые и пористые осадки, из которых они образуются, пропитываются водой, а при погружении быстро уплотняются и отдают воду в смежные пласты. Жесткие песчаники и некоторые разновидности карбонатов, наоборот, слабо уплотняются при погружении и поэтому охотно принимают отжимаемую из глин воду.

Нередко в наиболее погруженных участках таких пластов-коллекторов возникает избыточное гидростатическое давление, и, как следствие, начинается отток вод от центра впадины к периферии. Так пласты пронизываемых пород дренируют глинистые толщи, освобождая их от избытка захороненных вод. То же происходит при пересечении глинистых отложений тектоническими разломами, выходящими на земную поверхность.

Вода, захороненная в глинах, находится либо в виде порового раствора («свободная» вода), либо в связанном состоянии (сорбированная или кристаллизационная вода). Сначала из уплотняющихся глин удаляются поровые растворы: уже при



Блок-диаграмма, иллюстрирующая перераспределение вод в элизионных бассейнах. Поскольку пористость пластичных глин быстро уменьшается с глубиной, а пористость жестких песчаников меняется значительно медленнее [график справа], отжатые воды устремляются из глины в породы-коллекторы.

погружении ила и глины на 1–1,5 км их пористость сокращается с 80 до 8–10 %, и заполнявшая поры вода переходит в пласты-коллекторы, трещины и разломы. Эта первая стадия дегидратации в общем-то проста, хотя и может протекать по-разному в зависимости от скорости погружения пластов.

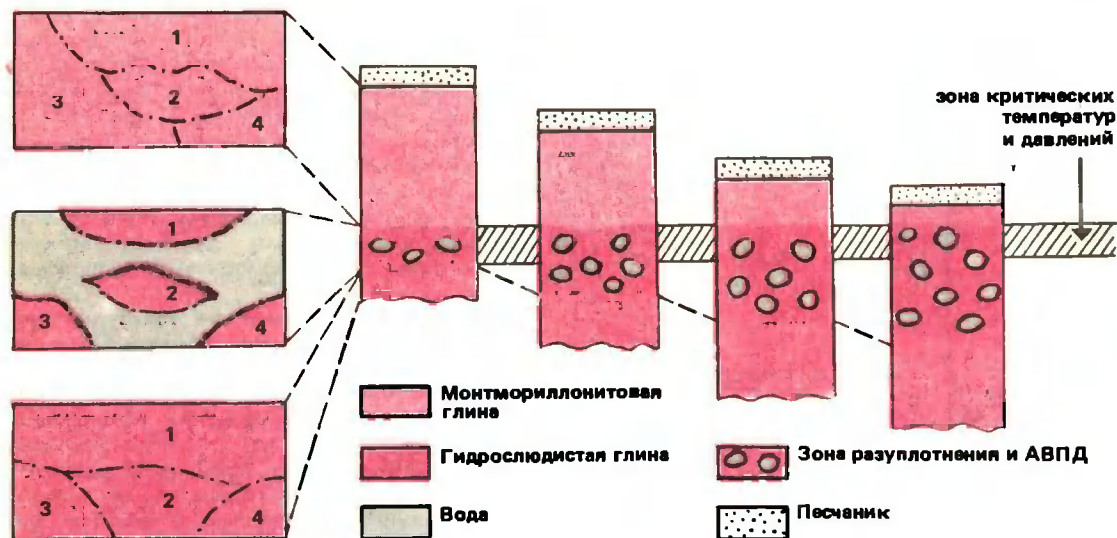
Сложнее обстоит дело с водой, физически и химически связанной в глине, — она высвобождается только при переходе одних глинистых минералов в другие. Вторая стадия дегидратации связана прежде всего с превращением преобладающего в зоне выветривания монтмориллонита в гидрослюда — постоянный компонент более глубоких зон. Это происходит обычно при высоких температурах (150–200 °C) на глу-

бинах от 1 до 4 км и сопровождается уменьшением объема твердой фазы и выделением значительного количества кристаллизационной воды (по нашим расчетам, из 1 м<sup>3</sup> монтмориллонитовой глины может высвободиться 230–350 л воды).

При критических температурах и давлениях (т. е. на той глубине, где монтмориллонит уже не может существовать) возникает зона разуплотнения, резко увеличивается пористость глинистой толщи и на некоторое время она превращается в полужидкую массу. Еще глубже новообразованные блоки гидрослюды сближаются под действием возросшего геостатического давления, и вся поровая вода отжимается вверх, в зону разуплотнения. В результате гидрослюдистая глина уплотняется, а над ней растет паровое давление жидкости — возникает зона аномально высоких пластовых давлений (АВПД).

Мощность зоны разуплотнения и величина пластовых давлений в ней в значительной степени зависят от положения погружающейся глинистой толщи относительно зоны критических температур и давлений.





Формирование зоны разуплотнения и аномально высоких пластовых давлений (АВПД) в глинистых толщах. Слева показано преобразование монтмориллонитовых глин в гидрослюдистые: при достижении критических давлений и температур монтмориллонит переходит в гидрослюда и выделяет кристаллизационную воду, которая отжимается в зону разуплотнения (цифрами обозначены блоки глинистого материала). Справа — нарастание зоны разуплотнения и аномально высоких пластовых давлений при погружении песчано-глинистых толщ в глубь осадочного бассейна.

Изначально зона АВПД сравнительно невелика. Но по мере того как опускающаяся в глубь стратисферы глинистая толща все больше охватывается гидрослюдизацией, область разуплотнения становится все мощнее и зона АВПД растет.

Рост гидростатического давления прекращается лишь, если в зоне критических температур и давлений оказывается пласт-коллектор или система тектонических нарушений, способных дренировать глину. Тогда поровые воды, накопленные в зоне разуплотнения, устремляются в поровое пространство песчаников и карбонатов или же уходят по трещинам. Пластовые давления в глинах при этом резко падают до обычных для данных глубин.

Рассматривая развитие обезвоживания глин в целом, приходится признать, что его стадии существенно различаются. На первой потеря воды протекает более-менее равномерно, постепенно уменьшаясь при сокращении объема пор. Усиление или ослабление этого процесса определяется скоростью накопления лежащих выше осадков, которая, в свою очередь, зависит от многих

физико-географических факторов<sup>2</sup>. Первую стадию дегидратации проходят все глинистые отложения морского генезиса независимо от их минерального состава.

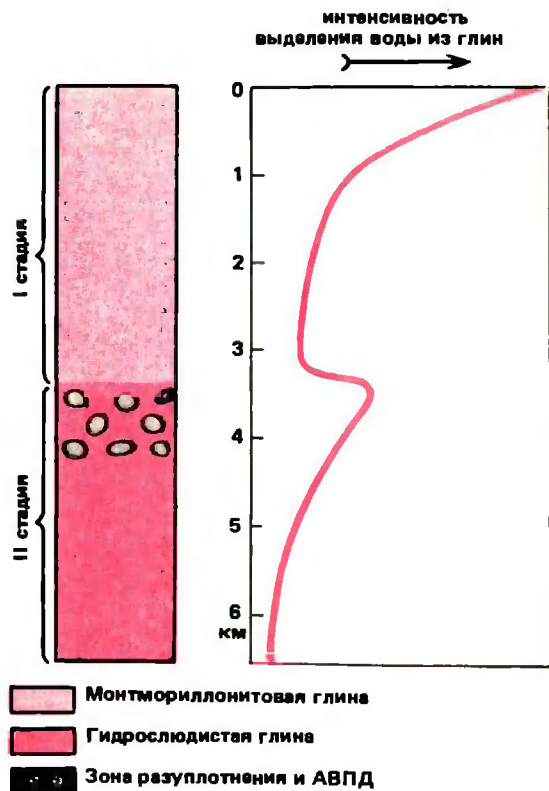
Вторая стадия благодаря буферной роли зоны разуплотнения и АВПД реализуется спонтанно, причем периоды усиленной отдачи вод в разломы и пласты-коллекторы всегда чередуются с накоплением поровых вод в самих глинистых породах. При этом интенсивность отжимания вод в значительной степени зависит от мощности и состава исходной глинистой толщи.

Характерно, что само превращение монтмориллонитов в гидрослюда запрограммировано еще при накоплении осадка на дне моря. В тех довольно редких случаях, когда среди осадочных отложений преобладают каолиновые, первично гидрослюдистые или хлоритовые глины, вторая стадия дегидратации обычно не играет большой роли. Только при накоплении монтмориллонитовых глинистых осадков она проявляется в полной мере.

## ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ СЛЕДСТВИЯ РАЗУПЛОТНЕНИЯ

Формирование зоны разуплотнения сопровождается значительным обводнением глин и резким усилением их пластичности. В результате на глубинах от 1 до 4 км

<sup>2</sup> Назаркин Л. А. Влияние темпа седиментации и эрозийных срезов на нефтегазоносность осадочных бассейнов. Саратов, 1979.



Обезвоживание глины при их погружении на глубину до 6 км. Сначала из глины уходит механически связанная и сорбированная вода (I стадия дегидратации), а затем теряется вода, входящая в кристаллическую решетку глинистых минералов (II стадия дегидратации).

возникает ослабленная область, вдоль которой возможны самые разнообразные тектонические деформации. Дисгармоничная складчатость, срывы и пологие надвиги сосредоточены именно в тех местах разреза, где появляются зоны разуплотнения. В целом, образование зоны разуплотнения напоминает накачивание автомобильной камеры: чем длительнее процесс гидрослюдизации, чем большие по мощности глинистые толщи он охватывает, тем выше АВПД и интенсивнее внедряются воды в разломы и пласты-коллекторы.

Следы таких катастрофических «разгрузок» АВПД в песках и песчаниках проявляются в виде так называемых кластических даек и горизонтов с включениями, детально изученных автором в Восточном Предкавказье, на границе песчано-глинистых отложений (чокракская свита) и подстилающей их мощной глинистой толщи (майкопская свита).

Кластические дайки — крупные причудливые трещины в глинах, заполненные песчаным материалом. В одних случаях они пересекают слои глин, а в других — следуют в их направлении. Горизонты с включениями представляют собой глыбы или фрагменты песчаных пластов, залегающие среди сильно перемятых глин и имеющие разные форму и размеры. Существуют и переходные формы между кластическими дайками и горизонтами с включениями.

Все эти своеобразные текстуры песчаных пород обусловлены внедрением в их поры вод, отжатых из зон разуплотнения и АВПД. Дело в том, что пласты глин и песчаников при погружении испытывают не только уплотнение, но и растяжение. При этом пластичные глины уменьшаются в объеме, деформируются и тем самым компенсируют растяжение. В жестких же песчаниках, которые легко перемещаются по поверхности смежных глинистых пластов, напряжения растяжения нарастают. И когда в песчаный пласт внедряется вода под большим давлением из зоны разуплотнения, могут возникнуть гидроразрывы и плывуны.

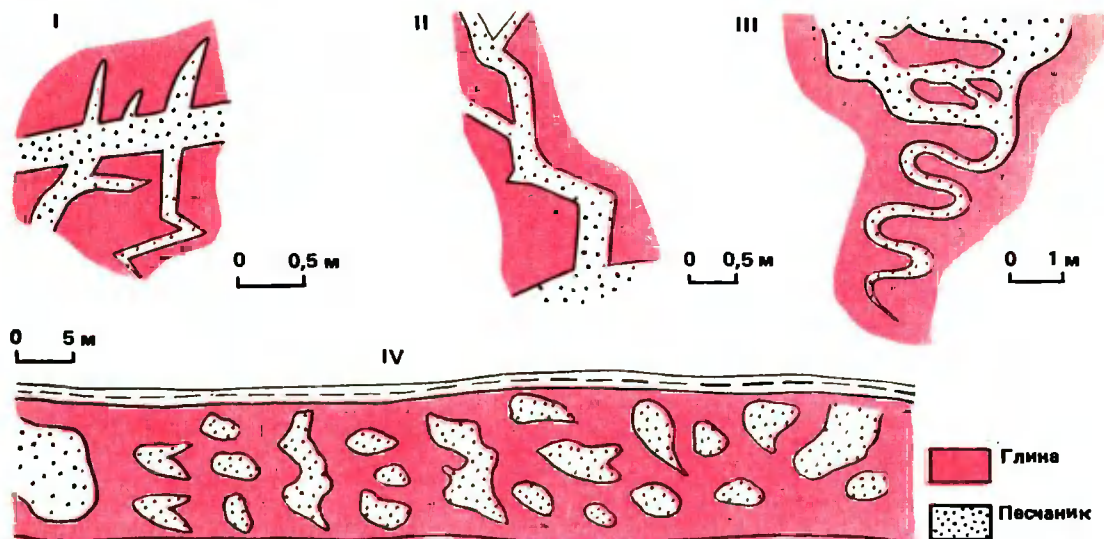
Так как формирование песчаного плывуна сопровождается увеличением объема, во вмещающих глинистых породах нередко образуются трещины отрыва, которые тут же заполняются жидкой песчаной пульпой. Когда часть поровых вод уходит по трещинам, пластовые давления падают и образуются прочные сцементированные песчаники кластических даек.

## ЧТО ОТЖИМАЕТСЯ ИЗ ГЛИН?

Донные отложения — сложное, неравновесное образование. Как уже отмечалось, в них наряду с глинистыми минералами встречаются обломки карбонатных и кремниевых раковин, коллоидные сгустки гидроксидов железа и марганца, органические включения и ряд других геохимически контрастных компонентов. Все эти составные части реагируют между собой, стремясь предельно уравновесить систему.

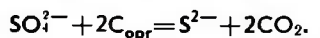
Особенно большую роль на этой стадии (стадии диагенеза) играют бактерии, плотно населяющие верхние слои глинистого ила, интенсивно потребляющие кислород и выделяющие углекислый газ<sup>3</sup>, благодаря чему многие окисные соединения превращаются в закисные. Среди распространенных в илах

<sup>3</sup> Страхов Н. М. // Известия АН СССР. Сер. геол. 1953. № 5. С. 12—49.



Формы кlastических даек [I, II, III] и «горизонтов с включениями» [IV], сформированных глубинными плавнунами и гидроразрываами.

бактерий наиболее важны десульфаризаторы, действующие по схеме



В результате иловые воды обогащаются сероводородом и углекислотой, хорошо растворимыми в воде и определяющими ход многих геохимических реакций при диагенезе. Так, увеличение содержания углекислоты в водах смещает карбонатное равновесие и способствует переходу многих химических элементов (кальция, магния, железа, марганца) в растворимую форму.

Хотя при погружении глинистых илов в глубь стратисферы бактериальная деятельность довольно быстро затухает, на первой стадии дегидратации из глин в разломы и пласты-коллекторы поступает не морская вода, а газово-водные растворы, содержащие повышенное количество  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$  и ряд других элементов.

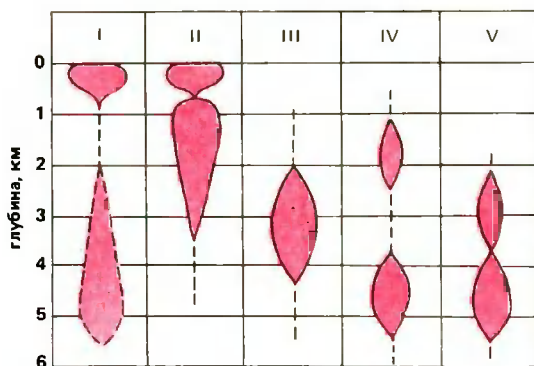
В некоторых случаях на больших глубинах биогенная сульфатредукция сменяется абиогенной. Это относится главным образом к гипсоносным глинам, которые содержат повышенные количества сульфатов и органического вещества. Как показали опыты С. М. Григорьева, Х. Сакаи, В. Толанда, а также Н. Б. и Р. Б. Валитовых, жидкие и газообразные углеводороды способны восстанавливать сульфаты при температурах 100—150 °С. При этом образуется

сероводород, следовательно, поровые растворы, отжимаемые из глин, должны быть им обогащены. Однако относительная редкость гипсоносных глин и слабая их проницаемость, ограничивающая перемещение углеводородов, не позволяют говорить о широком распространении абиогенной сульфатредукции в глинах.

Значительно чаще в глинистых толщах отмечается гидролиз рассеянных карбонатов и абиогенное образование углекислоты, что также увеличивает способность вод к мобилизации некоторых элементов. Экспериментально гидролиз карбонатов был воспроизведен И. Г. Киссиным и С. И. Пахомовым, которые показали, что он протекает при температуре от 75 до 200 °С, причем вначале разлагаются железистые карбонаты (сидерит), затем — магниевые (магнезит, доломит) и, наконец, кальциевые (кальцит). Реальность гидролиза карбонатов в глинах подтвердили наши микроскопические исследования третичных глинистых толщ Предкавказья, а также установленная Киссиным и Пахомовым корреляция между содержанием углекислоты и пластовыми температурами на нефтепромыслах Северного Кавказа.

Количество углекислоты, рождающейся в глинах стратисферы, может быть очень велико: при гидролизе 100 кг карбонатов ее образуется 23 м<sup>3</sup>. Конечно, часть углекислоты растворяется в поровых водах, тем не менее существенная ее доля может находиться в виде равновесных с раствором порций газа.

Большую роль при формировании от-



Геохимические преобразования глин: I — выделение сероводорода, II — растворение карбонатов, III — нефтеобразование, IV — газообразование, V — растворение кремнезема. Поскольку при погружении глинистых толщ на глубину формируются разные по составу газово-водные флюиды, в пласты-коллекторы поступают термальные воды, содержащие различные рудные компоненты.

жимаемых из глины флюидов играет рассеянное в ней органическое вещество. Когда глина поступает в область высоких температур и давлений, оно подвергается термической деструкции. В результате образуются так называемая остаточная органика со слабой миграционной способностью, с одной стороны, и легко мигрирующие за пределы пласта подвижные компоненты — с другой. На первой после диагенеза стадии, когда обогащенные органикой глины погружаются на глубину 1,8—2 км, идут процессы дегидратации и декарбоксилирования органического вещества (удаляется группа  $\text{COOH}$ , возрастает содержание углерода, становится меньше кислорода, азота и серы). Ниже, на глубине до 3,5 км, в результате разложения липидов формируется значительное количество битумоидов. На этом этапе, иногда называемом главной фазой нефтеобразования, усиленно накапливаются неформированное в воде органическое вещество, нефтяные и газообразные углеводороды. При дальнейшем погружении (до 5 км) идет мощная генерация углеводородных газов. Что же касается остаточного органического вещества, то оно все более интенсивно обогащается углеродом и становится малоактивным.

По данным С. Г. Неручева, А. А. Трофимука и Е. А. Рагозиной, около 65 % органического вещества, сохранившегося в породах после потерь при диагенезе, преобразуется в битумоиды и нефть (18 %), водорастворимый битумоид (16 %), углеводородные газы (20 %), углекислоту (17,5 %),

воду (12,5 %), сероводород (3,1 %). В итоге в породах остается 12,9 % органического вещества.

Таким образом, разлагающееся под действием высоких температур и давлений рассеянное органическое вещество вносит существенный вклад в формирование состава поровых растворов глин. Максимальное его влияние проявляется на глубинах 2—3,5 км, где генерируются жидкие битумоиды, нефть и водорастворимая органика, а также на глубинах 4—5 и, отчасти, 1—2 км, где из него образуются углеводородные газы, легко растворимые в поровых водах.

При погружении глин на большие глубины геохимически активной становится не только органика, но и кремнекислота, которая присутствует в них в виде обломков раковин, зерен кварца или его коллоидных сгустков, заполняющих поры. В экспериментах Г. Окамото, К. Б. Краускопфа и др. обнаружена линейная связь растворимости  $\text{SiO}_2$  с повышением температуры, свидетельствующая, что при погружении на большие глубины, где температуры и давления высоки, кремнекислота может растворяться и обогащать поровые растворы.

Важно также, что в сильноокислых или щелочных водах растворимость кремнекислоты резко возрастает. Например, при растворении в поровых водах глин значительного количества  $\text{CO}_2$  в поры перейдет дополнительное количество  $\text{SiO}_2$ . Большое влияние на распространение кремнекислых растворов в глинах, видимо, оказывают и водорастворимые битумоиды.

Итак, есть все основания считать, что в глинистых толщах стратисферы, погружающихся на глубины 5—6 км, образуются нефтегазоводные растворы. Именно они, а не химически чистая вода отжимаются из пор, устремляются к земной поверхности, путешествуют по пластам-коллекторам. Эти растворы при определенных условиях способны извлекать из глин рассеянные в них металлы, карбонаты и кремнекислоту, а затем переотлагать и концентрировать их и становиться, таким образом, источником стратиформных руд, нефтяных и газовых месторождений.

## ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ В РАСТВОРАХ

Состав термальных растворов, отжатых из глин, сильно различается. Это связано с тем, что растворение карбонатов и кремнезема, выделение сероводорода, удаление углеводородов в значительной мере зависит от исходного состава глин, который,



в свою очередь, определяется условиями накопления осадков в морском бассейне. Обогащение глинистых илов органическим веществом, карбонатными или кремниевыми включениями — первое условие генерации рудоносных растворов.

Интенсивное образование нефтегазонасыщенных растворов, создающих предпосылки для формирования залежей нефти и газа в пластах-коллекторах, невозможно без нефтематеринских глин, содержащих большое количество планктогенного или бентосного органического вещества. Точно так же для формирования некоторых сульфидных пластообразных или жильных залежей необходимо первичное обогащение глин карбонатами железа, т. е. создание рудоматеринских отложений<sup>1</sup>.

Второе условие, необходимое для формирования термальных растворов, — проницаемость глин. Действительно, если из глинистых илов водоема образуются плотные, плохо проницаемые для газов породы, последующие физико-химические процессы осуществляются в условиях закрытой системы. И наоборот: более проницаемые глинистые толщи формируются в условиях открытых систем, что обеспечивает иную направленность физико-химических процессов. В частности, раковины, сложенные карбонатами кальция, легко растворимы лишь в тех случаях, когда есть возможность для удаления образующейся при гидролизе углекислоты.

В этой связи понятно, почему образование высокопродуктивных термальных нефтегазоводных растворов в глинах — совсем не такое широко распространенное явление, каким его можно представить, исходя из общей схемы. Отжимаемые из глин нефть и газообразные углеводороды попадают в песчаные и карбонатные коллекторы и перемещаются по ним до тех пор, пока не встретят естественное препятствие — перегиб пласта или его выклинивание, «запечатывающие» тектоническую трещину. В этих местах нефть и газ разделяются и концентрируются, образуя месторождения.

Сложнее обстоит дело с рудной минерализацией. Ее формирование в осадочной толще становится возможным прежде всего потому, что рудообразующий термальный раствор представляет собой многокомпонентную систему, в которой растворенные соединения находятся в равновесии с газо-

образными. Для них переход из одной среды в другую (особенно из слабопроницаемых глин в хорошо проницаемые пласты-коллекторы, трещины или разломы) оказывается роковым: дегазация флюида смещает равновесие в растворе и из него выпадает твердая фаза — рудные сульфиды, карбонаты или силикаты.

Наиболее простой случай такого рудообразующего раствора — сульфидно-углекислая система. Она возникает при растворении в воде газообразных  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{S}$  и состоит из 6 компонентов:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{HS}^-$  и  $\text{S}^{2-}$ . Иногда возможность образования рудных сульфидов в этой системе определяется поведением углекислого газа. Как показали Г. Бассет, А. Г. Бетехтин и В. В. Щербина, сульфиды наиболее успешно формируются при избытке ионов  $\text{HS}^-$ , легко образующих гидросульфиды. Избыток растворенной углекислоты препятствует их образованию, а резкое снижение ее содержания может привести к выпадению не только карбонатов, но и гидросульфидов.

Реальность этого процесса подтверждают кластические дайки и горизонты с включениями, в которых наряду с сидеритовым цементом широко распространены сульфиды (пирит). В некоторых кластических дайках сульфидные стяжения буквально переполняют породу.

Несколько иным представляется механизм осаждения растворенных рудных компонентов на различных геохимических барьерах, например в песчаных и карбонатных коллекторах, поры которых заполнены абигенным сероводородом. Растворенные рудные компоненты в таких резко восстановительных условиях могут образовывать и отлагать сульфиды, обогащая ими различные участки проницаемых пластов.

Итак, результаты последних лет позволяют по-новому взглянуть на происхождение и локализацию стратиформных месторождений. Если прежде считалось, что образующие их гидротермальные рудные растворы возникали исключительно при вторжении в слоистую оболочку Земли расплавленных магм, то теперь источником некоторых рудоносных растворов представляется и сама стратисфера. При этом рудные скопления могут быть связаны с залежами углеводородов, широкое распространение которых в регионе отнюдь не противоречит поискам стратиформного оруденения.

<sup>1</sup> Холодов В. Н., Кикнадзе З. Р. Колчеданные месторождения Большого Кавказа. М., 1989.

## **Б.М. Медников** Лечение СПИДа: проблемы и перспективы



Борис Михайлович Медников, доктор биологических наук, главный научный сотрудник Межфакультетской проблемной научно-исследовательской лаборатории молекулярной биологии и биоорганической химии им. А. Н. Белозерского Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Занимается проблемами общей биологии, эволюционной и молекулярной генетики. Неоднократно публиковался в «Природе».

**П**РОДОЛЖАЮЩЕЕСЯ, несмотря на все усилия медиков, наступление синдрома приобретенного иммунодефицита (СПИДа) широко освещается в печати с разных сторон — чисто медицинской, биологической, социальной и философской. Похоже, возбудитель СПИДа — вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) — один из самых изученных, хотя и открыт всего 10 лет назад. Мы знаем всю последовательность его генома из 9749 нуклеотидов, структурные и функциональные белки, много знаем о регуляторных белках, расшифровали цикл развития вируса в клетке и пути заражения, нашли немало диких родственников ВИЧ в природе. Одного мы еще не знаем — радикальных способов лечения, т. е. уничтожения ВИЧ в организме больного. Прогнозы на этот счет пессимистичны: в печати неоднократно указывалось, что эффективная вакцина вряд ли будет создана до 2000 г. Пока все надежды связывают с профилактическими мерами. В Советском Союзе это в первую очередь — преодоление дефицита одноразовых шприцев, презервативов и т. д. Вряд ли профилактика полностью решит проблему СПИДа — во всем мире, кроме нас, дефицита упомянутых изделий нет, но это не так уж препятствует распространению «болезни века».

Сторонники профилактических мер неявно подразумевают, что, если в результате таковых скорость распространения инфекции станет ниже смертности, эпидемия исчезнет, когда вымрут все больные. Едва ли такой подход можно считать моральным. Кроме того, как известно, лучший способ защиты — нападение, в данном случае разработка эффективных методов лечения. Поэтому, не отрицая необходимости преодоления дефицита защитных средств, широкой медицинской пропаганды и прочих паллиативов, рассмотрим вопрос: возможно ли подавление репликации вируса в организме больного и эффективное уничтожение вирионов?



## ПРОТОРЕННЫЙ ПУТЬ — ВАКЦИНЫ

Наиболее распространенный метод борьбы с вирусными болезнями — создание вакцин. Он имеет уже давнюю и славную историю. Можно отметить три вехи на этом пути: вакцины против черной оспы (Э. Дженнер), бешенства (Л. Пастер) и полиомиелита (Дж. Солк). Неудивительно, что многие медики до сих пор усиленно разрабатывают вакцину против ВИЧ.

Уместно, однако, задаться вопросом — а перспективен ли проторенный путь в данном конкретном случае?

В самом широком смысле он заключается в стимуляции синтеза в организме человека антител — белков класса иммуноглобулинов, которые, связываясь с антителами болезнетворного начала, инактивируют его. В основном это метод, направленный на предохранение от болезни, реже, если речь идет о медленно развивающихся вирусных инфекциях (например, бешенстве), на лечение. Чаще, в тех случаях, когда заражение состоялось, лечение проводится введением больному иммуноглобулинов, полученных от другого человека или животного (пример — антикоревой гамма-глобулин).

Но исследователи, желающие получить иммуноглобулин против ВИЧ, должны учитывать следующие обстоятельства.

1. ВИЧ — ретровирус, следовательно, содержится в организме больного в двух формах — РНК-содержащей, которая входит в состав зрелых вирионов, и ДНК-содержащей, астроеной в геном хозяина. Последняя форма не имеет антигенов и для иммуноглобулинов недоступна.
2. Зрелый вирион ВИЧ хорошо защищен: он покрыт мембраной, заимствованной от хозяйской клетки, и оболочкой из гликопротеидов (белков, содержащих полисахариды). Полисахариды белков оболочки ВИЧ относятся к организму хозяина и антигенами быть не могут.
3. Фактически только немногие участки аминокислотных последовательностей гликопротеидов оболочки ВИЧ — gp 120 и gp 41 — не экранированы человеческими полисахаридами и могут быть антигенами. Сильной антигенной активностью обладает петлеобразный участок gp 120, но, к сожалению, он весьма изменчив<sup>1</sup>. Поэтому в разгаре заболевания у больного обнаруживаются разные варианты ВИЧ, в том числе и те, которые не связываются с антителами, возникшими пер-

выми<sup>2</sup>. А деятельность иммунной системы уже нарушена, и новые иммуноглобулины, эффективные против устойчивых вариантов, возникнуть не могут.

4. Другой антигенный участок ВИЧ весьма консервативен, ибо соединяется при заражении клетки с рецептором Т-лимфоцитов (хелперов) — белком CD4 (этот белок, обнаруженный у человека и обезьян Старого и Нового Света, также консервативен<sup>3</sup>). Ясно, что все изменившиеся в этом участке вирусы отсекаются отбором. Однако, антигенная активность его слаба (антитела возникают в среднем только через год после заражения), так как он частично экранирован полисахаридами и аминокислотной последовательностью близок к белкам хозяина.
  5. Кроме Т-хелперов ВИЧ проникает и в другие клетки — как содержащие на своей поверхности рецептор CD4 (глиальные клетки мозга<sup>4</sup>), так и способные к фагоцитозу, в первую очередь моноциты и макрофаги<sup>5</sup>. Именно последние захватывают комплексы ВИЧ-антител. Поэтому иммуноглобулины в конечном счете не подавляют инфекцию, а способствуют ей<sup>6</sup>.
  6. Если допустить, что ретровирусы — «одичавшие», обретшие самостоятельность продукты рекомбинации генетической системы хозяина, то их антигены неизбежно должны иметь сродство с белками хозяина и антитела к ним должны вызывать аутоиммунные реакции. После работ А. Я. Кульберга это можно считать доказанным<sup>7</sup>. Недаром у больных, умерших от СПИДа, наблюдается аутоиммунная деструкция тимуса и других органов. Если человек, заболевший СПИДом, не умирает от сопутствующих инфекций или злокачественных новообразований, он неизбежно погибает в ходе аутоиммунного процесса. Это самый веский довод против антител, т. е. лечения СПИДа вакциной.
- Отсюда следует вывод, лишь внешне парадоксальный: стимуляция синтеза иммуноглобулинов против ВИЧ (вакцинация) или

<sup>2</sup> Briesen H., Becker W. B. et al. // J. Med. Virol. 1987. Vol. 23. P. 51—66.

<sup>3</sup> McClure M. O., Sattentau Q. J. et al. // Nature. 1987. Vol. 330. P. 487—488.

<sup>4</sup> Dewhurs S., Stevenson M., Volsky D. J. // FEBS Letters. 1983. Vol. 213. P. 133—136.

<sup>5</sup> Crowe L., Mills J., McGraff M. S. // AIDS Res. 1987. Vol. 3. P. 135—146.

<sup>6</sup> Clotet B., Grifol M. et al. // Ann. Intern. Med. 1987. Vol. 147. P. 634—635.

<sup>7</sup> Кульберг А. Я. Экология и СПИД // Природа. 1989. № 4. С. 34—39.

<sup>1</sup> Hahn B. H., Gonda M. A. et al. // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1985. Vol. 82. P. 4813—4817.

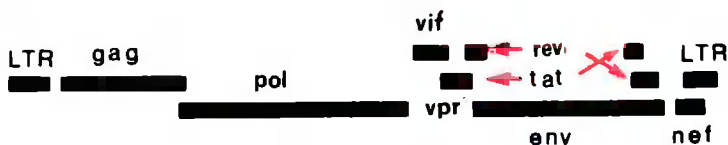


Схема генома ВИЧ [по: Laurence J. // AIDS Res. 1988. Vol. 4. VII — VIII]. LTR — длинный концевой повтор, gag — ген группового антигена — белка Р17 (здесь и далее числа обозначают массу в килодальтонах), pol — ген полимеразы, протеазы, эндонуклеазы и обратной транскриптазы [Р10, Р32, Р66, Р51], vif — ген фактора инфекционности вируса [Р23], vpr — ген вирусного белка R, функция которого не выяснена, rev — регулятор экспрессии вириона [Р19], tat — транскриптиватор [Р14], env — ген гликопротеидов оболочки (gp 120 и gp 41), nef — негативный фактор [Р27]. Примечательно, что некоторые гены перекрываются, а гены в конце цепи РНК могут считываться разными путями и давать различные продукты. Эта сложная система способна к очень тонкой регуляции экспрессии и легко мутирует из-за низкой помехоустойчивости процесса обратной транскрипции. Из всех генпродуктов в зрелом вирионе для антител уязвимы лишь гликопротеиды оболочки.

Введение их в организм больного не только бесполезны, но и смертельно опасны. Быстро мутирующий ретровирус против них устойчив — чего нельзя сказать о мембранных рецепторах и иных клеточных белках больного. Использовать антитело к ВИЧ с пользой для больного можно, но не вводя его в кровоток пациента (как это сделать, мы рассмотрим далее).

## ВТОРОЙ ПРОТОРЕННЫЙ ПУТЬ

Так же, как активация иммунной системы, в медицине широко распространенный метод борьбы с инфекционным началом — введение в организм больного веществ, для пациента сравнительно неопасных, но блокирующих рост и созревание вирусов, бактерий или опухолевых клеток. Если не считать хинина, первым реагентом подобного рода можно назвать примененный П. Эрлихом в 1909 г. сальварсан (диоксидаминарсенобензол), не очень токсичный для человеческих клеток, но убивающий бледную спирохету. К этой же категории можно отнести сульфамидные препараты и антибиотики. К сожалению, все они в той или иной мере токсичны для клеток человека; исключение составляет пенициллин, блокирующий рост оболочек бактериальных клеток (клетки животных оболочек не имеют).

Если антитела взаимодействуют с белками оболочки вириона, то подобные реагенты — с функциональными белками возбудителя (в том числе ВИЧ), которые синтезируются в зараженной им клетке и формируют новые вирусные частицы.

Из этих белков наиболее перспективными для борьбы с ВИЧ представляются три: обратная транскриптаза (ревертаза), переводящая вирус в ДНК-форму; интеграз, включающая ее в хозяйский геном; протеаза, участвующая в созревании вирусных белков. Для последнего фермента уже получен ингибитор — церулин<sup>8</sup>. Возможно, окажутся полезными ингибиторы РНКазы Н и других регуляторных белков ВИЧ. Надежды связывают также с блокировкой последних стадий созревания ВИЧ в клетках — гликозилирования белков (с помощью алкалоида кастаноспермина и его производных) и выхода вирионов из клеток (посредством интерферона).

Однако в конечном счете в медицинскую практику пока вошел лишь АЗТ (азидотимидин) — реагент, который блокирует обратную транскрипцию — синтез ДНК на РНК вируса (реже применяются 2',3'-дидезоксицитидин и 2',3'-дидезоксиаденозин). Эти аналоги дезоксирибонуклеотидов как будто отвечают всем требованиям: легко проникают в клетку, в том числе через гемэнцефалический барьер, а ревертазная реакция (обратная транскрипция), по современным представлениям, присуща якобы только вирусам, и человеческим клеткам использование таких аналогов не повредит.

Последнее, впрочем, не доказано, так как в клетках эукариот известна эндогенная ревертазная активность неясной природы. И АЗТ оказался довольно токсичным для костного мозга и периферической нервной системы (он вызывает анемию) и к тому же дорогим — годовой курс инъекций около 8 тыс. долл. Все эти реагенты лишь продляют жизнь больного, тормозя репликацию вируса, но не дают излечения. Не исключено также, что лечение с помощью АЗТ требует введения в организм больного все больших доз препарата<sup>9</sup>.

Кажется перспективными так называемые антисмысловые олигонуклеотиды, в которых к остатку фосфорной кислоты присоединен атом серы. В них привлекает строгая

<sup>8</sup> Blumenstein J. J., Copeland T. D. et al. // Biochim. Biophys. Res. Comm. 1989. Vol. 163. P. 980—986.

<sup>9</sup> Мой мрачный прогноз подтвердился. Действительно, дозу АЗТ приходится увеличивать с течением времени лечения. См.: Larder B. A. et al. // Science. 1989. Vol. 243. P. 1731—1734.

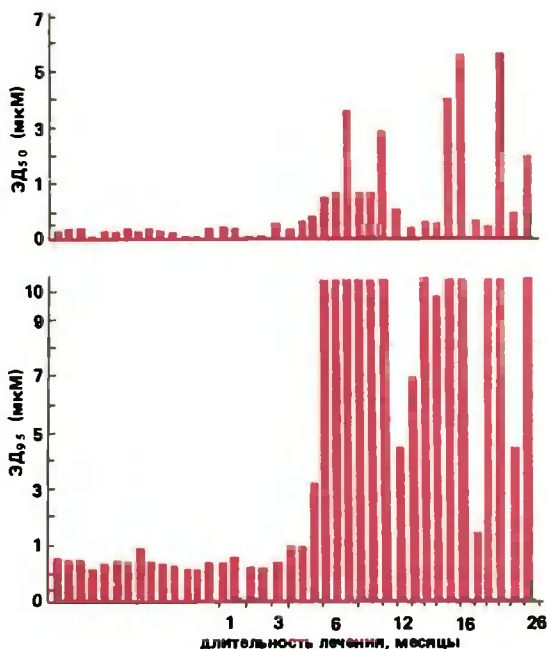
специфичность действия: они комплементарны только участкам вирусной ДНК и, реагируя с ней, блокируют прямую транскрипцию, а значит, и синтез новых вирионов. В принципе, это путь борьбы и с другими ретровирусными болезнями типа лейкозов и иными формами злокачественного роста. Но пока это только перспективы.

К тому же уроки многолетней истории с хинином и его производными, сульфамидами и антибиотиками, а также депрессантами, подавляющими рост опухолевых клеток, весьма пессимистичны. Эти реагенты токсичны не только для безвредного начала, но и для нормальных клеток организма. Исповедуя первую заповедь Гипократа («не повреди»), медики вынуждены применять сублетальные дозы, а фактически вести среди популяции фактора болезни (будь то бактерии, вирусы или раковые клетки) настоящий отбор на выживаемость. Быстро мутирующий ВИЧ имеет все шансы преуспеть в этой селекции. Подобные реагенты дают нам не победу над вирусом, а лишь временную отсрочку. Развивая способы борьбы с их помощью, мы не должны забывать, что ДНК-форма вируса при этом остается неуязвимой, и потому рецидив болезни становится практически неизбежным.

### НЕТРИВИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

Все вышеизложенное позволяет заключить, что окончательной победы над СПИДом и другими ретровирусными болезнями вряд ли можно достичь проторенными путями. Нужны новые подходы.

Одним из них может быть использование рекомбинантного (растворимого) рецептора Т-лимфоцитов — rCD4, которому уже посвящена обширная литература<sup>10</sup>. Сам по себе CD4 — это гликопротеин из 435 аминокислотных остатков, С-концевой участок которого находится в цитоплазме, а N-концевой пронизывает мембрану и служит рецептором клетки; в белке имеется три S-S-связи и его последовательность близка таковой ряда иммуноглобулинов. rCD4 уже клонируют в культурах клеток сирийского хомячка и дрожжей и даже в вирусе ядерного полиэдроза насекомых; на очереди внедрение в широкое производство. Именно это направление сейчас большинству исследователей представляется самым перспективным. Рекомбинантный



Зависимость доз АЗТ от длительности лечения больного СПИДом (по Лардеру Б. А., 1989).  $ED_{50}$  — 50 %-ное подавление репликации вирусных частиц (вверху),  $ED_{95}$  — 95 %-ное.

рецептор Т-лимфоцитов не уничтожает вирус, но подавляет его инфекционность, так как является эпитопом (имеет физико-химическое сродство) вирусного рецептора в белке gp 120, «узнающего» Т-лимфоциты. Облепляя вирионы, молекулы rCD4 блокируют дальнейшее распространение вируса в организме, фактически переводя течение болезни из острого в хроническое. Этот рецептор, однако, неустойчив, и больному требуются периодические внутривенные инъекции. Поэтому, хотя в принципе рекомбинантный белок, получаемый генноинженерными методами, должен быть дешевле АЗТ, это не окончательное решение проблемы.

Но rCD4 может быть своеобразным «полуфабрикатом» для создания эффективных противовирусных препаратов. Возникает идея присоединить к его карбоксильному концу токсин, который уничтожал бы не только вирионы, но и клетки, в которых идет репликация ВИЧ. Мембраны таких клеток имеют многочисленные выпячивания — отшнуровывающиеся от клетки вирионы, уже модифицированные gp 120. Так как вирусный рецептор к CD4 консервативен, такая гибридная молекула годилась бы для всех штаммов ВИЧ-1 и ВИЧ-2 и не вызвала бы аутоиммунного ответа.

<sup>10</sup> См., напр.: Sattentau Q. J., Dalgleish A. G. et al. // Science. 1986. Vol. 234. P. 1120—1123; Byrn R. A., Sekigawa J. et al. // J. Virol. 1989. Vol. 63. P. 4370—4374.

По идее Л. С. Ягужинского, не менее перспективен для создания подобной комплексной молекулы-«убийцы» иммуноглобулин против gp 41 — второго гликопротеида оболочки ВИЧ. Работы в этом направлении уже ведутся. К сожалению, еще не известно, консервативен ли этот вирусный антиген (в противном случае мы быстро «выведем» устойчивый штамм), и не вызовет ли такой иммуноглобулин аутоиммунные реакции (тогда мы убьем токсином другие, «неповинные» клетки организма).

Автор этих строк в свое время предлагал для уничтожения зрелых вирионов ВИЧ в крови липосомы — искусственные клетки-пузырьки из мембран, модифицированных CD4. Липосомы сейчас пробуют сделать моделями эритроцитов, они же, соединенные с CD4, станут моделями Т-лимфоцитов. ВИЧ, присоединяясь к рецептору, будет сливаться своей мембраной с ловушкой-липосомой, в которой находится раствор РНКазы и (или) ингибитор ревертазы. Такие «спидоловки» при периодическом введении в кровь могли бы перекачать в себя все свободные вирусные частицы; наилучший результат дало бы их использование при массовом размножении вируса, когда концентрация его в периферической крови достигает 10 тыс. частиц в 1 мл<sup>11</sup>.

Все рассмотренные здесь идеи и разработки, хотя и выглядят перспективными, не решают, однако, проблему до конца. Будучи реализованными и внедренными в практику, они смогут неограниченно продлить жизнь больного, затормаживая развитие инфекции в организме. Но ДНК-форма вируса, интегрированная в геном вирусоносителя, остается нетронутой. Более того, применение иммунотоксинов послужит, по сути, «выведению» латентной, неэкспрессивной формы вируса, например с соответствующими мутациями в генах tat и rev (транскрипции всех генов вирусных белков и регуляции экспрессии вируса). То, что такие формы уже существуют, представляется несомненным. Нередко симптомы СПИДа возникают через несколько лет после заражения, когда ВИЧ обретает экспрессивность в результате обратной или супрессорной мутации.

Логическим завершением коэволюции ВИЧ и человека, возможно, станет превращение ДНК-формы в вирусоподобный ретротранспозон — и рецидивы СПИДа будут тогда трактоваться как феномены наследственного иммунодефицита. Но поскольку мы не

знаем, как долго продлится этот этап коэволюции и скольких жертв он будет стоить, следует подумать о методах уничтожения ДНК-формы вируса, хотя бы на ранней стадии развития болезни, когда она локализована лишь в Т-лимфоцитах с рецепторами CD4. Эта стадия длится с момента заражения в среднем около года: ВИЧ как бы дает нам фору, которую мы еще не умеем использовать.

Протягивая цепь рассуждений дальше, мы неизбежно приходим ко второму парадоксальному выводу: чтобы окончательно излечить приобретенный иммунодефицит, нужно его создать искусственно.

### ИСКУССТВЕННЫЙ ИММУНОДЕФИЦИТ ПРОТИВ ПРИОБРЕТЕННОГО

В течение года после заражения, иногда и значительно дольше, ВИЧ поражает только Т-лимфоциты крови, несущие рецептор CD4. Поражение клеток мозга и других органов начинается позже<sup>12</sup>. В это время популяция Т-хелперов состоит из здоровых клеток, клеток с интегрированной ДНК-формой ВИЧ и клеток, продуцирующих зрелые вирионы. Так как при современном уровне знаний мы не можем отличить здоровые клетки от зараженных, для полного уничтожения ВИЧ их следует удалять все. Иными словами, нужно создать искусственный иммунодефицит у больного, выполнив ту же операцию, которую проделывают хирурги перед пересадкой органов, вызывая у пациента иммунологическую толерантность.

Наиболее известный реагент подобного рода — циклоспорин. Как раз он блокирует последнюю стадию созревания предшественников Т-хелперов в тимусе — синтез рецептора CD4. Именно искусственный иммунодефицит и заставляет медиков после пересадки содержать больного не менее двух недель в стерильном боксе — пока не созреет новая популяция Т-лимфоцитов.

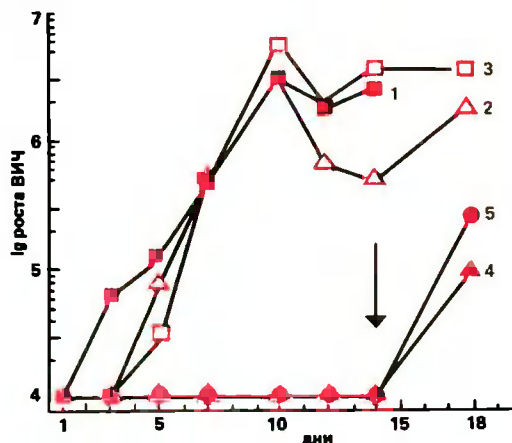
В последнее время разработан иной метод: в организм для уничтожения Т-хелперов вводится антитело против CD4<sup>13</sup>. Однако для уничтожения зараженных ВИЧ лимфоцитов он не годится, так как комплекс клетка-антитело будет поглощаться макрофагом, а в этом типе клеток вирус размножается.

Возможен другой способ — кровь, например из бедренной артерии пациента,

<sup>11</sup> Сдав статью в печать, я обнаружил в литературе ссылки на предложения модифицировать CD4 оболочки эритроцитов и искусственные клетки-липосомы.

<sup>12</sup> Maddon P. J., Dalgleish A. G. et al. // Cell. 1986. Vol. 47. P. 333—348.

<sup>13</sup> Benjamin R. J., Waldmann H. // Nature. 1986. Vol. 320. P. 449—451.



Рост вируса ВИЧ в культуре клеток H9 с добавкой rCD4 [по Берн Р. А. и др., 1989]. 1 — контроль, 2, 3, 4, и 5 — 0,01; 0,1; 1 и 10 мкг rCD4/мл. Видно, что rCD4 эффективно блокирует рецепторы вирионов и останавливает заражение клеток при концентрациях от 1 до 10 мкг/мл. Не стоит культуру клеток от него отмывать, размножение вируса возобновляется (момент отмывки показан стрелкой).

поступает в реактор типа гемосорбционной колонки. В первом блоке реактора, контактируя с большой поверхностью, на которой иммобилизован rCD4 или иммуноглобулины против gp 120 и gp 41 вируса (возможна также сорбция ВИЧ на эпитопах его оболочечных белков, полученных генноинженерными методами), она очищается от свободных вирионов. Так как антитела против ВИЧ иммобилизованы, в организм больного они не попадут и аутоиммунных реакций не вызовут.

На рабочей поверхности второго блока реактора иммобилизовано уже антитело против rCD4 или его генноинженерный, рекомбинантный эпитоп. На ней сорбируются Т-лимфоциты периферической крови и лимфатических узлов (долгоживущие Т-лимфоциты внутренних органов заражаются вирусом в последнюю очередь и несравненно менее опасны). Эту операцию можно комбинировать с введением rCD4-токсина и циклоспорина. Очищенная кровь возвращается в бедренную вену. Естественно, больной во время этой процедуры и две недели после нее должен содержаться в стерильном боксе.

Возможно, предлагаемый метод покажется чересчур сложным. Однако, на взгляд автора, пока это единственный способ кардинального лечения СПИДа, хотя бы на ранних стадиях развития болезни. Сложность его не следует переоценивать, так как все необходимые компоненты его в иммунологии

и гематологии давно разработаны. Клонирован rCD4, на него получены, как и на белки ВИЧ, антитела, существуют немало способов иммобилизации антител и других белков на твердых поверхностях, в медицинскую практику уже входят гемосорбционные колонки.

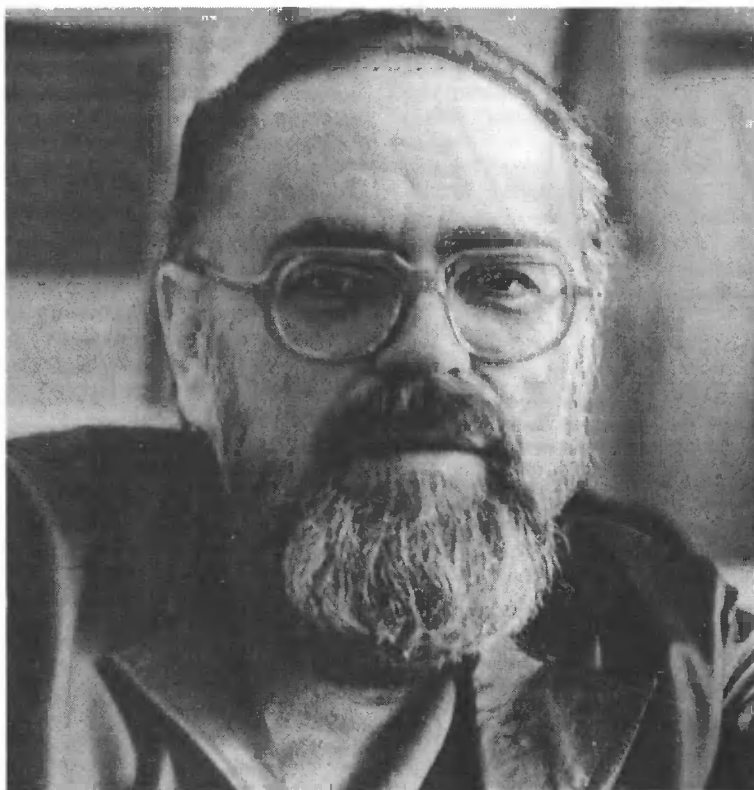
Нужно также учесть, что такая методика может пригодиться для лечения не только СПИДа.

## НЕ ТОЛЬКО СПИД

В том же варианте, с иммобилизованным антителом против rCD4, подобный реактор можно применить для лечения Т-лейкозов, а также для создания временной толерантности при пересадке органов. Если же использовать антитела против рецепторов аномальных В-лимфоцитов, мы получим эффективное средство борьбы с В-лейкозами. В принципе возможны варианты, в которых кровь будет очищаться от паразитов (иные вирусы и бактерии и другие болезнетворные агенты вроде малярийного плазмодия и трипаносом). Естественно, нужно создавать массовое производство сорбентов и соответствующих реакторов, но это уже чисто инженерная задача. Реактор, в частности, должен обладать большой внутренней поверхностью при малом объеме, быть технологичным и не травмировать форменные элементы крови.

В конечном счете, предлагаемая идея не выходит из общего направления развития медицины. Жидкие, мобильные ткани нашего организма — кровь и отчасти лимфа — с незапамятных времен стали объектами манипуляций медиков. На первом этапе (до конца XIX в.) чрезвычайно распространено было кровопускание. С началом нашего века в медицину был внедрен его антипод — переливание крови и плазмы, внутривенное введение лекарств. Третий этап — очистка крови — развивается в наши дни. Его также можно разделить на три стадии. На первой была освоена очистка крови от низкомолекулярных продуктов обмена путем диффузии их через рабочую поверхность реактора («искусственная почка»). На второй кровь очищалась от нежелательных компонентов путем их сорбции на твердой поверхности (гемосорбционные колонки с иммобилизованными антителами или же, наоборот, с антигенами для сорбции вредных антител). На третьей встает проблема очистки крови не только от молекул, но и от вирусных частиц и нежелательных форменных элементов. Этот путь представляется весьма перспективным. Мефистофель прав: «Кровь — сок совсем особенного свойства».

## ПАМЯТИ ИГОРЯ НИКОЛАЕВИЧА КРЫЛОВА



Игорь Николаевич Крылов.  
21.IV 1932 — 8.I 1990

Это случилось 8 января: обширный инфаркт, третий за последние годы, оказался роковым.

Нарастающее ощущение пустоты, тоскливое и трудно переносимое, охватило многих. Мы начали осознавать, что рядом с нами все эти годы был выдающийся ученый и просветитель, глубоко духовный человек, щедро одаренный талантами... Все это справедливо по отношению к Игорю Николаевичу и — совершенно недостаточно.

Память возвращает нас во вторую половину 50-х годов, в Геологический институт АН СССР (ГИН), где под руководством В. В. Меннера и Б. М. Келлера ведутся исследования по палеонтологии и биостратиграфии докембрия. Само это словосочетание воспринималось тогда многими, даже весьма маститыми учеными, как абсурд. Докембрий считали почти безжизненным, а толщи пород возрастом свыше 550—570 млн лет называли «немыми».

На протяжении двухсотлетней истории палеонтологии специалисты научились ориентироваться в геологическом времени, используя остатки животных и растений: окаменелости, отражающие необратимый ход эволюции, «говорят» нам о возрасте вмещающих пород. Но книга

палеонтологической летописи была расшифрована лишь на одну восьмую, да и то — с конца, т. е. от наших дней до начала кембрия. А дальше?

И вот в 1956 г. сложилась группа энтузиастов, которая, не взирая на отрицательный опыт предшествующих поколений палеонтологов, терпя скепсис старших коллег-современников, отважилась исследовать докембрийские толщи.

Лидером этой группы и генератором идей был Игорь Николаевич Крылов, первым попытавшийся использовать строматолиты — карбонатные постройки, сформировавшиеся сотни миллионов лет назад в результате жизнедеятельности цианобактериальных сообществ, для расчленения и корреляции древних отложений. Изучение строматолитов стало и первой любовью, и главным делом его жизни.

Поставленная цель потребовала работы сразу в нескольких направлениях, таких как морфология и систематика, палеобиогеография и эволюция. Да-да, именно эволюция, хотя это слово у многих вызывало чувство протеста, поскольку речь шла об остатках не организмов, а скорее — былых биоценозов.



Потребовались не только большие интеллектуальные затраты, но и много-много простой физической работы: в силу новизны, методов и материалов все приходилось делать самому. В ГИНе помнят, как вечерами Игорь Николаевич включал камнерезный станок, установленный по его инициативе, и дисковой алмазной пилой резал на тонкие пластины блоки доломитов.

Потом пластины мылись, сушились и на их плоскостях проступали причудливые контуры карбонатных столбиков, кустиков, желваков — по ним-то путем многократных прорисовок и реконструировался точный облик строматолитов. Данный метод графического препарирования, разработанный Крыловым в 1958 г., стал основным в изучении морфологии этих древнейших биогенных построек.

Через руки Игоря Николаевича прошли тысячи образцов, собранных им во время экспедиций в самые разные регионы страны. Но предметом особого внимания и многолетних исследований стал для него типовой разрез рифея (1,65—0,65 млрд лет назад), получившего название от Рифейских гор — древнего имени Урала.

На Южном Урале Игорь Николаевич установил состав строматолитовых ассоциаций и их последовательность в пределах многокилометровой осадочной толщи. Чисто эмпирически были выявлены закономерности изменения строматолитов за миллиард лет протерозойской истории Земли. Правда, не вполне ясным оставалось, в какой степени это изменение отражает эволюцию прокариотных экосистем, локальные и глобальные изменения абиотических факторов, влиявших на морфологию и распространение строматолитов в прошлом.<sup>1</sup> Но главное было сделано: рифей и его подразделения обрели палеонтологическое обоснование, а геологи-докембристы получили надежный и долгоданный инструмент для расчленения и корреляции когда-то «немых» толщ.

Конечно, Игорь Николаевич начинал не на пустом месте. Еще активны были классики уральской геологии, заложившие фундамент изучения «древних немых свит Урала». Сколько рассказов, иногда похожих на легенды, приходилось слышать об этих удивительных людях, талантливых и преданных делу, подвижных и способных к кропотливому, тяжелому труду. Он оказался достойным воспреемником их духа и традиций, хотя добротный задел старших коллег получил в его работах совершенно неожиданное развитие.

Иначе и быть не могло, ведь по натуре Игорь Николаевич был человеком художнического мироощущения, почти ребяческого отношения к жизни, очень эмоциональным, чрезвычайно любознательным, творческим во всем. Эти качества сплелись с трудолюбием и высокой работоспособностью, предельно честным отношением к делу. Он решительно отвергал пошлый компромисс применительно к научным проблемам, а возникавшие вопросы стремился решать немедленно, на месте, особенно если они возникали в поле, у обнажений, и если их можно было прояснить, сев за микроскоп.

Эта бескомпромиссность, сочетавшаяся с

эмоциональным, но учтивым, «академическим», стилем полемики а также юношеская преданность идеалам подлинной науки подчас осложняли его отношения с коллегами.

Направлением, лидером которого был Игорь Николаевич, справедливо расценивалось специалистами как крупнейшее достижение отечественной палеонтологии и стратиграфии докембрия. Оно бурно развивалось и в нашей стране, и за рубежом, особенно в США, Канаде, Австралии. Однако уже в середине 70-х годов на фоне быстрого прогресса стали накапливаться противоречия, разрешить которые в рамках старого подхода оказалось невозможным. Именно тогда Игорь Николаевич начинает новые для себя исследования рифейских микроорганизмов из кремневых конкреций и окремневших строматолитов. От изучения карбонатных построек, т. е. следов жизнедеятельности бактерий, он переходит к самим организмам.

Преимущество этого подхода состоит в том, что кремнезем как бы законсервировал микробов в прочном, «вечном», препарате. При большом увеличении в шлифе взгляду открываются остатки самих цианобактерий — создателей строматолитов. Иногда можно наблюдать их сообщества с разными формами на каждом «этаже» микробного мата. Как живые! Сколько было восторгов. Своим гостям Игорь Николаевич предлагал взглянуть на тех, чьи тени дошли до нас через сотни миллионов лет.

Опыт изучения микрофоссилий из кремней на Западе, где после периода эйфории и больших надежд наступило некоторое охлаждение, привел его к выводу о необходимости всестороннего изучения древнейших микроорганизмов. При малой информативности их морфологии необходимо было обратиться к палеоэкологии и тафономии рифейских цианобактерий, следовало попытаться восстановить типы сообществ микроорганизмов прошлого, условия их обитания и процессы фоссилизации. Чтобы лучше понять это, Игорь Николаевич углубился в изучение современных сине-зеленых водорослей (цианобактерий), причем не только по их описаниям, но и непосредственно живых. Это очень характерно для него — самому входить в новое дело, во все его тонкости — от чисто технической, черновой, работы до широких научных обобщений.

В последние годы Игорь Николаевич много сотрудничал со специалистами Института микробиологии и Палеонтологического института АН СССР. Эти работы, в которых лабораторный эксперимент и полевые наблюдения сочетались с синтезом данных палеонтологии и микробиологии, оказались исключительно плодотворными. Впервые был изучен процесс окремнения современных цианобактерий, обитающих в гидротермах, — от замещения клеточной стенки опалом до образования кремнистых микрофоссилий. Постановка эксперимента для выяснения вопроса о том, как цианобактерии становятся окаменелостями, привела к неожиданным результатам, заинтересовавшим специалистов по клеточным мембранам.

Были выяснены особенности осаднения карбоната у цианобактерий, прослежен весь путь

формирования строматолитов, онколитов и цианобактериальных матов, покрывавших в докембрии огромные площади. Бактериальные сообщества доминировали на Земле более 3 млрд лет, и значительную часть этого времени жизнь была представлена исключительно бактериями. Именно они, взаимодействуя с продуктами дегазации планеты, преобразовывали состав атмосферы и океана, выводили в нерастворимый осадок разнообразные минеральные соединения — так формировались некоторые осадочные руды и горючие полезные ископаемые. Именно они «надышали» кислород и подготовили эволюцию аэробных организмов. Обо всем этом талантливо и увлекательно писал Игорь Николаевич в научно-популярных статьях, в последние годы преимущественно в журнале «Природа», членом редколлегии которого он был.

К популяризации науки он относился очень серьезно. С одной стороны, популярные книги, статьи, сценарии и радиопередачи помогали ему реализовать художническую сторону своего дарования. С другой, — этот жанр позволял высказать рискованные догадки, дать волю фантазии, что могло показаться неуместным, или просто преждевременным, в профессиональных публикациях, в строго научной аудитории. Впрочем, он никогда не грешил против истины, и девизом его работы в популярном жанре были известные слова: «доступно и достоверно».

Стремление рассказать просто о сложнейших проблемах естествознания требовало известной смелости и прямоты, заставляло обнажить свою позицию, поскольку научные термины, которыми пользуются специалисты, — это всего лишь более или менее удачные модели, называющие, но не всегда объясняющие явление. Игорь Николаевич полагал, что популяризация науки — род творчества, в одинаковой мере необходимый и обществу, и ученому. Для общества это важная часть просвещения, для ученого — честный разговор с читателем и самим собой о том, что нам действительно ясно, а что еще требует кропотливой работы. Для науки же в целом популяризация — это облегчение связей между учеными в условиях дробящихся научных дисциплин и специализации.

Еще одно важное свойство натуры Игоря Николаевича — просветительство. Бескорыстное желание поделиться всем, что он сумел открыть для себя, было, похоже, его природным качеством. Учил он охотно, но без назиданий и так живо, как будто сам только что узнал, удивился, обрадовался и спешит этим поделиться.

Игорь Николаевич много лет читал в Московском университете курс палеонтологии докембрия, и студенты с благодарностью вспоминают его самого и занятия, которые он проводил. У него было много учеников, не только в Москве, но и в других городах. И если Игорь Николаевич видел, что человек честно и охотно делает дело, он всегда старался помочь, поддерживал дружеским вниманием, профессиональной критикой.

К нему часто приезжали специалисты — и наши, и иностранные. Они неделями просиживали за микроскопом у рабочего стола Игоря Ни-

колаевича в ГИНе, постигая его опыт, знакомясь с огромным материалом. В этой комнате, заставленной шкафами и столами, где сидели еще три-четыре человека и нередко слышались оживленные споры на научные и ненаучные темы, наверное, нелегко было работать. Но здесь всегда царила атмосфера подвижничества и полной научной свободы, всегда, кажется, было светло.

Игорь Николаевич был социально активным человеком, хотя никогда не был «профессиональным общественником». Что касается политических акций, то в недавние печально известные годы у него был принцип «неучастия во лжи»: не согласен с официальной точкой зрения, с политическим и моральным абсурдом системы, хотя бы не голосуй «за» (воздержись, отойди, если нет смелости открыто выступить против).

Политические веяния последних лет вдохнули надежду и в него. Активно продолжая научные исследования, не оставляя своих учеников и студентов университета, Игорь Николаевич с головой окунулся в политику — открыто, честно и эмоционально.

Знавшие Игоря Николаевича отмечают его журналистскую привычку записывать основные моменты выступлений и дискуссий во всех совещаниях. В этих записях, которые велись более трех десятилетий, вся история становления и развития палеонтологии докембрия. Отчасти эта полная драматизма история освещена в статьях и книгах Игоря Николаевича, в том числе в мгновенно разошедшейся научно-популярной книге «На заре жизни», опубликованной в 1972 г. с предисловием академика В. В. Меннера.

В последние годы врачи не разрешали Игорю Николаевичу ни полевых работ, ни длительных зарубежных командировок. Он тяжело переживал это заточение, объясняя его тем, что доктор боится ответственности. Для его деятельной натуры ситуация была непереносимой. Иногда он шел на ухищрения, например уезжал в краткую командировку в Уфу, а там на вокзале «случайно» оказывался добрый друг с машиной. Телеграмма в Институт с просьбой об очередном отпуске — и вперед, на восток. Именно такими были его последние полевые работы на Урале летом 1989 г.

Последние геологические маршруты Игорь Николаевич прошел по местам своей молодости в районе Миньяра и Катава. Он возвращался на Урал зрелым ученым, чувствующим ответственность за собственные разработки, ощущавшим необходимость проверить себя с сегодняшних позиций.

Игорь Николаевич был человеком редкой ныне породы, из тех, кто, несмотря на внешние обстоятельства, каждым деянием своим работает на науку, культуру, духовность; кто во имя идеалов тратит себя без остатка, из тех, кого называют «русской интеллигенцией».

© Член-корреспондент АН СССР  
Г. А. Заварзин  
Институт микробиологии АН СССР

© М. А. Федонкин,  
доктор биологических наук  
Палеонтологический институт АН СССР

# С.Л. Соловьев **Беспокойная ЖИЗНЬ морского дна**

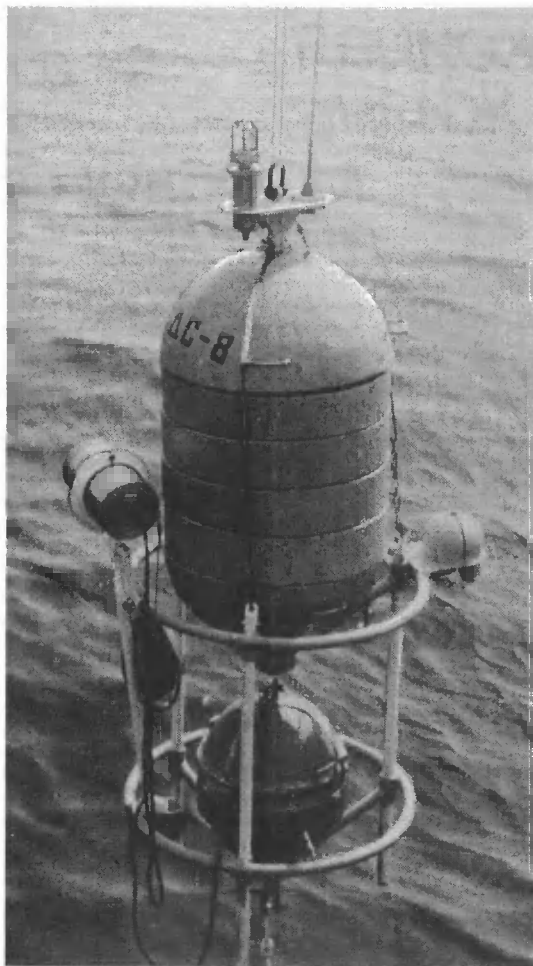


Сергей Леонидович Соловьев, член-корреспондент АН СССР, заведующий отделом геофизики и лабораторией сейсмологии Института океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР. Специалист в области сейсмологии и морской геофизики. В «Природе» опубликовал статью: Защита против цунами (1981. № 5).

**И**ЗВЕСТНО, что 80—90 % землетрясений возникает не на континентах (где они тем не менее вызывают сильные разрушения), а под дном океанов и морей. И здесь землетрясения представляют угрозу человеку, как непосредственно (прежде всего в районах добычи нефти и газа), так и за счет разрушительных волн — цунами. Наблюдения же за землетрясениями ведутся только с помощью довольно плотной наземной сети сейсмических станций, которые из-за их удаленности от очагов подводных землетрясений не позволяют разобраться в деталях происходящих там процессов. Более того, они могут давать искаженные представления о сейсмичности Земли. Поэтому очевидно, что сейсмографы необходимо ставить прямо над очагами землетрясений, т. е. на дне океана.

Хотя первые попытки создания донных сейсмографов относятся еще к 30-м годам, пока донные сейсмологические наблюдения проводятся от случая к случаю. Так, на Генеральной ассамблее Международной ассоциации сейсмологии, состоявшейся в августе 1989 г. в Стамбуле, обсуждалось чуть более десятка такого рода исследований. Поэтому каждое из них представляет большой интерес.

В лаборатории сейсмологии Института океанологии им. П. П. Ширшова АН СССР, созданной 10 лет назад, разработаны автономные самопогружающиеся и самовсплывающие донные станции (АДС). Их сбрасывают за борт судна, они самостоятельно погружаются на дно, проводят измерения, а после окончания работы (или по специальному сигналу с судна) всплывают на поверхность, где их находят и возвращают на судно. Глубоководный носитель такой станции обладает большой подъемной силой, так что наряду с сейсмографом к нему можно крепить и другую аппаратуру. В частности, экспе-



Самовсплывающая донная сейсмическая станция.

рименты с самовсплывающими АДС показали, что придонные течения скоростью выше 5 см/с возбуждают внутренние шумы в сейсмографе. Поэтому донные сейсмологические эксперименты постепенно стали сочетать с изучением придонных течений.

Сотрудники лаборатории впервые провели донные эксперименты в 1987 г. на судне «Рифт» в восточной части Средиземного моря — наиболее сейсмоактивной области Европы. Тогда сейсмографы установили северо-восточнее о. Крит, в тыловой части так называемой Эллинской островной дуги. Здесь, по устоявшемуся мнению сейсмологов, сложившемуся на основе 80-летних наблюдений наземных станций, землетрясения должны возникать только на больших глубинах, в мантии Земли, а верхняя оболочка —

земная кора — от очагов землетрясений свободна. Каково же было изумление участников экспедиции, когда сейсмографы записали за неделю 430 местных землетрясений, 80 % из которых возникли именно в земной коре. То же повторилось и в Тирренском море, земная кора которого считалась асейсмичной. Кроме того, в эксперименте 1987 г. обнаружилась высокая концентрация очагов слабых землетрясений (признак готовящегося землетрясения) вдоль восточной оконечности о. Крит, где предполагается крупный тектонический разлом, рассекающий кору и верхнюю мантию Земли. По прогнозам греческого сейсмолога В. К. Папазахоса и его коллег, в ближайшие годы в восточной половине острова произойдет реальное землетрясение.

Летом 1988 г. отряду сейсмологов представилась возможность продолжить эксперименты в Средиземном море, в ходе 49-го рейса научно-исследовательского судна «Академик Курчатов».

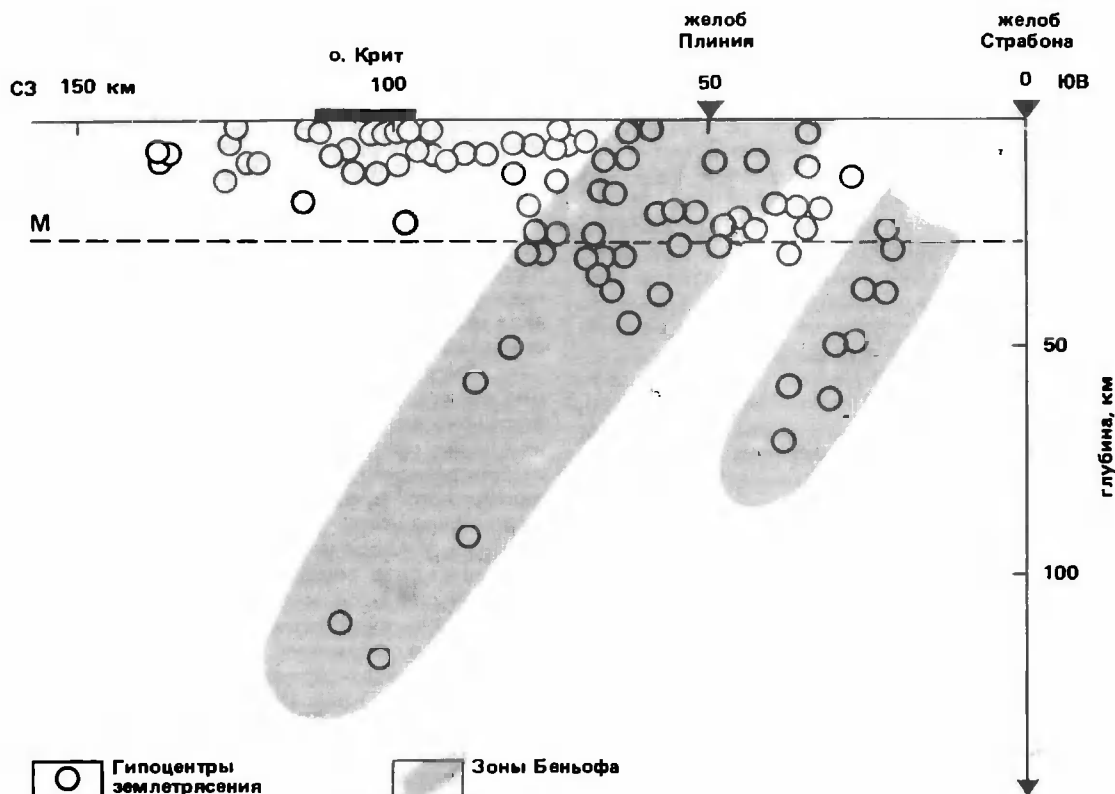
На первом полигоне 5 сейсмографов были опущены на дно на сей раз юго-восточнее о. Крит и находились на глубинах от 1700 до 4000 м на расстояниях 20—40 км друг от друга. Они проработали неделю и отметили за это время почти тысячу подземных толчков, преимущественно очень слабых. Для 150 из них удалось найти и положение очагов.

Основные результаты этой работы, на наш взгляд, заключаются в следующем.

Во-первых, подтвердилась высокая концентрация очагов вдоль восточного побережья о. Крит, так что скорее всего именно здесь действительно готовится сильное землетрясение.

Во-вторых, удалось лучше разобраться с распределением сейсмических очагов по глубине. Типичная особенность островных дуг — характерных прежде всего для Тихого, но встречающихся и в других океанах, а также в Средиземном море — в том, что дуга с внешней (выпуклой) стороны ограничена узким глубоководным желобом, дно и островной склон которого высокосейсмичны. Далее очаги землетрясений постепенно погружаются под островную дугу, в задуговое окраинное море, образуя тонкий сейсмофакальный конический слой, называемый слоем Беньофа (точнее, Вадати — Заварицкого — Беньофа).

Отличие Эллинской дуги от других в том, что ее желоб не непрерывен, а состоит из отрезков, смещенных друг относительно друга. Через полигон проходило восточное окончание желоба Плиния, а в 50 км южнее начинался протянувшийся на восток желоб Страбона. И кратковременные наблюдения



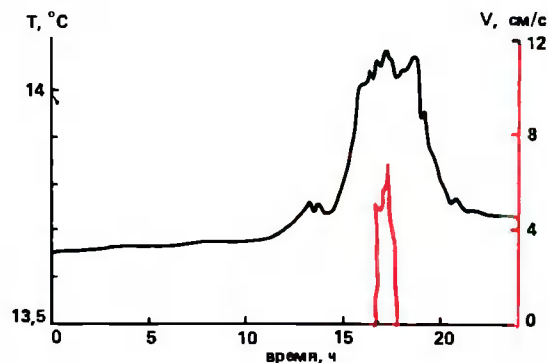
Гипоцентры землетрясений под Эллинской дугой. Желоб Плиния и желоб Страбона сопровождаются сейсмофокальными слоями — зонами Беньофа, круто падающими под островную дугу (М — граница Мохоровичича).

донных станций показали, что оба желоба сопровождаются своими собственными слоями Беньофа, круто (под углом до  $60^\circ$ ) падающими под островную дугу, но на разных глубинах: 0—120 км под желобом Плиния и 30—70 км под желобом Страбона (возможно, это более молодое образование). Между тем ранее во всех работах по сейсмологии утверждалось (на основе наблюдений островных и континентальных станций), что слой Беньофа под Эллинской дугой в своей верхней части (до 70 км) имеет «рыхлую» форму, а затем уходит под дугу сравнительно полого (до  $45^\circ$ ). Результаты донного эксперимента, видимо, заставят пересмотреть эти представления.

К трем донным станциям были подвешены «Потоки» — автономно работающие цифровые измерители, регистрировавшие в 2,5 м над дном скорость течения и температуру воды.

На станции, установленной на подводном хребте, обрамляющем желоб Плиния с юга, не было отмечено ни поддающихся регистрации (т. е. со скоростью более 3 см/с) придонных течений, ни колебаний температуры (равной  $13,95^\circ\text{C}$ ). Зато станция, находившаяся на дне пролива, отделяющего Крит от расположенного восточнее небольшого о. Кассоса, за неделю зафиксировала 10 (!) придонных штормов, длившихся 15 % общего времени регистрации. При них скорость придонных течений резко возрастала — в среднем до 4,4 см/с, а однажды до 8,5 см/с. Эта же станция и станция у о. Крит записали два необычных шторма, при которых скачок скорости (до 7 см/с) сопровождался и потеплением воды примерно на  $0,4^\circ$ .

Что же заставило теплую, а значит, более легкую воду «нырнуть» глубоко вниз? Ближайшая к Криту станция помимо прочего оборудования была оснащена так называемой седиментационной ловушкой — большим «сачком», собирающим непрерывно оседающие на дно взвешенные в воде мелкие твердые частицы. Обычно — это остатки мелких морских организмов, но на этот раз «улов» был и больше и разнообразнее: в нем



«Всплески» температуры и скорости течения воды в придонном слое, зарегистрированные 3 июля 1988 г. у о. Крит.

содержалось много мелких частиц пород, характерных для горных сооружений Крита.

Все это заставляет думать, что приповерхностные теплые воды были увлечены на дно мутьевыми потоками — своеобразными подводными лавинами или селями, низвергающимися по подводному склону (то ли под действием силы тяжести, то ли благодаря сейсмическим сотрясениям, частым в районе Крита и иногда очень сильным, то ли из-за разнообразных сильных течений), после того как на склоне в достаточном количестве накопится рыхлый осадочный материал, снесенный с гор реками и дождевыми потоками.

Два мутьевых потока на крошечном полигоне за неделю — это очень много (хотя их ширина невелика — всего 1—2 км). А ведь приповерхностные слои, опускаясь на дно, приносят не только некоторое количество взвеси и тепла, но и растворенный в воде кислород. Не играют ли многочисленные прибрежные мутьевые потоки существенную роль в процессе вертикального перемешивания вод Мирового океана и поступления кислорода в его глубину? Не открыла ли экспедиция на «Академике Курчатове» новую разновидность «жабр» океана (термин американского специалиста Дж. Каскара)?

Следующим объектом исследований стал хорошо известный океанологам район Канарского «апвеллинга» (выхода на поверхность глубинных холодных вод). Западнее м. Кап-Блан (Мавритания), на континентальном склоне, на глубине 1350 м была поставлена АДС с измерителем «Поток». Расположение самовсплывающей станции оказалось удачным — между двумя береговыми, охватывающими всю толщу воды течениями: Мавританским на востоке (направленным с юга на север) и Канарским на западе (идущим с севера на юг).

Станция зафиксировала полусуточную (период 11—13 ч) смену направлений придонных течений. При этом температура воды повышалась на  $0,2^{\circ}\text{C}$  при ориентации с юга на север и понижалась на столько же при обратном направлении. Это явление естественно объяснить тем, что в полусуточные приливные движения Атлантического океана вовлечены и оба течения. Вместе с океаном они то наступают на побережье, то отступают от него. Граница же между течениями перемещается, соответственно, к востоку или западу, что и было зарегистрировано донной станцией.

Эксперименты продолжались на Азоро-Гибралтарском разломе. Многие специалисты считают, что эта крупная трещина земной коры, протянувшаяся с запада на восток от Срединно-Атлантического хребта до Гибралтарского пролива, разделяет Африканскую и Евразийскую плиты. В западной части разлома, у Азорских о-вов, земная кора растягивается, что создает необходимые предпосылки для активного вулканизма. Восточная же часть, судя по ряду косвенных данных, находится в состоянии тектонического сжатия; видимо, где-то здесь возник очаг катастрофического Лиссабонского землетрясения 1755 г., сопровождавшегося не менее катастрофическими цунами.

Однако в XX в. наиболее сильные землетрясения произошли в центральной части разлома, южное крыло которого сдвигается на запад относительно северного. Магнитуда землетрясений 1941 и 1975 гг. равнялась 8,2 и 8,0, т. е. по энерговыделению они раз в 30 превосходили Спитакское; оба землетрясения сопровождались умеренными по силе цунами на Пиренейском п-ове и Азорских о-вах. Между очаговыми областями этих землетрясений было опущено 5 станций (на глубину от 3400 до 5100 м) — предполагалось зарегистрировать большое число локальных землетрясений.

Однако за сравнительно большой срок (13 сут) было отмечено менее сотни землетрясений, да и то возникших за пределами полигона (площадью 5000 км<sup>2</sup>). После тщательного анализа записей землетрясений и оценки их магнитуды выяснилось, что соотношение между частотой и магнитудой для слабых землетрясений по наблюдениям донных станций прекрасно согласуется с аналогичным соотношением для более сильных землетрясений, зарегистрированных за десятилетия сейсмическими станциями на Пиренейском п-ове и Азорских о-вах. Таким образом, для Азоро-Гибралтарского разлома, в отличие, например, от Эллинской дуги, характерно малое количество слабых земле-



трясений по отношению к сильным, поскольку земная кора в этой зоне раздроблена на небольшое число крупных по размерам блоков.

Наконец, сложные работы по изучению придонного слоя мы провели на подводном хребте Рейкьянес, южнее Исландии. Здесь (глубина 960 м) были спущены станция АДС-М с измерителем «Поток» (на глубине 2,5 м над дном) и станция АДС-Горизонт, к удлиненному буйрепу которой прикрепили четыре измерителя «Поток» (5, 10, 15 и 25 м над дном). Расстояние между станциями составляло около 100 м, так что впервые термодинамические процессы в придонном слое исследовались сразу на пяти горизонтах. В этом же месте на дно с помощью фала была спущена опытная сейсмическая станция, регистрирующая сейсмические колебания в широком диапазоне частот.

Станции проработали на дне 4 сут. Результаты наблюдений показали, во-первых, что придонный слой очень неоднороден (только на протяжении 3 ч на всех горизонтах изменения скорости течений были одинаковыми). Максимальная скорость (17 см/с) отмечена на горизонте 2,5 м во время придонного шторма. Иными словами, при донных штормах скорость по мере приближения ко дну не уменьшалась, как было бы естественно предполагать, а увеличивалась. Наиболее сильный шторм, перемещавшийся в северном направлении, вызвал падение температуры, которое также уменьшалось с удалением от дна.

Донные сейсмические наблюдения в низкочастотном диапазоне (до 0,01 Гц) носи-

ли пионерский характер. Колебания такой частоты невозможно записать на магнитную ленту обычным способом, в аналоговом виде. Приходится измерять их дискретно, а результаты записывать условными числами. Для этого были разработаны специальные донный цифровой регистратор и сейсмоприемник.

Землетрясений за период наблюдений не произошло, но ведь речь идет о достаточно сильных землетрясениях, создающих низкочастотные сейсмические волны. Зато собран интересный материал о донных сейсмических шумах.

Самое удивительное — наличие отчетливого минимума помех в диапазоне частот 0,05—0,1 Гц. Эта полоса регистрации представляет большой интерес для донной сейсмологии, так как позволяет в принципе фиксировать не только слабые местные, но и сильные удаленные землетрясения. Используя поверхностные сейсмические волны, возможно, удастся выяснить, как меняется с глубиной скорость сейсмических волн — одна из основных характеристик земных оболочек. Подобные расчеты хорошо разработаны в наземной сейсмологии.

Экспедиция провела наблюдения и на подводном плато Роколл (к северо-западу от Ирландии), по мнению специалистов, перспективном на нефть и газ. Плато считалось асейсмичным, но донный сейсмограф зарегистрировал здесь множество подземных толчков, так что плато заслуживает детального изучения и с точки зрения сейсмичности. Подобные донные эксперименты планируется продолжать в Средиземном море и в морях, омывающих побережье СССР.

## НОВЫЕ КНИГИ

### География

Г. Г. Мартинсон. В ПОИСКАХ ДРЕВНИХ ОЗЕР АЗИИ. Л.: Наука, 1989. 156 с. Ц. 40 к.

Книга написана лимнологом, изучающим формирование и жизнь озерных бассейнов Азии. Участник многих экспедиций, автор рассказывает о прошлом Байкала, описывает мелководные водоемы Забайкалья и озерную систему Витимского плоскогорья, историю Арала и Приаралья, характеризует древ-

ние озера Средней Азии и Китая.

В книге показано, что проникновение в прошлое существующих и исчезнувших озер дает возможность понять, как и когда изменялись природные условия, какие обстоятельства, например, привели к тому, что от обширных прежде озерных систем Забайкалья, Монголии, Китая, Казахстана и Средней Азии осталось сравнительно небольшое число водоемов. Множество озерных впадин превратилось в речные долины, а некоторые

крупные внутренние бассейны исчезли совсем и их место заняли огромные безводные пространства — Гоби, Кызылкум, Приаралье.

Книга привлекательна и тем, что автор описывает свои встречи и беседы с крупнейшими советскими учеными — Л. С. Бергом, В. А. Обручевым, Д. В. Наливкиным, С. В. Калесником, Г. Ю. Верещагиным, Л. Б. Рухиным.

## В умелых руках радиационные воздействия — ценный вклад в технологию

Многие изделия и новые материалы можно получать, применяя излучения, генерируемые современными гамма-источниками или ускорителями электронов. Это облученные полимеры и сополимеры, различные композиты (металлы — полимер, углепластик — полимер и т. д.), препреги, адгезивы, адгезионные пленки. Радиационное инициирование химико-технологических процессов имеет ряд неоспоримых преимуществ перед существующими методами: возможность проведения операций в мягких температурных условиях, значительная экономия энергии и рабочих площадей, экологическая чистота. Вещества и материалы, полученные по радиационной технологии, исключительно чисты, не содержат примесей реагентов и инициаторов и вместе с тем, ни на одной из стадий производства не несут наведенной или остаточной радиоактивности. А сами источники излучения обеспечены эффективными системами защиты и дозиметрического контроля.

Все это (и многое другое) можно увидеть, посетив выставку «Радиационно-химическая технология — народному хозяйству», организованную филиалом Научно-исследовательского физико-химического института им. Л. Я. Карпова. Выставка работает с 1 марта по 15 мая в павильоне ВДНХ СССР «Атомная энергия». В ней участвуют более 20 научно-исследовательских институтов со всего Советского Союза.

249020 г. Обнинск Калужской обл., филиал Научно-исследовательского физико-химического института им. Л. Я. Карпова. Телефоны: 2-62-49, 2-62-50 (директор), 2-38-49, 2-38-01 (зам. директора). Телетайп: Доза 183801.



Мы все замечаем, как ухудшается состояние окружающей нас природы. Но как ей помочь? Нет, пожалуй, сегодня задачи важнее, чем экологическое образование. В этом вам поможет кооператив «УНИВЕРСАЛ».

Кооперативом «Универсал» совместно со специалистами кафедр экологии и охраны окружающей среды Харьковского государственного университета им. А. М. Горького разработан методический уголок «Экология и охрана окружающей среды». Основная цель комплекта — повышение экологической культуры и пропаганда знаний по охране природы. Кроме популярного пропагандистского материала в комплекте рассмотрены многообразные источники загрязнения среды обитания, приведены данные о предельно допустимых концентрациях вредных веществ, содержатся основные нормативные документы по охране окружающей среды. Методический уголок «Экология и охрана окружающей среды» поможет руководителям всех рангов организовать работу своих подразделений грамотно с экологической точки зрения, свести к минимуму ущерб, наносимый природе.

Комплект состоит из 21 планшета размером 24×30 см в цветном исполнении, на картоне, под защитной пленкой. Он может быть использован для оформления кабинетов, вестибюлей, фойе.

Стоимость комплекта 200 рублей (при заказе более 10 комплектов предоставляется скидка 10 %).

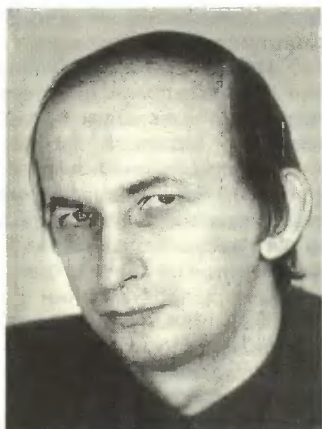
Обращаться по адресу: 310204, г. Харьков — 204, а/я № 5228

# В.Л.Введенский, Ритмы мозга и самовоспроизведение информации

## А.А.Ежов



Виктор Львович Введенский, кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник Института атомной энергии (ИАЭ) им. И. В. Курчатова. Занимается физикой низких температур, сверхчувствительной магнитометрией, исследованиями магнитной активности мозга человека. Монография: Сверхчувствительная магнитометрия и биомagnetизм (в соавторстве с В. И. Ожогиним). М., 1986.



Александр Александрович Ежов, кандидат физико-математических наук, научный сотрудник Филиала ИАЭ в г. Троицке. Основные научные интересы связаны с проблемами переноса частиц, теорией нейронных сетей и ее приложениями для моделирования процессов в мозге и нейрокомпьютерах.

**Р**ЕЗЕРФОРД, как известно, считал, что наука делится на физику и коллекционирование марок. Развивая его мысль, современный французский физик Ж. Тулуз попытался выразить дух той области знаний, которую принято называть нейронаукой. По его мнению, она подразделяется на биологию и на коллекционирование моделей.

Основной целью нейронауки является понимание того, как работает мозг. С определенной долей сомнения можно ожидать, что такое понимание будет достигнуто в рамках чисто биологической теории. В то же время происходит постоянное пополнение той «коллекции» моделей мозга, к созданию которой приложили руки и математики, и психологи, и кибернетики, а в последнее время и физики<sup>1</sup>. Исследователей вдохновляет надежда на то, что такое собирательство — необходимый этап, предшествующий созданию теории, способной объяснить работу мозга и таких его удивительных свойств, как запоминание, абстрагирование, способность фантазировать и многое другое.

Модели, о которых идет речь, — главным образом модели математические, а теперь и компьютерные. Ценность их, однако, не только в том, что они позволяют имитировать известные явления, но и в том, что, изучая их, можно обнаруживать новые неизвестные ранее эффекты. (Дж. фон Нейман считал использование компьютеров в подобных целях исключительно важным и называл «эвристическим»). Желательно, конечно, чтобы подобное моделирование имело тесную связь с реальными экспериментальными исследованиями мозга и давало предсказания, проверяемые на практике.

Авторы, один из которых ведет экспериментальные исследования магнитной активности мозга человека (получаемые в них магнитоэнцефалограммы аналогичны хо-

© Введенский В. Л., Ежов А. А. Ритмы мозга и самовоспроизведение информации.

<sup>1</sup> Михайлов А. С. Физики задумываются над механизмами работы мозга // Природа. 1987. № 3. С. 15—26.

рошо известным электроэнцефалограммам<sup>2</sup>), а другой занимается эвристическим моделированием систем, имитирующих нервную организацию мозга, задали себе вопрос: «А что стоит за наблюдаемыми в опыте ритмическими изменениями электрической активности мозга?» Неожиданное явление, обнаруженное при компьютерном исследовании построенной ими модели, легло в основу гипотезы о возможной роли таких колебаний. Объяснению сути этой гипотезы и посвящена предлагаемая статья.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ МОЗГА

В 1943 г. У. Маккаллоу и В. Питтс описали первую математическую модель нервной ткани, предположив, что нервные клетки — нейроны — можно приближенно описать как простые устройства, имеющие лишь два состояния: активное и пассивное. Такие устройства — формальные нейроны — имеют множество входов (синапсов), по которым они могут получать воздействия от других таких же элементов, и единственный выход (аксон), по которому активный нейрон передает собственное воздействие другим нейронам. Аксон на конце может ветвиться и образовывать соединения со многими клетками. Воздействия на данный нейрон со стороны других клеток могут быть возбуждающими или тормозящими — все определяется природой конкретной синаптической связи, каждая из которых характеризуется своей эффективностью (весом). Эти воздействия складываются алгебраически (вес возбуждающей связи положителен, а тормозящей отрицателен), и если сумма оказывается больше некоторого характерного для данного нейрона порогового значения, то последний переходит в активное состояние и передает по своему аксону воздействия другим нейронам. В противном случае нейрон пассивен и не оказывает влияния на другие клетки.

Формальные нейроны могут образовывать сети произвольной архитектуры, и самым замечательным, что обнаружили Маккаллоу и Питтс, было то, что общность их модели оказалась такой же, как и общность логики. Этот результат позволил Дж. фон Нейману утверждать, что все, что можно сформулировать словами, возможно реализовать нейронной сетью. К сожалению, такие сети требовали очень точной установки связей между нейронами, и реализуемые

ими функции могли испытывать катастрофические изменения при выходе из строя или ошибке уже одного нейрона. Это побудило фон Неймана исследовать проблему создания надежно работающих сетей, состоящих из ненадежных нейронов. Кроме того, было трудно представить, что процесс, скажем, различения окружностей и треугольников можно сформулировать как решение логической проблемы.

В 50-е годы в центре внимания оказались уже нейросети, в которых допускалась большая свобода в установлении межнейронных связей. Наиболее популярной системой такого рода была нейронная модель, предложенная Ф. Розенблаттом и получившая название персептрон (от англ. *perception* — восприятие). В ней использована идея канадского нейрофизиолога Д. Хейбба о пластичности межнейронных связей. Предполагается, что вес каждой связи может меняться в процессе обучения нейросети решению определенной задачи. При этом и начальная (до обучения), и конечная (после него) архитектура сети могла быть достаточно произвольной. Широкая программа исследований таких обучающихся на примерах (самоорганизующихся) нейросетей была, однако, подвергнута критике известными американскими специалистами в области искусственного интеллекта М. Минским и С. Пейпертом. Правда, их критика больше походила на аргументацию против рассмотрения этих сетей как прототипов практических устройств для распознавания образов, нежели на их дискредитацию в качестве моделей мозга.

Нейронные модели с пластичными связями обладали многими интересными свойствами, сопоставимыми с теми, которые мы находим у мозга. В частности, они имитируют распределенную память. Такая память (в отличие от адресной, для которой характерно хранение информации в конкретных местах) рассредоточена во всем множестве межнейронных связей, каждая из которых участвует в запоминании всех образов памяти. Большой интерес в последнее время вызвали спинные (от физического понятия «спин») модели мозга, в которых рассматриваются нейросети с симметричными связями, напоминающие изучаемые в физике твердого тела спинные стекла<sup>3</sup>. В таких сетях информационным записям соответствуют устойчивые стационарные конфигурации активности нейронов, а конкретный вид образов памяти определяется связями меж-

<sup>2</sup> Введенский В. Л., Ожогин В. И. Сверхчувствительная магнитометрия и биоматематизм // Природа. 1981. № 7. С. 23—31.

<sup>3</sup> См. сноску 1.

ду нейронами. Память, реализуемая такими сетями, является адресуемой по содержанию — чтобы найти в ней определенную запись, надо знать хотя бы часть заключенной в ней информации, по которой сеть быстро восстановит полную.

Различие в доступе к памяти по адресу и по содержанию можно встретить и в окружающем нас мире. Трудно поверить, но первые названия улиц и нумерация домов появились в Японии только после появления там в 1945 г. американских войск. Американцы, у которых ориентация по адресу ярко выражается в образах типа «угол 5-й авеню и 42-й стрит», были немало озадачены способностью японских таксистов находить в Токио тот или иной дом по описанию типа «за парком, возле аптеки с красивой голубой крышей, после поворота у двух слив». Однако именно такая традиция способствовала, по мнению самих японцев, их успехам в области искусственного интеллекта.

Многочисленные модели мозга, изучение которых интенсивно продолжается, включают все большее число деталей, приближающих их к описанию реальной нервной ткани. Это рефрактерные задержки сигналов, шумы и многое другое. Что, однако, остается за рамками серьезного внимания теоретиков, так это ритмические изменения порога возбуждения нейронов мозга. В эксперименте наблюдаются колебания электрической поляризации различных структур мозга. В случае коры или других отделов, где нейроны пространственно упорядочены, поляризация есть следствие того, что заряд на одном конце нейрона отличен от заряда на другом конце, и это так для большого числа нервных клеток. Именно на одном из концов нейрона начинается аксон, начальный участок которого является сумматором внешних синаптических воздействий на клетку. Колебания заряда на этом конце сопровождаются колебаниями возбудимости нейрона и его импульсной активности.

#### ЧТО СТОИТ ЗА КОЛЕБАНИЯМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОРЫ?

В 1875 г. Р. Кэттон в Англии и в 1876 г. В. Я. Данилевский в России независимо обнаружили электрическую активность мозга. Изучая мозг человека, Р. Бергер в 1928 г. систематизировал свои наблюдения спонтанной электрической активности, отводимой от кожи головы и имеющей выраженный ритмический характер. Детектирование этих сигналов называется

электроэнцефалографией (ЭЭГ). С тех пор выявлено много ритмов ЭЭГ, отличающихся характерной частотой и амплитудой регистрируемого потенциала (см. табл.).

| Ритмы  | Частота, Гц | Амплитуда, мкВ |
|--------|-------------|----------------|
| Альфа  | 8—13        | до 100         |
| Бета   | 15—35       | 5—30           |
| Гамма  | 35—100      | до 15          |
| Дельта | 0,5—4       | 50—500         |
| Тета   | 5—7         | 10—30          |

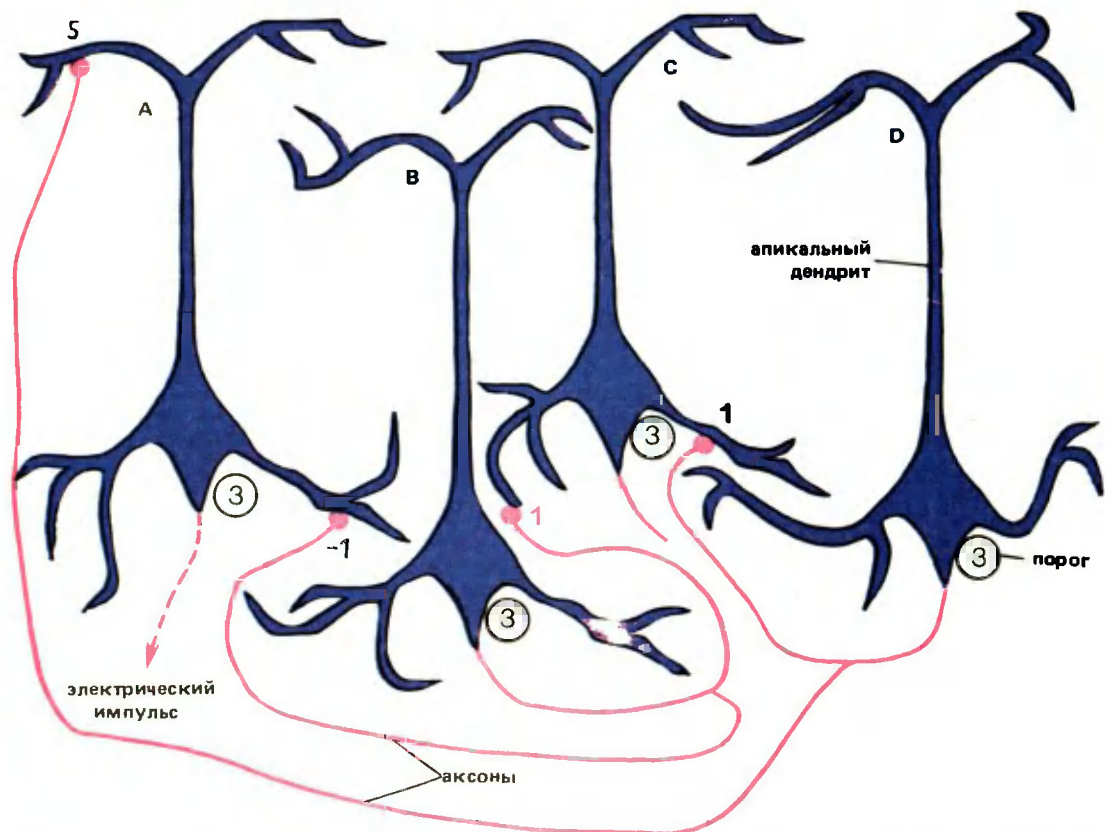
Мы не будем касаться природы ритмов, а рассмотрим кратко их возможную роль в процессах, происходящих в мозге. Многие исследователи считают, что ритмы отражают лишь небольшую часть этих процессов, связывая, например, переход от основного ритма к колебаниям более высокой частоты с возбуждением, а уменьшение частоты — с торможением нервных клеток. Г. Уолтер полагал, что альфа-ритм свидетельствует о возникновении в мозге некоторого образа, бета-ритм отражает состояние напряжения, беспокойства и т. п. Наиболее категоричной в этом ряду выглядит оценка венгерского ученого Й. Хамори, утверждающего, что ритмы есть не что иное, как побочный продукт деятельности мозга — так же, как шум мотора при движении автомобиля, а роль их в работе мозга скорее всего нулевая<sup>4</sup>.

Однако существуют и другие точки зрения, отводящие ритмам достаточно важную роль. Так, Н. Винер считал, что альфа-ритм (основной в спектре мощности энцефалограммы — его частота около 10 Гц) связан с работой некоторого механизма стробирования или временной селекции, который позволяет мозгу реагировать на внешние сигналы только в определенные промежутки времени — приблизительно через 0,1 с. Другие исследователи — Г. Уолтер и У. Маккаллоу — связывали с альфа-ритмом такт деятельности структур, осуществляющих управление движением, и сканирование изображения при зрительном восприятии.

Упомянем также предположение Дж. Хопфилда о том, что изменение порога регулярно переводит нейросети мозга в неустойчивые состояния, в которых эти сети наиболее чувствительны к весьма слабым стимулам — колебания помогают принимать уверенные решения при получении слабых сигналов. Однако и Хопфилд заключает, что все еще трудно понять роль ритма,

<sup>4</sup> Хамори Й. Долгий путь к мозгу человека. М., 1985.





Схема, иллюстрирующая процессы в нейронной сети. Здесь у всех нейронов одинаковый порог срабатывания (равный 3). Воздействие от нейронов В и D на нейрон С не превышает порога ( $1+1<3$ ), и он остается пассивным. В то же время нейрон А от воздействия срабатывает ( $5-1>3$ ) и генерирует электрический импульс, распространяющийся по аксону к другим нейронам. Возбуждающий синапс изображен цветной точкой, тормозящий — черной; значения эффективности (веса) каждой связи даны цифрами у синапсов.

а именно то, что не может быть проделано так же хорошо или более просто без него<sup>5</sup>. Роль ритмов, сопровождающих, в частности, такое состояние, как сон, еще окончательно не выяснена. Поэтому столь важны новые идеи, возникающие в этой области, как в эксперименте, так и при математическом моделировании, возможности которого по мере развития вычислительной техники и совершенствования моделей растут.

Чтобы рассказать о том, что дал авторам вычислительный эксперимент, оставим на время обсуждение явлений в мозге и

обратимся к теории самовоспроизводящихся структур.

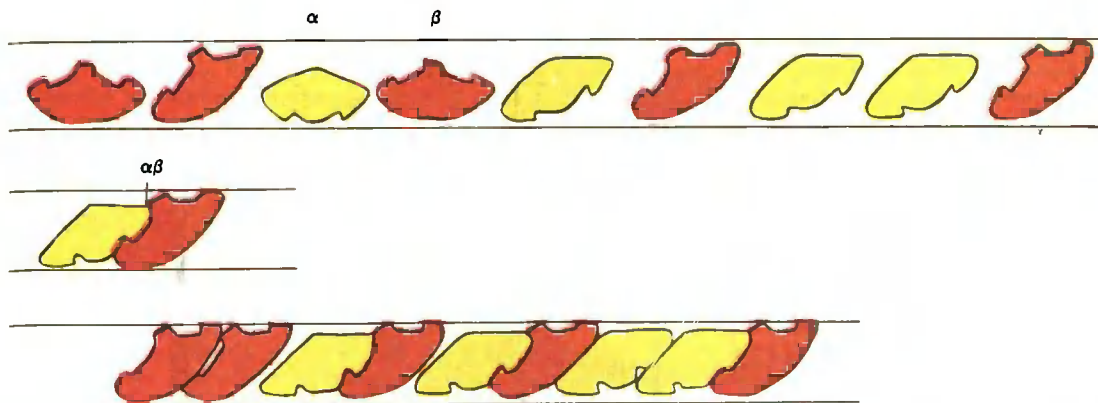
### САМОВОСПРОИЗВОДЯЩИЕСЯ СТРУКТУРЫ

Самовоспроизведение — наиболее общее свойство всего живого, поэтому интерес к моделированию этого явления не случаен<sup>6</sup>. Первым, кто рассмотрел вопрос о методах создания самовоспроизводящихся систем, был фон Нейман. Он поставил задачу построения такой машины, которая, будучи помещенной в резервуар с достаточным количеством ее составных элементов, была бы способна построить из них свою точную копию, которая, в свою очередь, могла бы произвести собственного потомка и т. д. Модели подобного типа, названные кинематическими, в упрощенном виде были реализованы Г. Джекобсоном, построившим железнодорожную сеть, по которой двигались самовоспроизводящиеся составы игру-

<sup>5</sup> Hopfield J. J. Neural computations and neural systems // Computer simulation in brain science. Cambridge, 1988. P. 405—415.

<sup>6</sup> Мур Э. Математические модели самовоспроизведения // Математические проблемы в биологии. М., 1965. С. 36—62.





Модель Пенроуза. В лоток помещены плоские фигуры двух типов —  $\alpha$  и  $\beta$  (их можно вырезать, например, из жести) — вверху. Форма фигур такова, что они могут при некоторой взаимной ориентации зацепиться и образовать фигуру  $\alpha\beta$  — в середине. Если изначально в лотке фигур  $\alpha\beta$  нет, то при встряхивании, спонтанного соединения частей  $\alpha$  и  $\beta$  происходить не будет. Однако если образовать в лотке зародыш  $\alpha\beta$ , то при встряхивании будет происходить объединение элементов в копии зародыша — в низу. Такое поведение системы связано с тем, что фигуры  $\alpha\beta$  задают именно ту ориентацию сталкивающимся с ними элементам  $\alpha$  и  $\beta$ , которая необходима им для сцепления с элементами другого типа.

шечных вагончиков. Л. Пенроуз изобрел машину, в которой содержались комплементарные (способные соединяться при определенной взаимной ориентации) элементы двух типов. При помещении в лоток, содержащий достаточно большое число таких частей, зародыша (соединенной пары разнородных элементов) в машине Пенроуза после нескольких встряхиваний происходит массовое соединение комплементарных частей — размножение зародыша.

В дальнейшем фон Нейман, а вслед за ним и другие исследователи обратились к изучению более формального класса самовоспроизводящихся структур, которые могли возникнуть на бесконечной плоскости, разделенной на квадраты наподобие шахматной доски. Каждая клетка такой доски содержит устройство (автомат), которое имеет конечное число состояний, меняющихся в дискретные моменты времени в зависимости от состояний автоматов в клетках-соседах. Фон Нейман интересовался возможностью построения в такой системе нетривиальных (способных проводить универсальные вычисления) самовоспроизводящихся конфигураций и получил положительный ответ для случая автоматов, имеющих 29 состояний. Самовоспроизводящаяся структура в этом случае занимала примерно 200 тыс.

ячеек. В дальнейшем было доказано существование самовоспроизводящихся структур для автоматов с четырьмя состояниями.

Тривиальные примеры самовоспроизведения на бесконечной плоскости используют автоматы, имеющие всего два состояния. Так, в модели Фредкина автомат в ячейке переходит в состояние «1», если нечетное число из его четырех соседей находится в таком же состоянии, и в состояние «0» — в противоположном случае. В подобной крайне простой системе любая начальная конфигурация воспроизводит сама себя.

Математики интенсивно изучали различные аспекты поведения самовоспроизводящихся машин, в частности вопрос о существовании так называемых садов Эдема — самовоспроизводящихся структур, которые не могут возникнуть в процессе эволюции ни из каких других конфигураций клеточного пространства, а должны быть заданы с самого начала (предположительно Богом).

Какое отношение имеют рассмотренные вопросы к мозгу и его ритмам? Если говорить о нейронах, то для них самовоспроизведение является понятием почти абсурдным: в силу хорошо известного и печального (но не бесспорного) факта, что нервные клетки не восстанавливаются. А что можно сказать о нейронных сообществах, например об участках коры, состоящих приблизительно из нескольких сот клеток и характеризующихся тем, что, грубо говоря, все они связаны синаптическими связями друг с другом? Нейрофизиологи склонны рассматривать именно такие сообщества — колонки — в качестве единичных модулей, из которых состоит кора<sup>7</sup>. Было бы для них полезным вовремя копировать хранящуюся

<sup>7</sup> Эделмен Дж., Маунткэсл В. Разумный мозг. М., 1981.

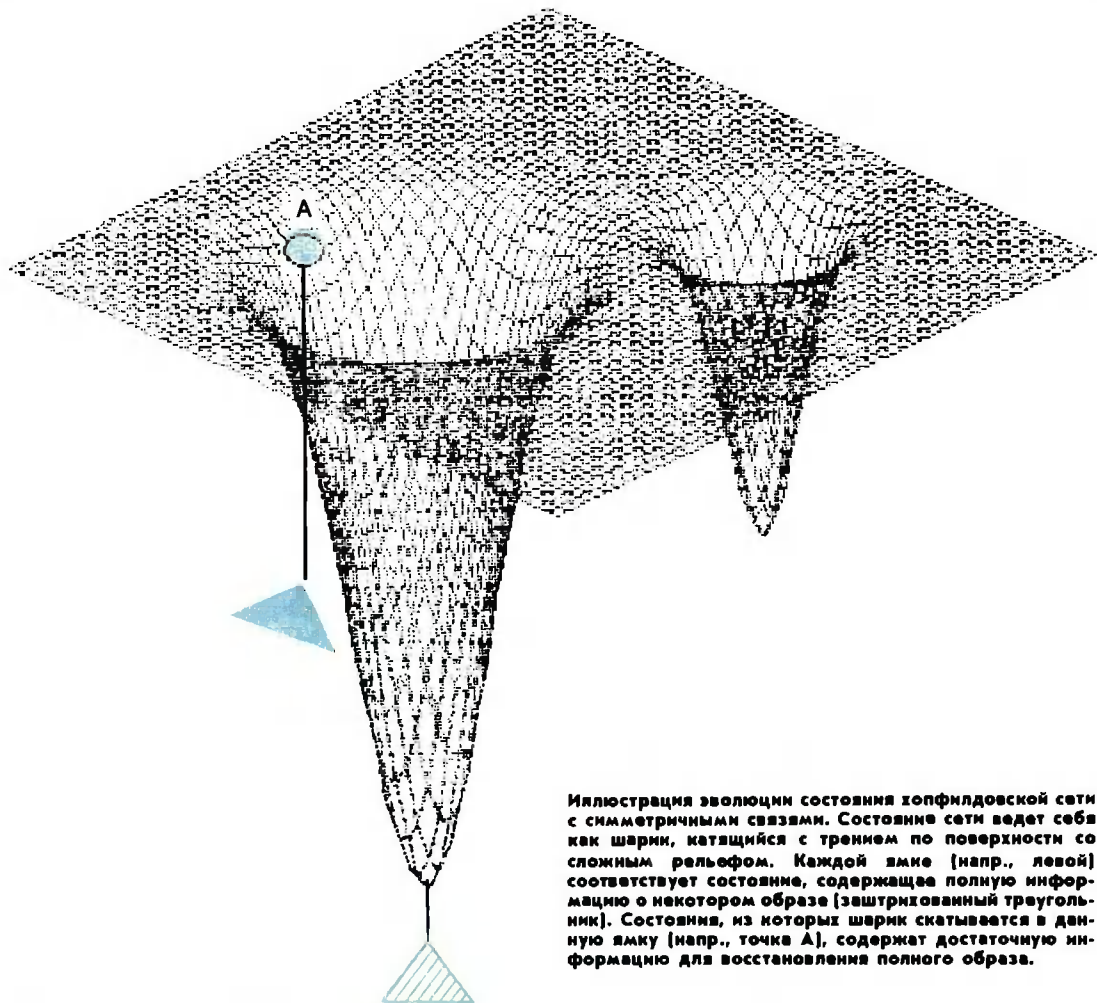


Иллюстрация эволюции состояния хопфилдовской сети с симметричными связями. Состояние сети ведет себя как шарик, катящийся с трением по поверхности со сложным рельефом. Каждой ямке (напр., левой) соответствует состояние, содержащее полную информацию о некотором образе (заштрихованный треугольник). Состояния, из которых шарик скатывается в данную ямку (напр., точка А), содержат достаточную информацию для восстановления полного образа.

в межнейронных связях информацию в «дочерние сети» на случай всяких неприятностей? Эта способность уже явно не выглядит лишенной смысла, ведь проблема сохранения информации в сетях из малонадежных нейроноподобных элементов была сформулирована (как крайне важная!) и изучалась еще тем же фон Нейманом. Но как это вообще возможно? Нейросети выглядят слишком сложным объектом по сравнению с теми самовоспроизводящимися системами, о которых мы говорили выше. «Самовоспроизведение, весьма вероятно, окажется намного проще процесса мышления» — это слова Э. Мура, ведущего специалиста по самовоспроизведению и «садам Эдема»<sup>8</sup>.

Строго говоря, теоретически можно искать эффект самовоспроизведения, лишь используя достаточно простые модели нейронных сетей, но искомое явление, будучи универсальным, должно слабо зависеть от деталей и проявляться при сильных упрощениях реальной ситуации в мозге. К счастью, уже использование простой модельной сети, предложенной в 1982 г. Дж. Хопфилдом<sup>9</sup> в качестве системы, демонстрирующей свойства содержательно-адресованной памяти (она является первой спиновой моделью — «Природа» уже писала о ней<sup>10</sup>), позволило авторам обнаружить спонтанное рождение самовоспроизводя-

<sup>8</sup> Мур Э. Цит. соч.

<sup>9</sup> Hopfield J. J. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 1982. Vol. 79. P. 2554—2558.

<sup>10</sup> См. сноску 1.

щихся систем в сообществе обменивающихся информацией нейросетей, у которых порог генерации элементов испытывал синхронные ритмические колебания.

### МОДЕЛЬНЫЕ НЕЙРОННЫЕ СЕТИ СОЗДАЮТ СВОИ ТОЧНЫЕ КОПИИ

В моделях хопфилдовского типа рассматривается сеть пороговых элементов, имеющих два состояния — 1 (активное) и 0 (пассивное), которые связаны возбуждающими, т. е. вносящими положительный вклад в суммарное воздействие, и тормозящими — с отрицательным вкладом — связями. Элементы (нейроны) могут менять свои состояния в случайные моменты времени, переходя в возбужденное состояние — если воздействие на них со стороны других нейронов оказывается больше порогового для данного нейрона значения — или же в пассивное — в противоположном случае. В предположении симметрии матрицы синаптических связей (это означает, что эффективность влияния данного нейрона на любую другую такая же, как последнего на него самого) и при отсутствии самовоздействия нейронов (т. е. при отсутствии связей, выходящих из нейрона и замыкающихся на нем же) сеть из любого начального состояния всегда эволюционирует к стационарному состоянию. При этом, состояние нейросети ведет себя, как шарик, катящийся с трением по сложному рельефу с множеством ямок, а переходу в стационарное состояние соответствует остановка шарика в одной из таких ямок.

Хопфилд предложил интерпретировать стационарные состояния таких сетей как информационные записи, начальные состояния, эволюционирующие к данному стационарному, как искаженные сообщения, по которым возможно восстановление полной информации, а сам процесс перехода к стационарному состоянию как процесс восстановления записи по достаточной ее части. Иллюстрацией может служить, например, эволюция начального состояния, соответствующего жаргонному студенческому «урматы», к полной записи — «уравнения математической физики». Таким образом, хопфилдовская модель демонстрирует свойства содержательно-адресованной памяти, и ее изучению уже посвящено множество работ.

В них большое внимание уделялось «обучению сети», т. е. разработке всевозможных алгоритмов построения синаптических связей, гарантирующих «запоминание» тех наборов образов, которыми по-

чему-либо хотят заполнить память сети те или иные исследователи. Со своей стороны, сети демонстрируют достаточно сбалансированный характер, порождая «ложные» состояния памяти или «забываемые», т. е. всячески напоминают о том, что их лучше использовать в качестве модели далекого от совершенства и порой пребывающего в фантазиях мозга, нежели рассматривать в качестве прототипов совершенных технических устройств.

Поскольку речь идет все-таки о мозге, то для нас наибольший интерес представляют сообщества нейронов, связи между которыми имеют непосредственный биологический смысл и достаточно просто формируются на основании поступившей в сеть информации. Для этого можно применить правило, идея которого восходит к Д. Хейббу.

Допустим, требуется запомнить набор из  $n$  образов, кодируемых векторами  $V^j$ , состоящими из нулей и единиц, как черные и белые точки в строках на экране телевизора.  $j$ -й элемент этого вектора описывает состояние  $j$ -го нейрона в сети (активен или пассивен). Тогда элемент  $T_{jk}$  матрицы синаптических связей, описывающий вес связи, идущей от  $k$ -го нейрона к  $j$ -му, определяется как сумма

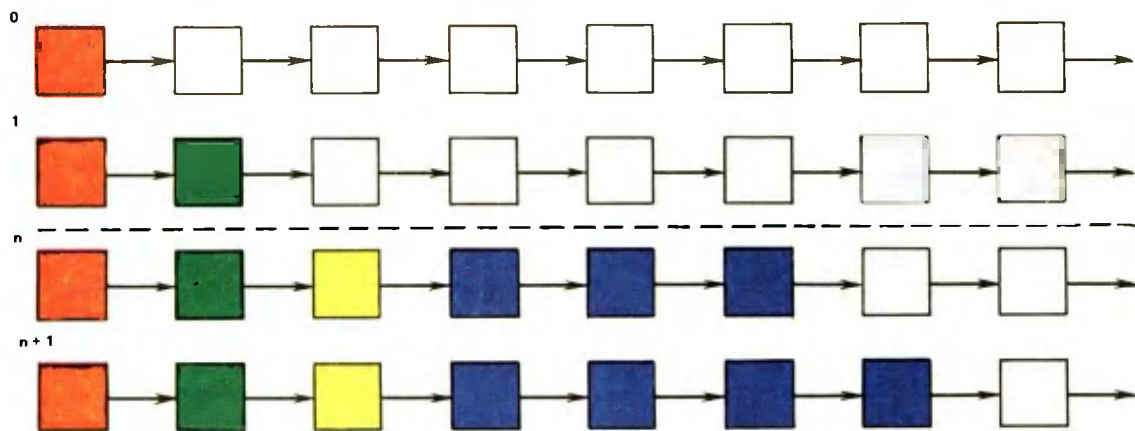
$$T_{jk} = \sum_{i=1}^n (2V_i^j - 1)(2V_i^k - 1), \quad j \neq k,$$

а диагональные элементы  $T_{jj}$  равны нулю.

Сети с хейббовскими связями обладают интереснейшими свойствами, делающими их крайне привлекательными при моделировании мозга, — они «запоминают» малопохожие образы и строят «абстрактные обобщения» похожих объектов<sup>11</sup>. Может ли подобная сеть, передавая информацию (вакодированную в конфигурациях своей активности) в другую, скажем, еще необученную сеть, построить в ней такие связи, чтобы новая сеть оказалась ее точной копией? Для произвольной сети ответ определен отрицательный, поскольку распределения (паттерны) активности нейронов крайне сложно связаны с матрицей связей между нейронами, а информация о тех образах, которые использовались для формирования таких связей, выглядит безнадежно потерянной.

Однако если мы введем в нашу модель механизм, ритмический и синхронно изменяющий пороги нейронов, то в ансамб-

<sup>11</sup> Vedenov A. A., Ezhov A. A., Kamchatnov A. M. et al. A study of Hopfield's model of associative memory. Preprint IAE-4262/1, 1986.



Динамика изменения состояний в цепочке однонаправленно передающих информацию нейросетей. Первоначально обученной (имеющей ненулевую матрицу связей) является лишь первая сеть (красный квадрат). Цифры слева обозначают число колебаний порога генерации. 0 — исходное состояние. При колебаниях порога сети передают образы из своего информационного набора соседу справа. По цепочке распространяется «волна обучения» — область цветных квадратов (сети с различными образами памяти окрашены в разные цвета). После небольшого начального участка (зеленый и желтый квадраты) появляются и расширяют свою область обитания самовоспроизводящиеся нейросети с тождественными наборами образов (голубые квадраты).

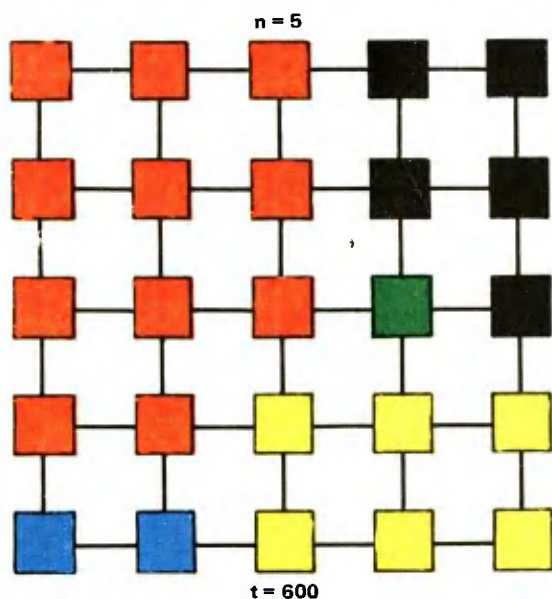
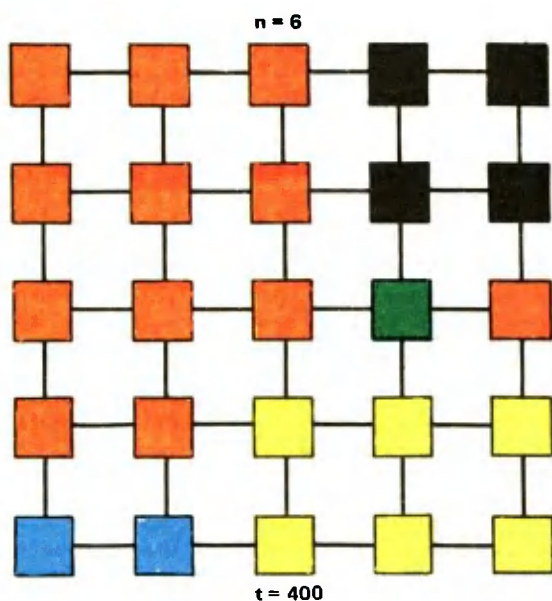
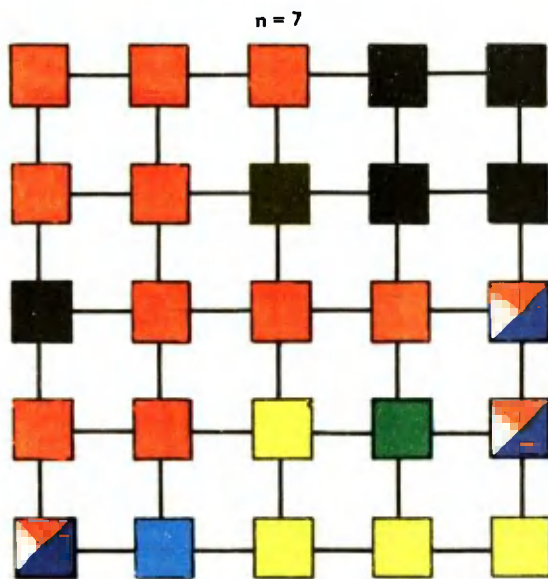
ле обменивающихся информацией нейросетей будет наблюдаться удивительное явление. Проще всего обнаружить его в линейной цепочке нейросетей, каждая из которых состоит из одинакового числа нейронов. Предположим также, что каждая из нейросетей способна передавать информацию только «соседу справа». Пусть вначале «обученной» (имеющей ненулевую матрицу связей) будет только первая сеть. Ее связи могут быть и просто случайными (но симметричными). Начнем медленно (по сравнению с характерными «нейронными» временами) и синхронно изменять пороги нейронов, но с достаточно большой амплитудой. Эту амплитуду всегда можно выбрать такой, что при минимальном значении порога все нейроны первой сети перейдут в активное состояние. Будем считать такое «эпилептическое» состояние сигналом к тому, что сеть готова к передаче информации. При увеличении порога рано или поздно «эпилептическое» состояние станет неустойчивым и сеть перейдет в новое квазистационарное (стационарное в некотором интервале порогов) состояние, паттерн которого оно передаст соседней сети, модифицируя ее связи согласно правилу Хейбба. При

некотором следующем значении растущего порога состояние сети вновь станет неустойчивым, она перейдет в следующее квазистационарное состояние, передаст его соседу и т. д. Наконец, при достаточно высоком пороге все нейроны «погаснут» — будем это интерпретировать как сигнал о конце передачи. Все квазистационарные состояния, исключая первое («эпилептическое») и последнее («коматозное»), объединим в «информационный набор» данной сети. В результате, после первого полуклебания вторая сеть сформирует собственные связи на основании той информации, которую передала ей первая сеть (на втором полуклебании при падении порога никакого обмена информацией уже не происходит, это может быть обеспечено, например, рефрактерностью). Необученные сети при колебании порога никому ничего сообщать не будут — их информационные наборы пусты.

При новых колебаниях порога в цепочке будет распространяться «волна обучения» — область «обученных» сетей будет расширяться. Замечательной особенностью такой «волны» является то, что после небольшого начального участка (3—4 сети при 50 нейронах) в цепочке рождаются тождественные по набору хранящейся информации сети, посылающие в следующее звено цепи точно такой же набор образов, который был использован для формирования их собственных связей. Иными словами, рождается самовоспроизводящаяся нейросеть, непрерывно увеличивающая число своих копий!

Можно усложнить ситуацию, рассмотрим двумерный ансамбль нейросетей, каждая из которых может обмениваться информацией с одним из четырех случайно выбранных соседей. Независимо от того,





Самоорганизация двумерного сообщества нейросетей. В плоском ансамбле нейросетей, обменивающихся информацией с одним из ближайших соседей, все сети со временем (с ростом числа обменов сообщениями  $t$ ), становятся самовоспроизводящимися. Образуются долгоживущие группы из одинаковых нейросетей (квадраты одного цвета). Структура ансамбля изображена для трех моментов времени (измеряемого числом колебаний порога  $t$ ):  $t = 200, 400, 600$ . Наибольшее число копий создали сети, обозначенные красным. После 400 колебаний порога их сообщество, так же как и группы «желтых», «голубых» и «зеленых», сформировалось и прекратило экспансию. К 600-му колебанию структура ансамбля практически стабилизируется — лишь «черным» удается увеличить число своих копий, уничтожив «коричневую» сеть. Число различных типов самовоспроизводящихся сетей  $n$  со временем уменьшается — после отбора выживают «сильнейшие».

каковы начальные связи в нейросетях ансамбля, после небольшого числа колебаний порога, т. е. обмена образами, все сети преобразуются в самовоспроизводящиеся! При этом одинаковые нейросети группируются, формируя однородные области — более «сильные» стремятся расширить свой ареал обитания, используя более «слабые» в качестве материала для построения собственных копий. Поясним, что

тождественность сетей в данном случае означает то, что они обладают при любых значениях порога одними и теми же наборами стационарных состояний и передают один и тот же набор образов в «сеансе связи». При этом их синаптические матрицы могут слегка отличаться — это отличие определяется вкладом начальной случайной матрицы связей данной сети.

Таким образом, ритм и обмен инфор-

мацией приводят к преобразованию нейросетей в самовоспроизводящиеся. Теряется ли при этом информация, заключенная в исходных сетях, которые формировали свои первоначальные связи на основании внешней сенсорной информации или генетически? Определенно можно сказать только то, что она преобразуется не менее сложным образом, чем при записи ее в хеббовские сети. Иногда самовоспроизводящаяся сеть-потомок имеет много общих образов с исходной сетью, а порой такая связь не улавливается. В общем случае установление такой связи — очень сложная и важная проблема, которая еще ждет своего решения. Однако уже теперь ясно, что самовоспроизводящаяся нейросеть выглядит привлекательной не только потому, что «знает», из какого набора образов построены ее связи, но и потому, что она распределяет эти образы «по полочкам», соответствующим различным значениям порога, и может распознавать их при соответствующей установке такого значения.

Самовоспроизведение и связанный с ним эффект образования однородных областей, состоящих из одинаковых нейронных сетей, естественным образом объясняет дифференциацию и специализацию различных участков коры мозга как результат спонтанной самоорганизации системы взаимодействующих нейросетей. Видно также, что в подобной системе нет необходимости в длительном сохранении следов памяти в отдельном нейромодуле — информация должна просто возвратиться «перекачиваясь» в другие области и может иметь время локального существования порядка нескольких секунд. Поэтому долговременная память в такой системе может рассматриваться как коллективный эффект. При этом самовоспроизведение позволяет взглянуть на кору как на сообщество конкурирующих, делящих территорию нейронных ансамблей, что объединяет рассматриваемую систему с известными биологическими моделями.

Способность к копированию информации, которой обладают самовоспроизводящиеся нейросети, позволяет рассматривать их и как прототипы технических устройств. Она лежит в основе смелого предположения Д. А. Широкова о принципиальной возможности применения таких сетей при решении проблемы сброса человеческой психики на ЭВМ.

Обнаружение связи ритма с самовоспроизведением на модели ставит большое число новых интереснейших проблем теоретического и математического характера, открывает широкое поле деятельности для ис-

следователей. Обсуждение всех возможных перспектив требует отдельного разговора, отметим лишь, что уже найдены примеры самовоспроизводящихся сетей с произвольными несимметричными связями, аттракторами (образами) которых являются не стационарные состояния, а циклические колебания нейронной активности (Л. А. Книжников). Такие сети могут поддерживать ритмические колебания, лежащие в основе описываемого явления.

А теперь настала пора вернуться к поставленной в начале статьи проблеме и обсудить, отражает ли предложенная модель реальные процессы в реальном мозге.

## МОДЕЛЬ И РЕАЛЬНОСТЬ: СТЕПЕНИ СХОДСТВА

Рассмотренная модель оказалась продуктивной в обнаружении различных вариантов поведения сообществ нейросетей по преобразованию введенной в них информации. Естественен вопрос, в какой мере процессы, предсказываемые нейромоделированием, могут быть увязаны с разнообразием явлений, обнаруживаемым при исследовании электрической активности мозга. Сначала остановимся на явлениях, не имеющих ритмического характера, но связанных с синхронной поляризацией большого числа нейронов. Базируясь на имеющихся представлениях о функциональной роли таких процессов, можно подойти к пониманию роли их ритмических аналогов. При анализе воспользуемся результатом, полученным в исследованиях модельных нейронных сетей, в частности обнаруживающих переход от хаотического к упорядоченному режиму активности нейросети при плавном изменении какого-нибудь параметра сети, например порога генерации<sup>12</sup>.

Наиболее четкая связь прослеживается для наблюдаемого энцефалографически «потенциала готовности» — плавно растущей поляризации в моторной зоне коры, начинающейся примерно за секунду до осуществления произвольного движения, например, рукой. С точки зрения нейросетевой модели в начале из коры в руку идет хаотический поток импульсов, осуществляющий, вероятно, поддержание тонуса. При достижении некоторого уровня порога поток импульсов из коры упорядочивается, осуществляя артикулированное движение.

В рамках представлений, вытекающих

<sup>12</sup> Kurten K. E. // Phys. Lett. A. 1988. Vol. 129. № 3. P. 157—160.



из описанного нами нейромоделирования, находит истолкование наблюдаемое энцефалографически «контингентное негативное отклонение», представляющее собой стабильную поляризацию коры в лобных долях в течение времени ожидания информационного сигнала, о котором дано предупреждение. Фактически это означает установку порога генерации в этой сети на уровень, соответствующий ожидаемому образу.

Такое явление тесно связано с понятием внимания: без правильной установки порога генерации сеть не будет готова к приему конкретного образа — будет «невнимательной».

На существование различных образов при различных уровнях поляризации в популяции нейронов указывают работы по изучению омега-потенциала<sup>13</sup>. При одном уровне электрического потенциала ядро таламуса может принимать участие в обеспечении кратковременной памяти, а при другом — в обеспечении произвольных движений. В данном случае образ кодирует функцию ядра в общей системе мозга.

Далее в этом ряду неритмических электрических процессов, допускающих нейросетевое описание, поставим «вызванный потенциал». Роль его в том, чтобы при воздействии на органы чувств (зрение, слух, осязание) в соответствующей зоне коры возникал сдвиг поляризации большого числа нейронов. В рамках рассматриваемой нейросетевой модели (если учесть существование специфической и неспецифической систем активации коры мозга) информационные процессы могут быть описаны следующим образом. Общая информация о стимуле достигает кору через одну из активирующих систем и вызывает сдвиг порога, подключая тем самым важную нейросеть «на прием» (делая ее «внимательной»), а следом поступает структурированный поток импульсов от органов чувств, несущий информацию о самом воздействии. В случае правильной установки порога может произойти распознавание, запоминание или передача транзитом внешнего стимула. Разные участки коры могут таким способом параллельно производить оценку стимула по разным информационным параметрам.

Имея такую систему взглядов на электрические процессы в мозге, регистрируемые энцефалографически, можно подойти к пониманию роли мозговых ритмов. Если ритмика и связана с влиянием на мозг извне,

то очень опосредованно, а вероятнее всего, имеет отношение к поддержанию «внутреннего порядка» в нервной системе. Рассмотренная нами модель дает возможность приписать определенную функциональную роль загадочной мозговой ритмике, причем особенно удачно здесь сопоставление с альфа-ритмом. Альфа-ритм имеет место в состоянии бодрствования, т. е. когда мозг временами получает новую внешнюю зрительную информацию. Отметим, однако, что синхронные колебания поляризации больших масс нейронов происходят как раз тогда, когда глаза закрыты и ввода информации нет. Часто ритмические колебания можно разбить на «веретена» — устойчивые цуги колебаний в 5—10 (иногда несколько десятков) периодов, которые являются как бы единым процессом.

Основываясь на результатах моделирования, можно представить следующую картину явления. При бодрствовании в ту часть общей сети, что связана с входным устройством — глазом (первичная проекционная зона зрительного анализатора), поступает и запоминается сложный набор образов. Периодическая активация и перезапись этой системы образов при ритмическом колебании порога генерации во всей сети приводит к расширению области хранения введенной информации во вторичные и ассоциативные зоны коры, при одновременном анализе и установлении иерархии для введенных образов. В дальнейшем отдельные образы могут быть извлечены при подходящей установке порога генерации и напоминании извне, направленном в нужную часть общей сети.

Поддержание самого ритмического изменения порога генерации в рассмотренном процессе выходит за рамки обсуждаемой модели. Мы считаем достаточно грубым приближением колебание порога в пределах от «эпилепсии» до «комы» — более реален меньший размах, включающий, однако, переход от шумового к сигнальному режиму и служащий индикатором начала процесса передачи. Сам же режим генерации для большей массы нейронов может возникнуть самосогласованным образом в виде процесса, рассмотренного при нашем нейромоделировании. Если в некоторой малой нейросети генетически заложен образ, кодируемый колебательным процессом ее активности, то при синхронном колебании порога этот образ будет распространяться и в другие участки сети. Тем самым будут создаваться условия для обширной синхронизации по всей коре.

Изучение самовоспроизводящихся нейронных систем еще только начинается. Ги-

<sup>13</sup> Илюхина В. А. Нейрофизиология функциональных состояний человека. Л., 1986. С. 171.

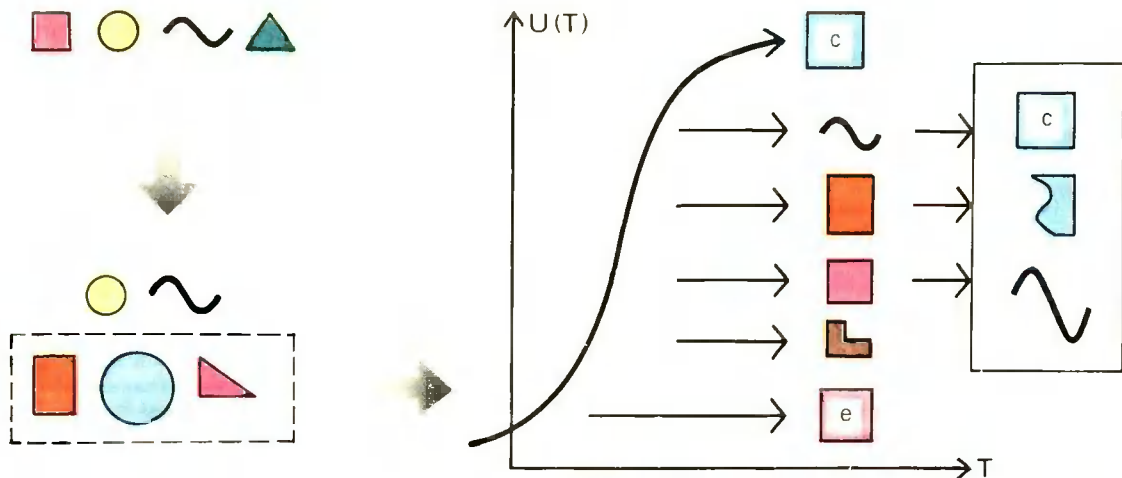
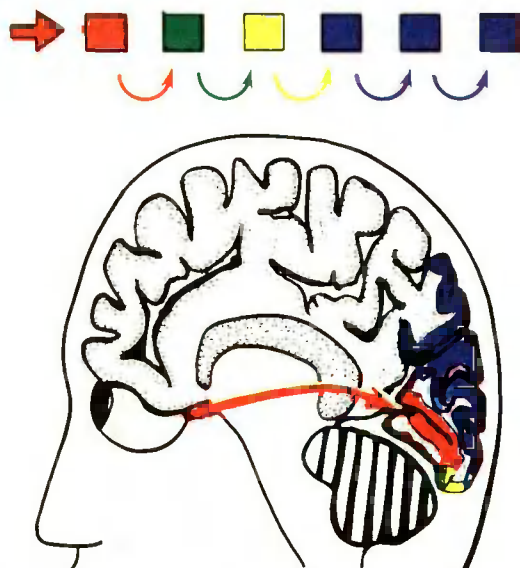


Схема преобразования информации в нейронных сетях в результате ритмического процесса. Слева, вверху — исходный набор образов, записанный в сеть с тейбовскими связями. Слева, внизу — после перезаписи при ритмическом колебании порога образы преобразуются в самовоспроизводящиеся, причем часть забывается, зато образуются «ложные» образы (изображены — в рамке). Справа — при увеличении порога генерации  $U$  самовоспроизводящаяся сеть проходит через ряд квазистационарных состояний от исходного эпилептического «е» до конечного коматозного «с» через один и тот же ряд образов (цветные фигуры). Помимо них для каждого уровня порога в памяти есть и другие образы (показаны в рамке). Они могут быть реализованы при установлении соответствующего порога и «напоминании» извне.

гипотеза о связи ритма с явлением самовоспроизведения подтверждается для идеализированных модельных сетей и уже открывает возможности для технических приложений. В последние годы идет лавина сообщений о взрывном развитии новой области, связанной с созданием электронно-вычислительных машин шестого поколения — нейрокомпьютеров. Проводятся представительные конференции, образуются многочисленные фирмы, нейрокомпьютеры поступили на рынок и уже находят практические применения, например при обнаружении пластиковой взрывчатки у террористов в нью-йоркском аэропорте или распознавании иероглифов. Нейрокомпьютеры с изменяющимся порогом элементов могли бы стать «внимательными»<sup>14</sup>, а обнаружение самовоспроизводящихся нейросе-



Предположительное соответствие между процессом преобразования образа и переходом его в самовоспроизводящийся в цепочке модельных нейросетей при ритмическом колебании порога генерации и информационными процессами при альфа-ритме. Внешние образы (обозначены красным) поступают в первичную зрительную область, а затем при колебаниях порога распространяются в сопредельные области коры, преобразуясь в самовоспроизводящиеся образы (голубые).

тей дает надежду на построение нейрокомпьютеров, способных автономно обмениваться информацией и не требовать от человека трудоемкого копирования огромного числа их связей.

Окажется ли гипотеза о связи ритма с самовоспроизведением правильной догадкой и для реального мозга, покажут дальнейшие исследования.

<sup>14</sup> Ezhov A. A., Vvedensky V. L., Khromov A. G., Knizhnikova L. A. // Internat. workshop "Neurocomputers and attention". Extended abstracts. Moscow, 1988. P. 102—103; Kufudaki O., Hořejš J. // Ibid. P. 130—131.

# АЛМАЗ

А. М. Портнов,  
кандидат

геолого-минералогических наук  
ПГО «Аэрогеология» Министерства  
геологии СССР  
Москва

**А**ЛМАЗ тверд и блестящ. Эти свойства выделяют его среди множества драгоценных камней. Название алмаза происходит либо от арабского «ал-мас» — твердейший, либо от греческого «адамас» (αδάμας) — непреодолимый, несокрушимый. Алмаз, ограненный соответствующим образом, называется бриллиантом (от франц. *brillant* — блестящий).

История алмаза теряется в глубине веков. В Британском музее хранится греческая бронзовая статуэтка V в. до н. э., в глазницы которой вставлены алмазы. Видимо, они попали в Грецию из Индии — единственной страны, где в древности из речных россыпей добывали алмазы. В древнегреческих мифах упоминаются алмазные серпы — страшное оружие, которым рассекали тела бессмертных титанов. Смесь фантастических и правдивых сведений об алмазах сообщил в своей «Естественной истории» Плиний Старший: «Твердость алмаза несказанная... Он так сопротивляется ударам о наковальню, что железо с обоих концов разлетается и сама наковальня растрескивается. Но алмаз разламывается от козлиной крови, свежей и теплой... Резчики камней стараются приобрести алмазы; посредством их легко прорезаются твердые вещества...» Способность алмаза «играть», разлагая свет на составные части спектра, в древности оставалась неизвестной: внимание привлекала твердость камня. В разных музеях хранится множество ка-



© Портнов А. М. Алмаз.

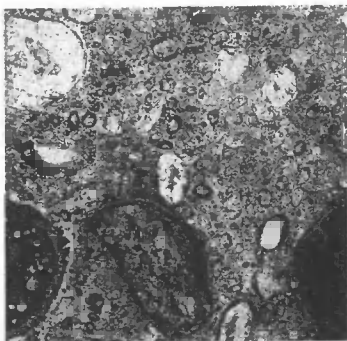
Идиоморфный кристалл алмаза в материнской породе. Кимберли (ЮАР).

мей и инталий из халцедона, топаза, берилла и других минералов повышенной твердости. Возможно, многие из них созданы с помощью алмазных резцов.

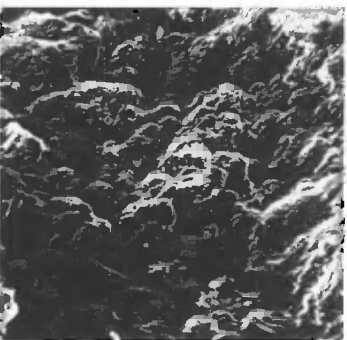
Большинство драгоценных камней — рубины и сапфиры, изумруды и аквамарины, гранаты и аметисты — ценятся прежде всего за цвет. В отличие от них ювелирный алмаз обычно бесцветен. Он прозрачен, как чистая вода, — этим выражением ювелиры даже пользуются для характеристики алмазов. Цветовые же оттенки алмазов называют «нацветом». Коричневый и желтый «нацветы» снижают стоимость алмаза, зато зеленый и голубой — резко ее повышают. Синие и красные алмазы уникальны, и цена их невообразимо высока.

В бесцветном алмазе чистой воды в полной мере проявляется дисперсия света, что обусловлено резким отличием показателей преломления лучей разного цвета. Поэтому видимый спектр растягивается в алмазе в широкую яркую полосу, и грани могут отражать разные его части. В сочетании с сильным «алмазным» блеском, связанным с высоким показателем преломления, это ведет к «игре» камня. Как писал об алмазе Куприн, «это свет солнца, сгустившийся в земле и охлажденный временем, он играет всеми цветами радуги, но сам остается прозрачным, словно капля».

Природные кристаллы алмаза обычно имеют форму октаэдра, реже — куба или додекаэдра. Зачастую их покрывает замутненная «рубашка» — такие кристаллы лишены «игры». Вообще, многие алмазы довольно невзрачны, и трудно узнать в них «царя самоцветов». В былые времена случалось крупными алмазами, отсеянными от песка и выброшенными строителями вместе с галькой, играли дети. Например, в 1867 г. дети южноафриканского фермера нашли на берегу р. Оранжевой кристалл, который впоследствии оказался алмазом в 22 карата, а через 2 года мальчик-пастух подобрал один из известнейших алмазов мира, названный после огранки «Звездой Южной Африки». Именно с этой находки началась история ал-



Полированная поверхность кимберлита с четко различимыми сцементированными округлыми фрагментами пород и минералов (увел. в 3 раза).



Так «шагреневая» поверхность зерен оливины выглядит в сканирующем электронном микроскопе (увел. в 1200 раз).

мазодобывающей промышленности в Африке.

Как сверкающий самоцвет алмаз вышел на рынок в XV в., когда в г. Брюгге (Бельгия) началась огранка алмазов на металлических дисках с применением алмазных порошков. Около 1600 г. парижские ювелиры разработали новый тип огранки, при которой «игра» алмаза проявлялась максимально — так впервые были получены бриллианты. С этого времени алмаз стал лидером в мире самоцветов. мода способствовала резкому росту цен, а редкость камня — превышению спроса над предложением.

С XVII в. бриллианты стали использовать не только в дамских украшениях, но и для отделок табакерок, костюмов, тростей, эфесов шпаг. Усыпан-

ную алмазами шляпу графа Потемкина, висевшую без малого пуд, носил за хозяином слуга, поскольку для головы она оказалась слишком тяжелой. Тысячи, десятки тысяч бриллиантов на старинных изделиях из Эрмитажа или Алмазного фонда СССР позволяют оценить неумную и, надо заметить, труднообъяснимую тягу человечества к яркому блеску. Наряду с женщинами она особенно заметна у военных, причем с продвижением по службе эта тяга увеличивается: об этом свидетельствуют орден и знаки отличия типа Маршальской звезды с бриллиантами на 8 карат или ордена «Победа», сделанного из платины и содержащего бриллиантов на 16 карат. Впрочем, слабость для маршалов простительная — действительно красиво!

Но только ли красота движет поклонниками алмаза? Психологически любопытна следующая ситуация: кристаллы итриево-алюминиевого граната или диоксида титана «играют» не хуже бриллианта, вызывая всеобщее восхищение, пока... не выясняется, что это подделка.

Очевидно, причина поклонения все-таки в подсознательном ощущении огромной стоимости бриллиантов. Оценивающие центры человеческого мозга, сформированного нашей светной цивилизацией, автоматически соотносят переливающийся блеск драгоценностей с престижными понятиями богатства и роскоши. Не парадоксально ли, что голливудские кинозвезды носят имитации своих драгоценностей, предусмотрительно поместив подлинники в сейфы банков?

Бриллиант как концентрированное воплощение богатства и успеха был и остается тестом на моральное состояние общества. Дворянство царской России не стеснялось сверкать фамильными драгоценностями на фоне сермяжной и лапотной страны. Сейчас в Алмазном фонде СССР можно увидеть уникальное собрание самоцветов семьи Романовых. Но не случайно заблестела бриллиантами и брежневская эпоха, когда воровство перестало быть тщательно скрываемым пороком. Кстати, бриллианты высоко ценил и Сталин: по сообщению

его секретаря, он держал в ящике письменного стола маленький плоский чемоданчик, этаким современным «дипломат», где лежали аккуратно упакованные бриллианты на десятки миллионов рублей.

По сообщению Би-би-си, ежемесячно в Лондонском аэропорту приземляется самолет с ящиками, набитыми необработанными алмазами. Их адресат — Алмазный синдикат, всемирная монополия, образованная еще в 1892 г. группой английских промышленников, владевших крупнейшими месторождениями Южной Африки. Так уходит за границу наше валютное сырье — якутские алмазы.

Хотя все алмазодобывающие страны регулярно публикуют данные о размерах добычи технических и ювелирных камней, а также о ценах на них, в нашей стране вся эта информация строго засекречена. Почему? Вряд ли высокопоставленные чиновники, все еще живущие в мире «шпионских страстей», смогут вразумительно ответить на этот вопрос. Представляется, граждане СССР вправе знать, сколько стоит сырье, вывозимое из страны.

Сколько стоят алмазы до и после огранки? По зарубежным данным, цена необработанных алмазов ювелирного качества в последние годы достигла 100 долл. за карат, бриллианты же стоят в среднем в 4—10 раз дороже. Их цены колеблются в зависимости от «чистоты воды», наличия включений и дефектов, величины камней, характера и качества огранки и т. д. Одно остается неизменным — цены на бриллианты постоянно растут (с 1950 по 1980 г. выросли примерно втрое).

Технические алмазы, используемые как абразивы, значительно дешевле: 3—12 долл. за карат, синтетические технические алмазы — около 2 долл. за карат.

Поскольку сведения о добыче алмазов в СССР засекречены, считается, что 98 % мировой добычи дает Африка. Здесь ежегодно добывают до 40 млн карат алмазов, четверть которых — ювелирные. В последние годы в лидеры выдвинулась Австралия, где добыча достигла 30 млн карат в год.

Помимо Заира, ЮАР, Ботсваны, Анголы, Намибии, Ганы и Австралии добыча и экспорт алмазов развиты в Венесуэле и Бразилии. Наша страна тоже относится к числу крупнейших экспортеров алмазов. Но в то время как одни страны вывозят ограненные алмазы, другие — поставляют на мировой рынок необработанное сырье. Можно предположить, что по масштабам и качеству огранки алмазов мы находимся на уровне слабо развитых стран. Только настоящая гласность в этих вопросах и их обсуждение экономистами смогут изменить ситуацию.

Итак, основная масса денег, выручаемых за алмазы, поступает от продажи бриллиантов (один только Алмазный синдикат выручает в иные годы до 3 млрд долл.). И все же большая часть добываемых алмазов идет в промышленность — здесь алмаз действительно незаменим. Без алмазных буровых коронок, пил, резцов, фильер, полировальных порошков и паст немислимо современное техническое производство. Еще в 60-е годы подсчитали, что без алмазного инструмента промышленный потенциал США снизился бы вдвое.

Алмаз активно используют в оптической и электронной промышленности, поскольку он прозрачен в широчайшем диапазоне (от ультрафиолетового излучения до радиоволн), теплопроводность его выше, чем у меди, а некоторые разновидности являются к тому же полупроводниками. Все эти качества сочетаются с непревзойденной стойкостью к агрессивным средам, давлению и истиранию. Алмаз используется и в счетчиках ядерных частиц, и в датчиках высоких давлений и температур, и в наконечниках игл проигрывателей грампластинок. Ожидается, что к 2000 г. потребление технических алмазов за рубежом составит 250 млн карат, или 50 т, причем около 40 т из них будут синтетическими.

Искусственные алмазы для технических нужд получают путем кристаллизации в железоникелевом расплаве, насыщенном углеродом за счет примеси графита. Расплав оказывается недосыщенным по отношению к

графиту (и, соответственно, растворяет его), но пересыщенным по отношению к алмазу, который кристаллизуется в этой графитометаллической смеси при высоких температуре и давлении.

В природе, и прежде всего в кимберлитовых трубках, где кристаллизуется основная часть ювелирных алмазов, подобные условия вряд ли могли возникнуть: в мантии нет расплавленного металла, углерода неизмеримо меньше, и находится он в форме не графита, а метана или алмаза. Поэтому логичнее допустить, что в условиях мантии имеет место не затверженный со школьной парты переход графита в алмаз, а фиксация углерода из метана при потере последним водорода.

В 1969 г. Б. В. Дерягин с сотрудниками показали, что диссоциация метана при высокой температуре и низком (ниже атмосферного) давлении сопровождается кристаллизацией алмаза в виде тонких нитей. Геологи не прореагировали на эту работу, поскольку считалось, что при застывании мантийного силикатного расплава алмаз кристаллизуется одним из первых на глубине 100—150 км, где давление и температура очень высоки, а затем уже по «трубкам взрыва» попадает на земную поверхность.

По этой модели, кимберлитовые трубки — подобие канализационных труб, по которым на поверхность выбрасываются отходы каких-то загадочных глубинных процессов, сопровождающихся взрывами. Но был ли взрыв? И почему именно взрывы сформировали эти трубки?

Испытания показали, что при подземных взрывах большой мощности никаких трубообразных структур не образуется: возникают сферические камуфлетные камеры, поскольку для взрыва понятие «верх» и «низ» не существует. А вот для газового пузыря, всплывающего по закону Архимеда, «верх» обозначен совершенно определенно, причем след поднимающегося пузыря — вертикальная трубка. Не здесь ли следует искать причину необычной формы коренных месторождений алмазов?





Ограненные алмазы из месторождения Кимберли. Масса самого крупного — 42,9 карата.

Кимберлиты резко отличаются от других изверженных пород и геологической позицией, и особенностями текстуры, и спецификой структур минералов. Необычны также форма кимберлитовых тел, напоминающих высокую рюмку на тонкой ножке, и обилие похожих на горюх округлых зерен пород и минералов. Нередко кимберлит похож на сцементированную речную гальку.

К. Льюис, первым изучивший эту породу и давший ей название по г. Кимберли в Южной Африке, еще в 1887 г. отметил, что кимберлит похож на туф (сцементированный вулканический пепел). Но в отличие от обычного пепла, имеющего состав магматических пород земной коры, кимберлит близок к типичным мантийным породам. В том же году Н. Бонней описал кимберлит как смешанную обломочную породу.

На восприятие кимберлита отечественными геологами большое влияние оказала работа Г. Гапеевой, которая в 1958 г.

предложила рассматривать кимберлит как типичную вулканическую породу с порфировой структурой. Однако «порфировые» образования в кимберлитах не имеют ничего общего с действительно порфировой структурой, возникающей при выделении довольно крупных кристаллов непосредственно из силикатного расплава. Многие минералы кимберлитов (гранат, оливин, циркон, апатит) обычно лишены характерных для них очертаний и выглядят одинаково округленными зернами. Так же выглядят и другие глубинные минералы кимберлитов — пироксен, хромдиопсид, ильменит, магнетит.

Их форму и присутствие в кимберлитах валунов различных горных пород принято объяснять процессами оплавления или растворения. Но при этом как-то забывают, что плавление кристаллов должно сопровождаться остеклованием и разупорядочиванием их структуры. Проведенные нами рентгенографические исследования поверхности этих минералов подобных изменений не выявили. Нет также оснований связывать округленную форму минералов с воздействием гидротермальных растворов.

Интересна и другая особенность: поверхность этих минералов, которая выглядит, как речная галька или крупный песок, отшлифована, оббита, покрыта ямками-выколками. Этот необычный для данных минералов вид поверхности назвали «шагренью». Изучив «шагрень» поверхность минералов из кимберлитов в сканирующем электронном микроскопе, мы обнаружили, что она сходна с поверхностями природных и искусственных материалов, обработанными струями горячих газов.

Итак, можно заключить, что минералы кимберлитов образовались в среде, пронизываемой горячими газовыми потоками. Но этому выводу противоречит алмаз, выделяющийся на фоне окатанных «соседей» хорошо образованными кристаллами с острыми ребрами. Непонятно, почему их природная огранка сохранилась, если алмазы из речных россыпей, несмотря на их твердость, об-





Типичный октаэдрический кристалл природного алмаза. Кимберли.

бываются и округляются при бесчисленных ударах о камни.

Это противоречие удастся снять, если допустить, что алмазы кристаллизуются из метана не в мантии, а в коре (при наличии скоростных газовых потоков, питающих растущий кристалл).

Р. Митчел показал, что в системе  $C-H-O$  при давлении более 10 кбар активность кислорода очень мала, но при понижении давления она резко растет. Иначе говоря, в условиях мантии кислород инертен и не способен окислить водород и метан. Но если флюид, «пробив» нижние слои земной коры, попадает в область более низких давлений, начинаются процессы окисления. Вероятно, кислорода будет недостаточно для окисления как водорода, так и

углерода. При недостатке кислорода первым в молекуле метана окислится водород. В этом случае реакция образования алмаза выглядит так:  $CH_4 + O_2 = C_{алм} + 2H_2O$ .

Опыты зарубежных исследователей по наращиванию алмазов на заправки в потоке метана свидетельствуют о том, что из метана алмаз получить гораздо легче, чем из графита, для этого достаточно «вырвать» водород из молекулы метана за счет диссоциации или окисления.

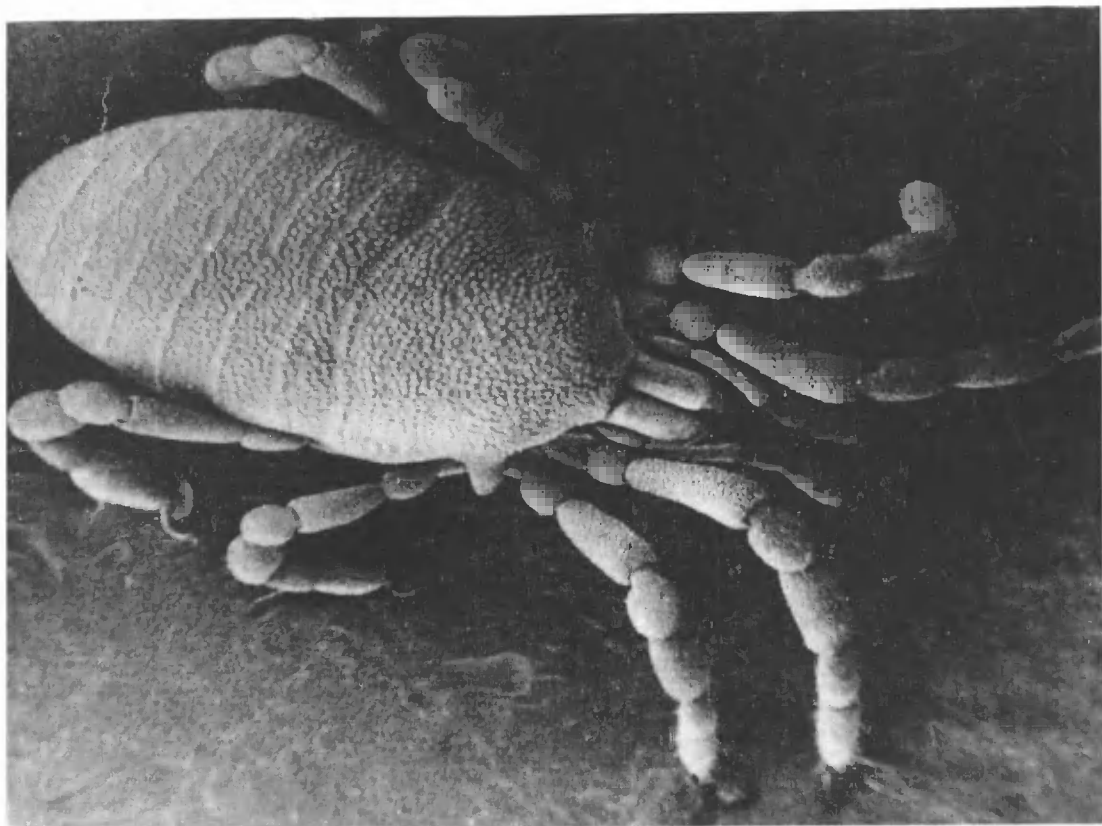
Во многих газовых включениях в алмазах из кимберлитов, наряду с водородом и метаном, присутствует азот. Кроме того, установлено более 40 различных азотных центров в структуре алмаза (с ними связаны различные типы его люминесценции). Это подтверждает кристаллизацию алмаза из газовой фазы.

Поскольку метан — наиболее характерный высокоуглеродистый газ мантии, можно

предположить, что алмаз возник как промежуточная твердая фаза в газовой системе  $C-H-O$ . Нет сомнений, что уже в ближайшем будущем дешевизна метана и ценность алмаза привлекут большие силы и средства к проблеме синтеза алмазов из газа. Когда эта задача будет решена, цена бриллиантов резко упадет — с ними произойдет то же, что и с рубинами, сапфирами, шпинелями и многими другими драгоценными камнями, технология синтеза которых доведена до совершенства.

# Новый зоологический вид?

**Д. А. Кривоуцкий,**  
доктор биологических наук  
Институт эволюционной морфологии и экологии животных  
им. А. Н. Северцова АН СССР  
Москва



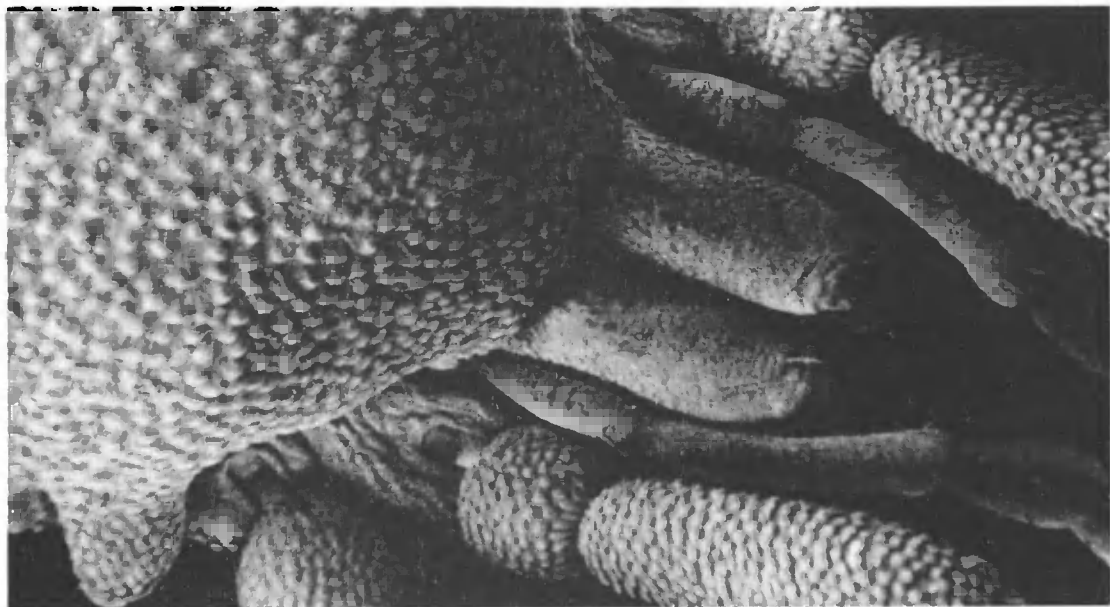
Взрослый сенокосец из подстилки букового леса. Сканирующий микроскоп, увел. в 900 раз.

**С**ЕНОКОСЦЫ (Opiliones) — один из отрядов паукообразных — знакомы, видимо, многим. Этот отряд объединяет около 4 тыс. видов, из которых только 40 населяют почву (растительную подстилку), остальные обитают на ее поверхности и на стволах деревьев.

Почвенные сенокосцы, составляющие особое семейство Sironidae, — мелкие (1—4 мм), похожие на клещей животные желтой или коричневой окраски. Французский исследователь П. Латрель, впервые описавший этих сенокосцев еще в конце XVIII в., отнес их к клещам. Позже его ошибка была исправлена. Сначала Ж.-Б. Ламарк, а затем крупнейший французский специалист по паукообразным Е. Симон доказали, что сирониды — примитивнейшие сенокосцы. От большинства более специализированных сородичей они отличаются короткими, сла-

бо расчлененными ногами, специфическими плечевыми выростами с внутренними железами и многими другими более мелкими морфологическими признаками.

Из 4 тыс. видов сенокосцев мировой фауны в нашей стране обитает около 110, сколько из них составляют почвенные — неизвестно. Специально ими никто из зоологов не занимался, хотя акарологи (специалисты по клещам) находили животных этой группы. Так, в 1969 г. А. Б. Ланге обнаружил сиронид в лесных почвах Черноморского побережья Грузии.



Передняя часть тела. Увел. в 3 тыс. раз.

Но, как оказалось, и автором этих строк были найдены и собраны почвенные сенокосцы. В 1963—1971 гг. мы проводили почвенно-зоологические исследования, которыми руководил ныне покойный академик М. С. Гиляров, в разных районах Кавказа, в том числе в Боржомском и Сатаплийском заповедниках (западная Грузия). Из буковых лесов подстилки были взяты пробы почвы, чтобы определить, какие виды мелких членистоногих заселяют ее. В этих пробах оказались и сирониды — 30 экземпляров, размером около 1 мм, причем примерно половину из них составляли взрослые животные, а остальные были нимфами.

Коллекция микрофауны, пролежала неразобранной почти 20 лет, до нее, что называется, не дошли руки. Надо сказать, что сиронидами я не зани-

маюсь профессионально, но как зоолог я не мог упустить их из виду. Не так давно представился случай рассмотреть их под микроскопом и сделать снимки, которые здесь приводятся. Определить таксономическую принадлежность найденных почвенных сенокосцев сейчас невозможно без специальных и тщательных исследований, но похоже, что это новый неизвестный зоологам вид.

Почвенные сенокосцы мировой фауны обнаружены в самых разных регионах, и всюду они малочисленны. Находят их чаще всего в лесной подстилке и под камнями. Область их распространения в Европе — Средиземноморье (Португалия, Испания, Франция, Италия, Югославия, Албания), а также многие места в зоне широколиственных лесов. Так, профессор Познаньского университета Я. Рафальский в 1956 г. обнаружил вид *Siro carpaticus* в районе польской части Карпат. Есть си-

рониды в Африке (причем на мысе Доброй Надежды они найдены в пещерах), в тропических областях Американского континента. Видимо, эти мелкие хищники лесной подстилки, пещер, напочвенного яруса открытых биотопов теплолюбивы. Оказывается, сирониды обычны и в почвах нашей страны и тоже в теплых краях, но анатомия, экология, развитие пока никем не изучались. А между тем почвенные сенокосцы интересны еще и тем, что сохранились в составе комплекса микроартропод (мелких почвенных членистоногих), который, как показывают палеонтологические данные, сложился еще в девоне и остался почти неизменным.

Я надеюсь, что это сообщение заинтересует кого-либо из специалистов, а микрофотографии помогут определить конкретный вид сенокосцев.

# ПОЗНАКОМЬТЕСЬ— КОЛОБУСЫ

В. С. Громов,  
кандидат биологических наук  
Институт эволюционной морфологии и экологии животных  
им. А. Н. Северцова АН СССР  
Москва





**М**ИКРОАВТОБУС с небольшой группой советских зоологов, прибывших в одну из западных провинций Эфиопии для экологических исследований, легко катился в полуденной жаре по дороге, окаймленной редким лесом с высокой, в рост человека, травой. Неожиданно среди ветвей придорожной акации я заметил пестрых — черных с белым — обезьян. Колобусы! Выскочил из остановившейся по моей просьбе машины и сделал несколько снимков, пока обезьяны не скрылись из виду. Так состоялась моя первая встреча с одними из самых замечательных представителей африканских приматов — черно-белыми колобусами, или гверецами (*Colobus abyssinicus*, или *C. guereza*).

Прибыв на место, мы обосновались в полевом лагере гидростроителей, оборудованном в живописной роще. Выяснилось, что ее же облюбовали сразу три группы колобусов, от 5 до 10 обезьян в каждой. Их мало беспокоило наше соседство, к ним можно было довольно близко подойти и наблюдать в бинокль.

Отечественным зоологам колобусы почти незнакомы, неспециалистам — тем более. Нельзя было удержаться, чтобы не понаблюдать за этими экзотическими для нас обезьянами, пришлось выкраивать время.

В тропической Африке место жительства колобусов — дождевые и горные леса, саванны с высокой травой. В кронах деревьев они находят пищу, убежище от врагов, укрытие от непогоды и место для ночлега и отдыха. Искуснейшие караулазы, они с легкостью карабкаются по веткам, совершают головокружительные прыжки с дерева на дерево, но довольно уверенно чувствуют себя и на земле — ловко прыгают на всех четырех конечностях. Даже в густой кроне колобусы хорошо

заметны из-за своей яркой окраски: угольно-черная, с глянцеватым оттенком, шерсть покрывает тело, вдоль боков, от плеч до крестца, спускается длинная тяжелая белая бахрома, черная морда с глубоко посаженными глазами обрамлена белой шерстью на бровях, скулах и подбородке; длинной веревкой свешивается пушистый с толстой махровой кистью белый хвост. Детеныши колобусов до 4-месячного возраста абсолютно белы.

Почти каждое утро, еще затемно, мы просыпались, разбуженные громкими голосами колобусов, похожими на мощное басистое кваканье каких-то огромных фантастических лягушек. Вокальными упражнениями занимались только самцы самого высокого ранга: в возбуждении прыгая по веткам, они оглашали округу громкими воплями, которые тут же подхватывались самцами из соседних групп. И тогда в небольшой рощице слышались мощные хоралы, крики волнами перекачивались от группы к группе. По мнению многих зоологов, так колобусы оповещают своих соплеменников, что территория уже занята.

По утрам колобусы подолгу сидят на верхушках деревьев, греясь в лучах восходящего солнца. Некоторые исследователи связывают любовь к солнечным ваннам с относительно низким энергетическим обменом, обусловленным малой калорийностью пищи. Греясь на солнце, колобусы якобы восполняют энергетический дефицит, возникший после продолжительной и довольно прохладной ночи.

Будучи чистыми вегетарианцами, колобусы питаются в основном лиственной деревьев и кустарников, в том числе некоторых видов акаций, фикусов, лавров и других тропических растений (всего около 25—30 видов), довольно охотно едят и плоды, например сочные ягоды смоковниц, однако доля их в рационе невелика. Листва, действительно, не самый питательный корм в сравнении с плодами и семенами растений, которые составляют основу питания других видов обезьян, но узкая пищевая специализация позволяет колобусам избежать жесткой

конкуренции за кормовые ресурсы.

Такая специализация сказалась и на особенностях строения пищеварительного тракта: он приобрел черты, свойственные копытным, — двухкамерный желудок с передним отделом (преджелудком), превратившимся в особую ферментативную камеру, в которой клетчатка переваривается специфическими микроорганизмами; более длинный, чем у других обезьян, кишечник.

Днем колобусы либо кормятся, либо отдыхают, чередуя эти занятия примерно каждые час-два. На отдыхе они устраиваются на толстых ветвях или развилках в самых непринужденных позах: лежат, разваливаются на боку или животе, свесив конечности. Порою дремлют сидя, поджав колени к подбородку. В знойные часы забираются в гущу кроны.

Влажный сезон в саванне особенно благоприятен для колобусов — сочная зелень всюду в изобилии. Но в сухой сезон, когда многие деревья сбрасывают листву, исчезают небольшие временные водоемы, им приходится покидать обжитые места в поисках воды и пищи. К перемене мест вынуждают и ежегодные пожары, проносящиеся в сухой сезон по саванне и выжигающие дотла высохшую траву, опалаяющие деревья и кустарники. Тогда колобусы собираются в лесах вблизи непересыхающих рек, озер и болот. В левобережье р. Алверо, в районе нашего лагеря, на площади около 10 км<sup>2</sup> я насчитал 19 групп (примерно 120 обезьян), которые распределены крайне неравномерно: каждую небольшую зеленую рощицу по соседству с рекой оккупировали сразу 3—4 группы, на участках с очень редким лесом колобусов не было вовсе, дальше 2—3 км от реки саванна казалась пустынной.

Окрестности Алверо собирали в это время многих животных. Из приматов здесь были павианы-анубисы (*Papio anubis*) и зеленые мартишки-верветки (*Cercopithecus aethiops*), в прибрежных зарослях гнездились множество птиц. Из крупных пернатых чаще всего встречались разные виды ца-

© Громов В. С. Познакомьтесь — колобусы!

Заботливая мать с маленьким детенышем и подростком.

Здесь и далее фото автора.





пель, орлан-крикун (*Haliaeetus vocifer*), розовый пеликан (*Pelecanus onocrotalus*), священный ибис (*Threskiornis aethiopicus*), марабу (*Leptoptilus crumeniferus*), нередко попадавший нам в поездки вдоль Алверо.

Даже в создавшейся тесноте группы колобусов жили мирно, каждая владела своей территорией, прямых посягательств на чужую мне не приходилось видеть. Не было конфликтов и тогда, когда две группы на кормежке или отдыхе располагались у границы. Но американский исследователь П. Марлер наблюдал другую реакцию группы колобусов на вторжение непрошенных соседей. Завидев их, хозяева насторожились и принялись возбужденно скакать по веткам. От группы отделился вождь, шумно прыгая с ветки на ветку, приблизился к нарушителям границ и угрожающе замаха-

руками. Этого было достаточно, чтобы чужаки ретировались, до драки дело не дошло.

Живя группами, колобусы соблюдают иерархию отношений, социальный ранг обезьяны зависит от пола и возраста: самцы на иерархической лестнице стоят выше самок, старшие выше младших. Высшее положение занимает старший по возрасту, самый крупный самец. Однако он не жестокий деспот, как часто бывает у других обезьян, а скорее вождь группы, ее лидер. Отношения в группе складываются по-разному, но чаще преобладает дружелюбие или, по крайней мере, нейтралитет. Взрослые стараются усесться бок о бок, а иногда уютно устраиваются на чьей-нибудь спине. Трогательным вниманием и заботой окружают самки маленьких детенышей и подростков. Молодые отпрыски: чистят шкурку, выискивают паразитов.



Бдительные стражи.

Вождь на отдыхе.

Пока детеныш не готов к самостоятельной жизни, он висит на животике у матери, крепко уцепившись за шерсть, она не отпускает его от себя, лишь изредка позволяя брать на руки взрослому самцу или другой самке. Когда мать кормится, детеныш, не слезая с ее колен, либо тоже пытается дотянуться до пищи и отправить ее в рот, либо играет небольшими веточками. Свое недовольство чем-либо он громко выражает очень высоким, похожим на пронзительный мышинный писк, голосом.

Колобусы никогда не устраивают шумных потасовок с побоями и укусами даже в изредка вспыхивающих конфликтах. В группе старшим уступают младшие по рангу: при приближении вождя освобождают дорогу или принимают позу подчинения — как бы съеживаются. И старшие, придя в раздражение, к примеру от



В удобной «постели».

слишком вольного поведения кого-либо из подчиненных, позволяют себе лишь резкий угрожающий выпад. Иногда все же младшие раздраженно всхрипывают и, широко раскрыв пасть, показывают свои внушительные зубы, чем, однако, нимало не смущают старшего собрата, и обращаются в бегство. В небольших группах из взрослого самца и одной-двух самок конфликтов фактически не бывает — и на кормежке, и на отдыхе они держатся одной семьей.

За жизнью в одной из групп, самой многочисленной из трех, обосновавшихся в районе нашего лагеря, я наблюдал с большим интересом. В ней была, как обычно, главная подгруппа — элита, в которую входили вожак, два других взрослых самца и самка с 2—3-месячным детенышем. Вожак держался независимо, охотно общался только с самкой и малышом, и та изредка, лишь ему, доверяла детеныша. Видимо, это была семейная пара. Остальные члены группы, среди которых был взрослый самец самого низкого ранга и несколько молодых обезьян в возрасте от года до трех лет, всегда держались на почтительном расстоянии, в нескольких метрах от элиты, никогда не были инициаторами

перемещений всей группы, приоритет старших по рангу был неоспорим.

Взрослые самцы, особенно вожаки, бдительно охраняют своих подопечных, выполняя функции постоянных стражей. Расположившись на вершине дерева, выше остальных, они держат под контролем окружающее пространство и заблаговременно обнаруживают любую опасность. Однажды, обследуя небольшие перелески вдоль Алверо, я встретил незнакомую довольно многочисленную группу колобусов. Они сидели на ветвях высокого, почти без листьев, фикуса и с аппетитом уплетали плоды. При моем появлении все поспешно скрылись в ближайших кронах, лишь страж остался на посту и метров с десяти настороженно поглядывал вниз. Видя, что я не собираюсь уходить, он раздраженно фыркнул и разразился тирадой звуков, очень схожих с басовитым урчанием, через короткие паузы повторяя его вновь и вновь. Только когда я отошел на приличное расстояние, он умолк.

Завершая рассказ, мне хочется заметить, что знания о колобусах не отличаются большой полнотой. В экологии и поведении этих обезьян еще много неясного, неизвестного: недостаточно изучены формы общения, роль звуковых, зритель-

ных и обонятельных сигналов в поведении, сезонная динамика отношений внутри групп, поведение в репродуктивный период и взаимоотношения с другими приматами, в частности павианами и мартышками, которые живут по соседству. Число научных работ, посвященных африканским колобусам (а их насчитывается 5—7 видов), пока невелико — чуть более 3 % от общего количества полевых исследований по приматам.

Что касается современного состояния популяций, то, по оценкам зарубежных специалистов, численность черно-белых колобусов во многих местах, особенно в резерватах и национальных парках, еще довольно высока, пока нет оснований опасаться за их судьбу. Однако нельзя забывать, что на африканском континенте площадь тропических лесов и саванн прогрессивно сокращается под напором хозяйственной деятельности, а значит, уменьшаются и жизненные пространства многих видов древесных обезьян. Большинство из них, в том числе и колобусы, отнесены к потенциальным вредителям сельскохозяйственных культур, следовательно, подвержены еще более жесткому антропогенному прессу. На свою беду, колобусы ярко окрашены, их мех идет на головные уборы и плащи у некоторых племен. Колобусов не обошел вниманием и бизнес: выделанные шкуры охотно приобретают иностранные туристы.

Колобусы содержатся во многих зоопарках мира, но, к сожалению, их нет в нашей стране. Содержать и разводить их в неволе достаточно трудно — ведь в течение всего года им нужна свежая листва и побеги деревьев и кустарников, причем далеко не любых. Остается надеяться, что когда-нибудь наши зоопарки разбогатеют и пополнят свои коллекции этими замечательными животными.

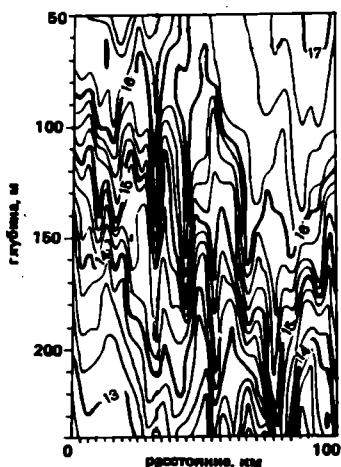
# Мезомасштабные структуры в гидрофизических полях океана

Р. В. Озмидов,  
доктор физико-математических наук

Институт океанологии  
им. П. П. Ширшова АН СССР  
Москва

**Е**ЩЕ СРАВНИТЕЛЬНО недавно в океанологии бытовали представления о «гладкости» и малой изменчивости полей температуры, солёности и плотности воды в океане. Они основывались на данных измерений с помощью батометров, опускаемых на тросе с интервалами по глубине в десятки и сотни метров. Горизонтальные же расстояния между гирляндами батометров обычно достигали многих миль. С появлением в конце 60-х — начале 70-х годов зондирующих приборов, дающих непрерывные записи температуры и других гидрофизических параметров по вертикали, были обнаружены мезомасштабные и тонкие структуры в вертикальном распределении этих характеристик. Однако сведения о горизонтальной протяженности таких структур, их трехмерных характеристиках отсутствовали, ибо зондирования, как правило, проводились опять-таки с большим пространственно-временным интервалом.

Получить нужную информацию удалось лишь в 1987—1988 гг., используя сканирующие измерительные приборы с датчиками температуры, электропроводности и давления морской воды (так называемые STD-зонды). На малом ходу судна зонд периодически опускался со скоростью около 1 м/с на 1000—1500 м и затем поднимался к поверхности; такие циклы осуществлялись многократно вдоль галса судна, что давало весьма подробные двумерные картины распределения гидрофизических параметров в толще океана. Если же измерения велись вдоль



# Древний некрополь ферганцев

А. А. Анарбаев,  
кандидат исторических наук  
Институт археологии АН УзССР  
Самарканд



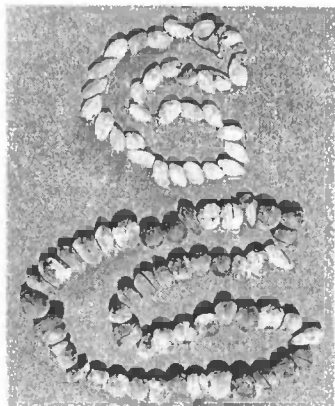
**А**ХСИКЕНТСКАЯ экспедиция Института археологии АН УзССР летом 1988 г. исследовала руины древнего города Пап, расположенного в Ферганской долине, на правом берегу Сырдарьи, в двух километрах от современного г. Пап Наманганской области. При раскопках нами был открыт уникальный некрополь, включавший погребальные сооружения различной конструкции: обширные склепы для семейных захоронений, одиночные погребения в грунтовых ямах и подбоях

(углублениях в одной из боковых стен погребальной камеры), а также захоронения, совершенные по зороастрийскому обряду. (Следует особо отметить, что в Фергане археологам известно очень мало городских погребений.)

Ограбленные еще в древности, склепы тем не менее содержали богатейший инвентарь, к тому же великолепной сохранности, позволяющий после детального изучения составить представление об образе жизни населения северной Ферганы в раннем средневековье, о его материальной и духовной культуре, связях с близкими и дальними соседями.

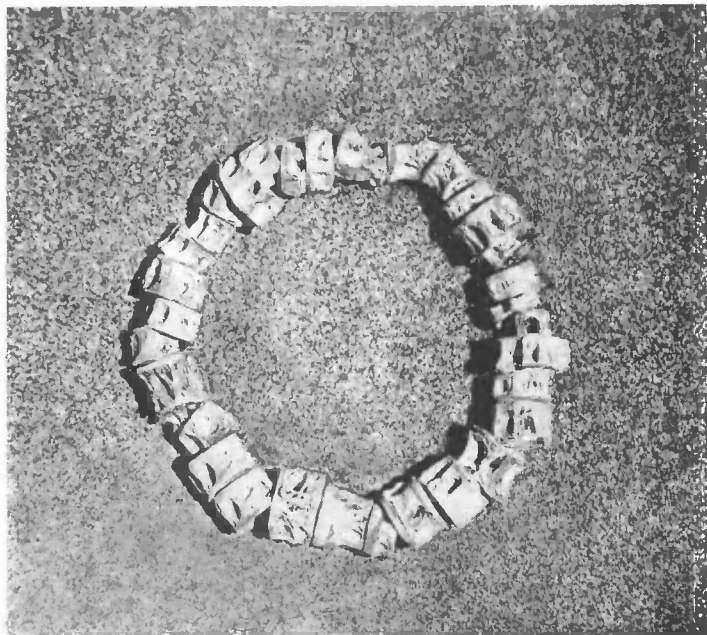
Общий вид раскопок на Мунчактепа.

Древний Пап (Паб, Баб), о котором арабские географы упоминали как о большом и богатом городе на караванной дороге, пересекавшей Фергану с востока на запад, включает развалины трех городищ: Баландтепа (сохранившаяся часть внутреннего города и цитадели), Мунчактепа (городской некрополь, некогда занимавший четыре холма, из которых к настоящему времени сохранилось два — Мунчактепа 1 и 2) и Темиркосмоктепа (внешний город).



Ожерелья из плодовых косточек.

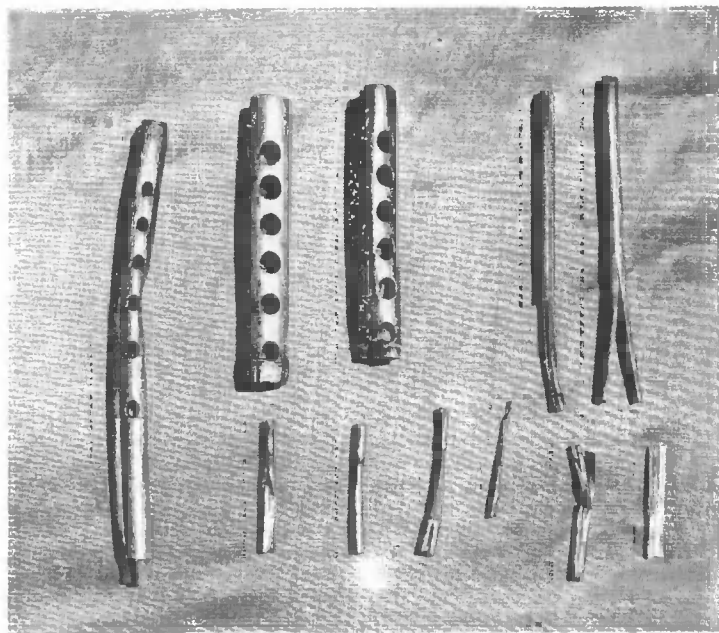
Ожерелье из позвонков рыб.



Детали флейты из камыша. Мун-  
чактепа, склеп № 3. VI—VII вв.

На Мунчактепа 2 нами было вскрыто семь склепов — больших и малых. Они вырыты в материковых напластованиях и представляют собой сложные сооружения. Большинство склепов имели парадную порталную часть (ныне совершенно разрушенную), площадку с пандусом, сводчатый коридор и погребальную камеру. Чтобы попасть в нее, следовало сначала подняться по пандусу, пройти коридор, а затем через дверной проем в его торцевой части спуститься по двухмаршевой лестнице, сложенной из крупных сырцовых блоков. На стенках и потолке погребальной камеры отчетливо видны следы орудий — узких мотыг, которыми вырыты склепы.

Большие склепы представляют собой семейные усыпальницы, в которых на протяжении длительного времени (по меньшей мере 100—150 лет) производили захоронения. При этом совершались они в камышовых гробах, впервые найденных на территории Средней Азии. В одном из таких склепов (№ 5) нами обнаружено 47 за-

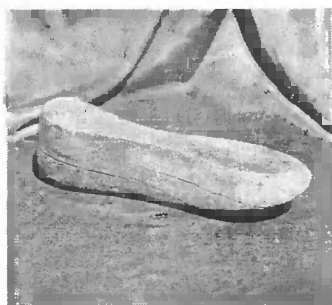
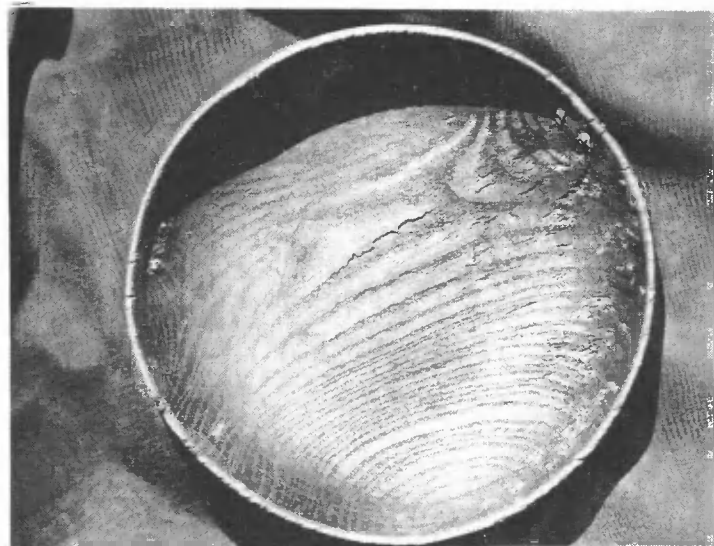


хоронений. Гробы с крышками, тоже из камыша, стояли в погребальной камере (длиной 5,3 м, шириной 2,5 м и высотой 2,25 м) друг на друге в пять рядов. После заполнения нижнего ряда поперек гробов клали деревянные балки, а поверх начинали второй ряд захоронений и т. д.

Для сооружения гробов изготовлялся отборный очищенный камыш; из 10—12 его стеблей плели круглые жгуты, а из двух или трех десятков таких жгутов изготовляли прямоугольный гроб с крышкой; роль каркаса выполняли деревянные палки.

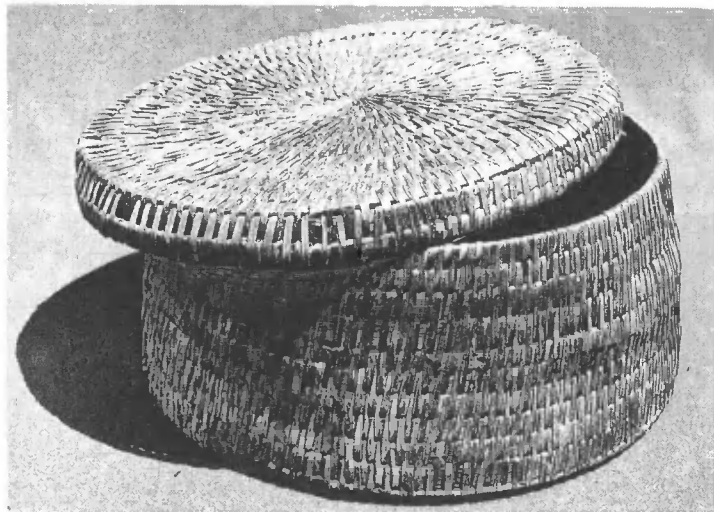
В малых склепах помеща-



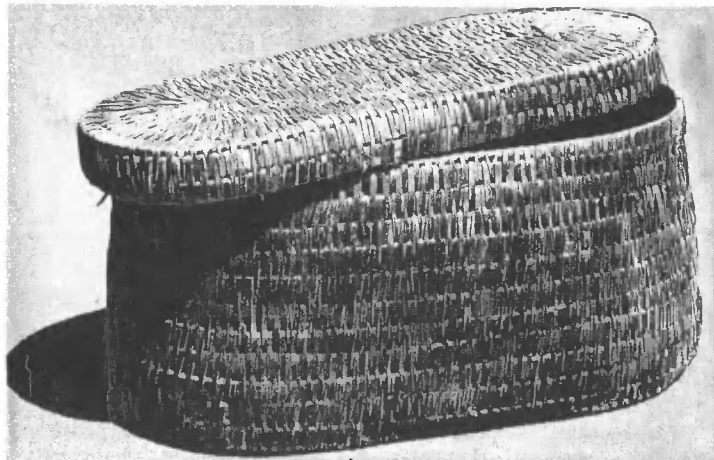


Деревянная колодка для обуви.

Деревянная миска (предположительно из арчи).



Плетеные корзинки из тростника. Мунчактепа, склеп № 5. VI—VII вв.



ли от одного до четырех усопших. Их клали на песчаную подсыпку или же на циновку из камыша.

Рядом с гробами, а иногда в самих гробах лежали всевозможные предметы: деревянные столы, деревянная и керамическая посуда, некогда содержавшая какую-то пищу и напитки, плетеные корзиночки различных форм и размеров. Среди находок выделяются трехстворчатые хлопковые коробочки и сосуды из тыквы. Покойников хоронили в парадных одеждах из тонкого шелка ярких расцветок. В двух погребениях платья с длинными рукавами сохранились почти полностью (сейчас ткани законсервированы, и полное их описание будет возможно после реставрации).

Женские погребения содержат массу украшений — перстни, бусы из многоцветного стекла и камней-самоцветов, ожерелья из косточек дикорастущих плодовых растений и позвонков рыб. В мужские погребения рядом с усопшим клали оружие: сложносоставные луки с костяными накладками, железные наконечники стрел и кинжалы. Впервые найдена флейта, изготовленная из утолщенного и хорошо созревшего камыша.

К характерным особенно-



Древние домусульманские костехранилища: тум — большой сосуд из обожженной глины (Мунчактепа, VIII в.) и оссуарий — ящик из обожженной глины (VIII в., случайная находка).



Плетеный саркофаг с детским костяком из склепа № 5. Мунчактепа. VI—VII вв.

стям погребального обряда относятся лицевые накладки из тонкого шелка, не имеющие отверстий на месте глаз и рта. Ширина ткани 22—23 см, длина 43—44 см. Аналогичные накладки были отмечены и в могильниках Восточного Туркестана (Астана и Караходжа); в Фергане лицевые платки известны в Карабулакском могильнике. В нескольких гробах под черепами зафиксированы подушки из травы (полевого вьюнка).

На соседнем холме Мунчактепа 1 нами раскопаны 15 одиночных погребений. Они совершены в грунтовых ямах и подбоях. Среди них выделяется огромным количеством украшений одно женское погребение в подбое, в камышовом гробу. Наряду с бусами из разноцветного стекла здесь много глазчатых бус, использовавшихся и в качестве амулетов. Имеются также бусы из кварца, доломита, змеевика, кальцита, горного хрусталя, бадахшанского лазурита, бирюзы, сердолика. На некоторые сердоликовые бусы путем травления содой нанесен волнистый и растительный





Ожерелья из камней-самоцветов (вверху, слева) с раковинами каури (внизу), с орнаментированными бусинами.



орнамент; одна дисковидная бусина с двух сторон украшена изображением свастики (древним символом плодородия, солнца), по концам переходящим в растительные мотивы. Встречаются бусины из индийских раковин каури.

Погребения, открытые на Мунчактепа 1 и 2, синхронны и датируются V—VII вв. н. э. К более позднему времени (VIII в.) относятся так называемые оссуарное и хумное захоронения, совершенные по зороастрийскому обряду: в специальный керамический ящик (оссуарий) и в большой глиняный сосуд (хум) положены расчлененные человеческие кости, очищенные от мягких покровов.

Полученный нами при раскопках уникальный материал позволяет достаточно полно реконструировать погребальный обряд населения, жившего в Фергане в середине I тысячелетия. Найденные в склепах вещи, сопровождавшие умерших, отражают представления ферганцев о загробной жизни.

Для изучения материальной культуры местного населения, его искусства и ремесел, взаимосвязей с другими народами Папский некрополь имеет исключительно важное значение.



А.А.Шейпак

# Двигатель 2000 года



Анатолий Александрович Шейпак, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Московского автомобилестроительного института (вуз-ЗИЛ). Специалист по теории тепловых и газовых машин. Автор многих статей и изобретений по тепловым двигателям.

**Д**ВИГАТЕЛИ внутреннего сгорания — самый массовый вид тепловых двигателей, их суммарная мощность превышает общую мощность всех электростанций мира. Эти двигатели потребляют более половины добываемого в мире жидкого топлива — и они же, увы, превращая в полезную работу не более 30—40 % энергии топлива, дают около 90 % таких вредных выбросов, как окись углерода, окислы азота и углеводороды. Сейчас для наземного транспорта разработаны тепловые двигатели разных типов — с принудительным зажиганием (карбюраторные и газовые), с воспламенением от сжатия (дизели) и другие — мощностью от 20 до 500 кВт. Двигатели являются металлоемкими изделиями: на долю композиционных материалов и пластмасс приходится лишь несколько процентов их массы.

В последнее время в связи с обострением экологической ситуации в различных регионах мира внимание привлекают негативные последствия роста численности автомобилей и тракторов. Ужесточаются нормативы выбросов вредных веществ в окружающую среду, пересматривается сама концепция автомобилизации. Среди многих путей решения экологических проблем следует выделить совершенствование авто-тракторных двигателей — в первую очередь, повышение их экономичности. Разумеется, использование фильтров и дожигателей отработавших газов, оптимизация рабочего процесса также позволяют снизить содержание в выхлопе окислов азота, углеводородов, окиси углерода, но только благодаря экономии топлива можно уменьшить выброс углекислого газа, что особенно важно в связи с угрозой парникового эффекта.

Активные исследования в этом направлении ведутся и в нашей стране. 16 декабря 1988 г. Государственный комитет СССР по науке и технике объявил конкурс технических идей и проектов разработки экологически чистых автотранспортных средств с целью создания высокoeкономичных автомобилей и резкого сокращения вредных выбросов. В основу этой статьи положен

один из таких проектов; решение о финансировании работ по нему уже принято.

Изменяются ли за ближайшие десять лет основные принципы конструирования двигателей? Автотракторная промышленность — колыбель массового производства, а массовое производство неизбежно ведет к определенному консерватизму хотя бы в силу высокой стоимости основных производственных фондов. И все же главное препятствие быстрым переменам — не консерватизм производителей, а отсутствие альтернативных моделей двигателя.

Есть альтернативные топлива: природный газ, метиловый спирт, водород и т. д. Однако использование любого из них ухудшает эксплуатационные и экономические показатели автомобиля. И если в середине 70-х годов энергетический кризис, казалось, предрекал быстрый переход к альтернативным топливам, то к середине 80-х на мировом рынке предложение нефти значительно превышало спрос. Впрочем, в будущем цены на нефть неизбежно должны расти, так как она — ограниченный и невозобновляемый природный ресурс. Тем не менее, хотя потребность в жидком топливе к 2000 г. увеличится на 10—15 %, согласно большинству оценок добыча нефти останется примерно на нынешнем уровне.

Что же касается альтернативных двигателей, то создание электромобилей, даже с применением электрохимических генераторов, непосредственное преобразование химической энергии в механическую и другие достаточно экзотические идеи пока не вышли из стадии экспериментов. А чтобы наладить к 2000 г. массовый выпуск двигателя, к началу 90-х годов нужно иметь надежный опытный или хотя бы макетный его образец.

Таким образом, от автотракторного двигателя начала XXI в. скорее всего следует ожидать более высокой экономичности, достигнутой в рамках существующих концепций. Можно выделить два основных пути повышения экономичности транспортных средств: совершенствование самого двигателя и улучшение его согласованности с другими системами автомобиля или трактора (в частности, за счет использования современных средств автоматизации — микропроцессоров и датчиков, следящих за скоростью движения, частотой вращения коленчатого вала, моментом детонации, составом отработавших газов, интенсивностью вихревого движения воздуха во впускной системе, атмосферными условиями и т. д.). Мы рассмотрим некоторые особенности первого пути.

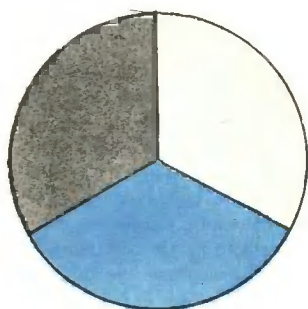
## КАК ПОВЫСИТЬ КПД ДВИГАТЕЛЯ?

Ранняя история транспортного двигателестроения — это последовательность шагов к созданию достаточно легкого и экономичного устройства, способного составить конкуренцию паровой машине. К концу XIX в., времени появления первых автомобилей, в паросиловой технике началось применение перегретого пара для повышения КПД машин, распространились установки высокого давления, некоторые мощностью более 1000 кВт. Это повышало их эффективность, но для передачи энергии к отдельным станкам требовались громоздкие трансмиссии. Конкурентоспособность небольших предприятий, не имевших возможности приобрести такие установки, падала. Поэтому потребность в легком источнике энергии малой мощности испытывал не только быстро развивающийся транспорт, но и многочисленный отряд мелких предпринимателей.

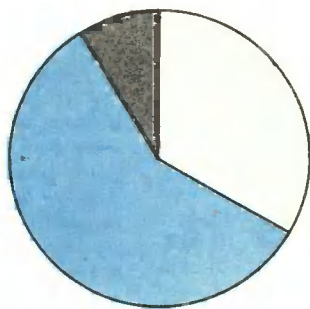
Таким новым источником энергии стал газовый двигатель внутреннего сгорания с принудительным зажиганием горючей смеси электрической искрой, созданный французским инженером Э. Ленуаром в 1860 г. Несмотря на то что КПД этого устройства был ниже, чем у паровой машины, — менее 3 %, — двигатель Ленуара начали производить во Франции и Англии. Но уже в 1867 г. на Парижской выставке был представлен двигатель Н. Отто и Э. Лангена, имевший четырехтактный рабочий цикл, который используется почти во всех современных автотракторных двигателях: всасывание горючей смеси, сжатие, сгорание и расширение, выброс отработавших газов. И хотя двигатель, изобретенный немецкими инженерами, работал на светильном газе — продукте сухой перегонки каменного угля, а первый бензиновый двигатель был создан в Германии Г. Даймлером лишь в 1886 г., в большинстве стран мира автомобильные двигатели с внешним смесеобразованием и принудительным зажиганием сейчас носят название, которое дал своему детищу Отто, — мотор.

В 90-х годах прошлого века известным немецким изобретателем Р. Дизелем была предпринята попытка осуществить «идеальный» цикл Карно. Она привела к неожиданному результату: созданию высокоэкономичного двигателя внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия, топливом для которого служат тяжелые фракции нефти. Все двигатели с внутренним смесеобразованием называют дизелями, хотя современный вид они приобрели в первые годы XX в. главным образом благодаря трудам русского инженера Г. В. Тринклера.





обычный двигатель



„адиабатный“ двигатель



Диаграммы теплового баланса двигателей разных типов. В современных автотракторных двигателях химическая энергия топлива лишь на 30—40 % превращается в полезную работу: часть энергии отводится системой охлаждения (низкотемпературное тепло), а часть уходит с отработавшими газами (высокотемпературное тепло). В «адиабатных» двигателях (с ограниченным отводом тепла), изготовленных из керамических материалов, доля полезной работы не возрастает, но вклады низко- и высокотемпературных потерь меняются.

#### Основные характеристики двигателей грузовых автомобилей

| Характеристики                                               | 1890—<br>1912 гг. | 1920—<br>1950 гг. | 1960—<br>1970 гг. | 1983—<br>1989 гг. | 2000 г.<br>(про-<br>гноз) |
|--------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|
| КПД                                                          | 0,26—<br>0,3      | 0,3—<br>0,33      | 0,3—<br>0,35      | 0,4—<br>0,45      | 0,50—<br>0,60             |
| Минимальный расход топлива на единицу мощности, г/кВт·ч      | 260—<br>300       | 240—<br>260       | 220—<br>240       | 190—<br>200       | 145—<br>170               |
| Масса на единицу мощности, кг/кВт                            | 15—<br>30         | 7—15              | 6—7               | 5—7               | 2—3                       |
| Пробег автомобиля до капитального ремонта двигателя, тыс. км | —                 | —                 | 350—<br>400       | 600—<br>800       | 1000—<br>1500             |
| Выброс вредных веществ, г/кВт·ч                              | —                 | —                 | 1,5               | 0,8               | 0,2                       |

Как же пытаются повысить экономичность двигателей сегодня? В соответствии с принципом Карно, эффективность любой тепловой машины определяется температурами нагревателя и холодильника. Теоретический КПД идеального теплового двигателя можно подсчитать по формуле Карно:

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Здесь  $T_1$  — температура нагревателя (горящей смеси),  $T_2$  — температура холодильника (она соответствует температуре выбрасываемых в атмосферу отработавших газов).

КПД двигателей внутреннего сгорания существенно выше КПД паровых машин за счет высокой температуры горящей смеси — 2200—2500 К. Однако температура отработавших газов также достаточно высока: в карбюраторных и газовых двигателях 900—1100 К, в дизелях разного типа от 700 до 1000 К. Поэтому в карбюраторных двигателях в полезную работу преобразуется не более 30 % химической энергии топлива, в дизельных — около 40 %. А остальная энергия? Часть ее поглощается жидкостью или воздухом системы охлаждения, другую часть составляет энергия отработавших газов. Кроме того, энергия отводится от двигателя в результате лучистого и конвективного теплообмена с окружающей средой. Две последние составляющие теплового баланса заметно меньше двух первых. В дальнейшем анализе мы условно отнесем все потери к теплоте, отводимой системой охлаждения (сравнительно низкопотенциальное, низкотемпературное тепло), или к теплоте, отдаваемой отработавшими газами окружающей среде (высокопотенциальное, высокотемпературное тепло).

В последние годы в литературе появилось много сведений о так называемых адиабатных двигателях (правильнее сказать, двигателях с ограниченным отводом тепла), выполненных из керамических материалов. В них первая составляющая потеря должна исчезнуть, так как керамические цилиндры, поршни и головки не нуждаются в системе охлаждения. Действительно, ряд японских и американских фирм опубликовали сооб-

<sup>1</sup> См., напр.: Лурье В. А., Мангушев В. А., Маркова И. В., Черняк Б. Я. // Итоги науки и техники. Сер. «Двигатели внутреннего сгорания». М., 1985. Т. 4. С. 105—115.

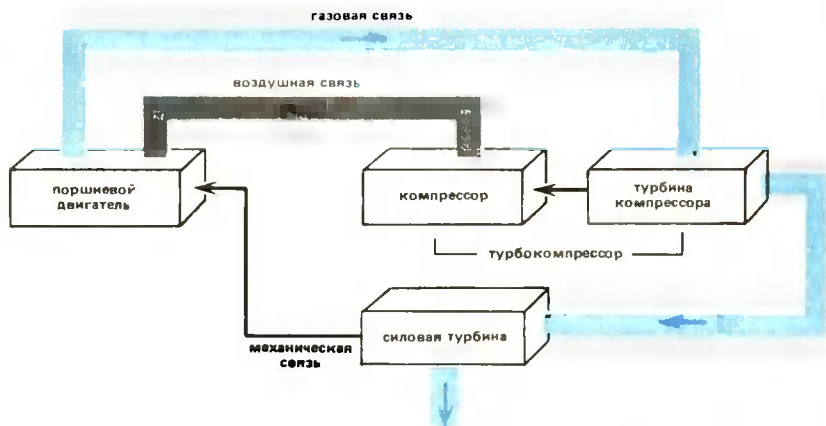


Схема комбинированного двигателя с силовой турбиной. Энергия выхлопных газов в таком устройстве используется двояко: для увеличения мощности двигателя за счет подачи в него воздуха под давлением и для прямого получения дополнительной механической мощности. Первую задачу решает турбокомпрессор, вторую — силовая турбина.

щения рекламного характера о создании образцов двигателей, основные узлы которых выполнены из керамики, и о том, что в ближайшие годы ожидается широкое применение в двигателестроении высокотемпературной керамики на основе карбидов и нитридов кремния, двуокиси циркония, корунда и других соединений. Применение таких материалов дает возможность поднять температуру газов в рабочем цилиндре, а отказ от системы охлаждения позволит также устранить потери мощности на привод водяного насоса и вентилятора. Однако одновременно при прочих равных условиях существенно повысится температура засасываемого воздуха и, главное, отработавших газов. Разумеется, уменьшится масса двигателя, упростится его эксплуатация, сократится потребление дефицитных металлов, но, как показывают результаты численного моделирования, КПД керамического двигателя, выполненного по традиционной схеме, практически не будет отличаться от КПД существующих двигателей — повышение температуры газа в цилиндрах не компенсирует повышения температуры отработавших газов. Произойдет лишь перераспределение потерь: уменьшится доля низкотемпературной части теплообмена и увеличится доля высокотемпературной, связанной с отработавшими газами. Правда, при этом содержание углеводородов в выхлопе уменьшится, а выбросы окислов азота и СО по меньшей мере не увеличатся.

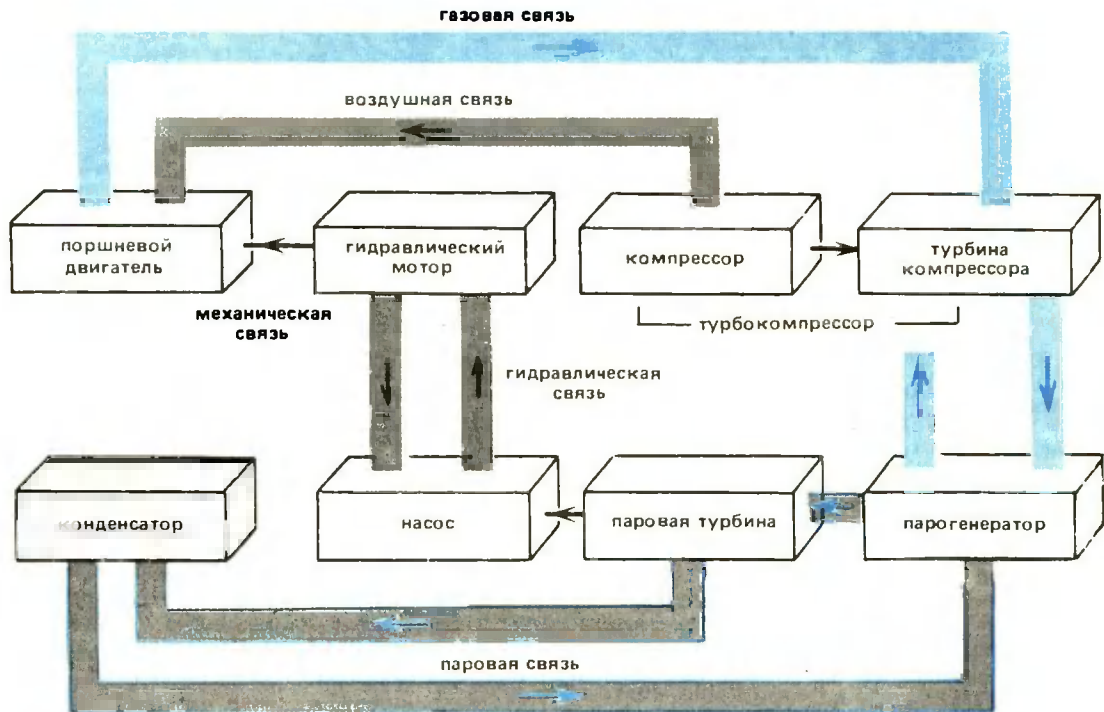
Из этого следует, что использование в качестве конструкционного материала высокотемпературной керамики только обостряет проблему утилизации энергии отработавших газов и приводит к идее создания комбинированного двигателя, содержащего помимо поршневой машины лопаточные — компрессоры и турбины — и обла-

дающего за счет этого более высокой эффективностью.

## ЭВОЛЮЦИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Идея комбинированного двигателя не нова, ибо связана с тем очевидным фактом, что давление отработавших газов в конце расширения и такте выпуска заметно превышает атмосферное. По всей вероятности, направить отработавшие газы поршневого двигателя к турбине, чтобы использовать эту разницу давлений, впервые предложил швейцарский инженер А. Бюхи в 1905 г.

Однако применение турбины не всегда полностью решает проблему утилизации энергии отработавших газов. Создавая сопротивление потоку газов в выпускной системе и затрудняя замену их воздухом, турбина, как правило, несколько ухудшает показатели рабочего процесса поршневого двигателя. Для устранения этого недостатка турбину можно использовать для привода компрессора, подающего воздух в цилиндры двигателя. Увеличение давления воздуха (так называемый наддув) не только улучшает газообмен, но и позволяет увеличить количество топлива, сжигаемого за цикл, и тем самым поднять мощность машины при сохранении прежних габаритов. Турбина и компрессор объединяются в один агрегат — турбокомпрессор. С 1918 г. поршневые двигатели с наддувом начали широко использоваться в авиации. Дизели же мощностью более 150 кВт вообще невыгодно проектировать без наддува. Коэффициент полезного действия комбинированного автотракторного дизеля с высоким давлением наддува (более 0,2 МПа) достигает 45 %. Работа двигателя с наддувом сопровождается воз-



растанием высокотемпературных потерь с отработавшими газами и уменьшением потерь с охлаждающей водой или воздухом, температура которых почти на порядок ниже.

Таким образом, применение наддува ведет к повышению энергии отработавших газов. Появляется возможность избыток ее, не нужный для привода компрессора, преобразовать в механическую энергию и передать любому другому потребителю (автомобильному кондиционеру, холодильнику, а иногда и прямо на вал основного двигателя). Обычно для этого используют еще одну турбину — силовую, не связанную с компрессором. Это так называемая турбокомпаундная схема комбинированного двигателя, которая в последние годы связывается с использованием керамики в двигателях<sup>2</sup>.

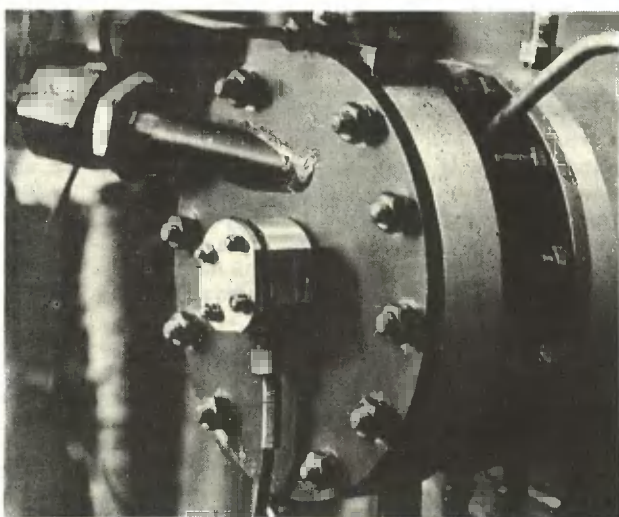
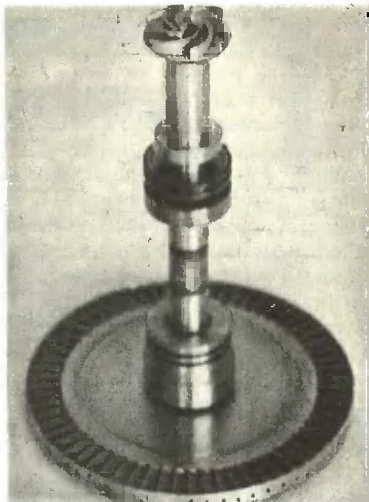
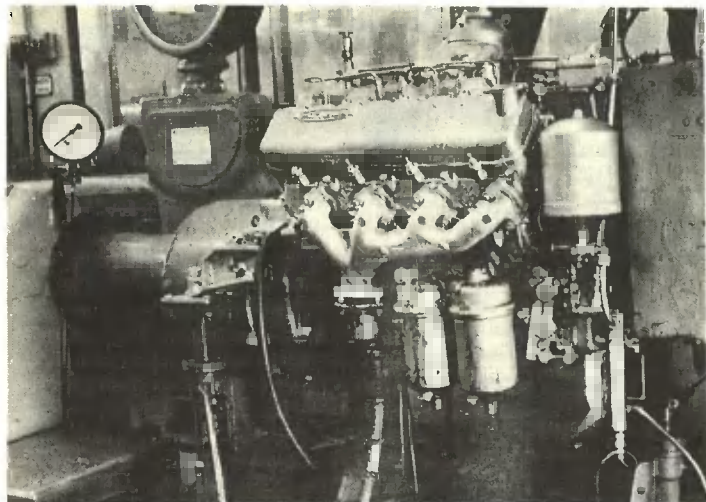
Последовательные видоизменения схемы турбокомпаундного комбинированного двигателя при увеличении степени наддува приводят в конце концов к качественному

Схема одного из первых комбинированных автомобильных двигателей с паровой турбиной (слева) и фото его макетного образца. Основное преимущество этой схемы, разработанной в Московском автомобильно-строительном институте, — наличие утилизационного контура (парогенератор — паровая турбина — конденсатор), работающего за счет теплоты выхлопных газов. Низкая температура конденсирующего пара позволяет резко увеличить долю утилизируемого тепла. Мощность паровой турбины передается на вал двигателя с помощью гидropередачи — насоса и гидравлического мотора. На фото видны основные элементы макета: 1 — серийный поршневой двигатель ЗИЛ-645; 2 — парогенератор; 3 — паровая турбина; 4 — ротор паровой турбины с рабочим колесом центробежного насоса.

скачку: переходу к системе лопаточных машин с поршневым генератором газа, впервые предложенной выдающимся русским теплотехником В. И. Гриневецким.

Следует отметить, что по своим механическим характеристикам керамические материалы больше подходят для машин с постоянным потоком рабочего тела (турбины, лопаточные компрессоры), где основные нагрузки квазистатические. В поршневых же машинах, напротив, этот поток пульсирует, и основные нагрузки носят ярко выраженный импульсный характер. Поэтому ясно, что создать керамический газотурбинный двигатель не сложнее, чем поршневой.

<sup>2</sup> Как показал А. В. Квасников, турбокомпаундную схему целесообразно использовать и в двигателях из традиционных материалов. Подробнее см.: Квасников А. В. Процессы и балансы в авиационных установках. М., 1948. С. 48—49.



2

3

Сейчас температура газа перед лопатками турбины ограничена свойствами металлов. Поэтому хотя в газотурбинном двигателе отработавшие газы и расширяются до атмосферного давления, его эффективность в настоящее время ниже, чем у поршневых. Применение же керамики позволит поднять температуру у входа в турбину до 1600—1700 К, а при такой температуре КПД автотракторного газотурбинного двигателя с подогревом воздуха перед камерой сгорания отработавшими газами будет на 15—20 % выше, чем у лучших дизелей. Кроме того, такой двигатель будет «всеядным» и сможет работать на дизельном топливе,

керосине, мазуте, метиловом спирте, горючих газах и т. д. Однако массовый выпуск газотурбинных двигателей из керамики потребует громадных капиталовложений для модернизации производства. К тому же применение керамики в двигателях внутреннего сгорания настолько усугубляет проблему утилизации энергии отработавших газов, что даже системы из поршневой машины, турбокомпрессора и силовой турбины (или нескольких силовых турбин) может оказаться недостаточно, чтобы полностью решить ее. И здесь должны прийти на помощь некоторые идеи С. Карно.

В книге «Размышления о движущей



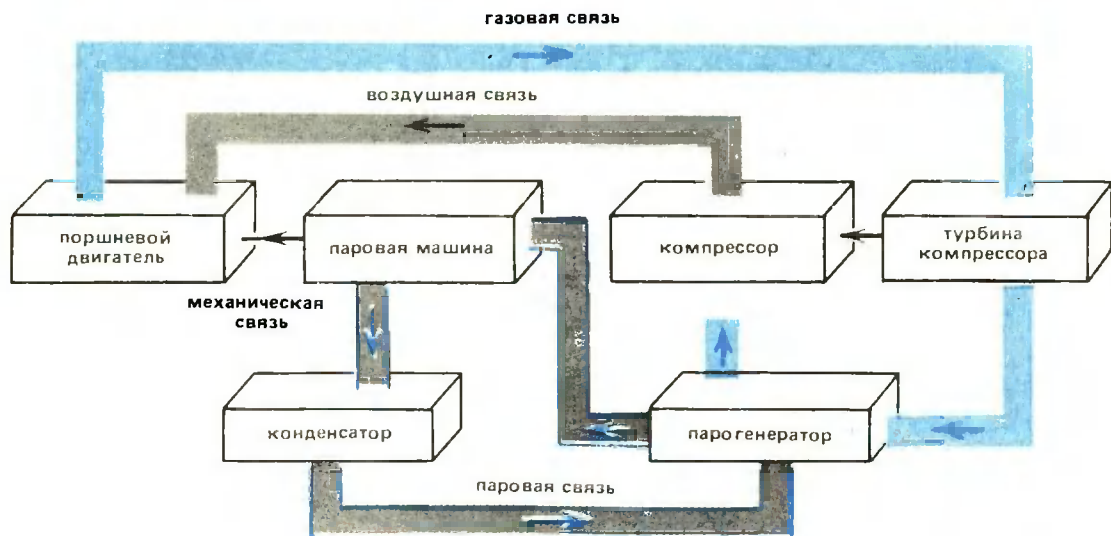


Схема комбинированного двигателя с паровой поршневой машиной. Эта схема позволяет передавать механическую мощность непосредственно на вал двигателя внутреннего сгорания, однако у паровой машины КПД меньше, чем у паровой турбины.

силе огня и о машинах, способных развивать эту силу» Карно писал о возможности построить эффективную тепловую машину, используя два рабочих тела: воздух, в который вводится топливо, и водяной пар. В этом случае отработавшие газы являются нагревателем для водяного пара и в соответствии с формулой Карно эффективность машины заметно возрастает, поскольку температура нагревателя остается по-прежнему высокой (это температура горячей смеси топлива с воздухом), а температура холодильника резко понижается (она соответствует температуре конденсации второго рабочего тела — пара).

Предложенный Карно бинарный цикл был реализован в середине XIX в. Дю Трембле, создавшим двухконтурную паровую машину. В первом контуре рабочим телом служил водяной пар, а во втором — пары эфира. Для стационарных агрегатов и судовых силовых установок увеличение массы и габаритов при подключении контура внешней утилизации не столь существенно, как увеличение КПД машины. Поэтому там бинарный цикл с генерацией пара за счет тепла выхлопных газов широко используется и дает заметный экономический эффект<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Незадолго до появления газотурбинных двигателей бинарный цикл предлагалось использовать и в авиации. Подробнее см.: Квасников А. В. Малые турбины комбинированных двигателей. М., 1953. С. 252—262.

## СОВРЕМЕННЫЕ СХЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ

Интерес к системам утилизации тепла в автотракторных двигателях заметно активизировался в начале 70-х годов в связи с проявлением первых признаков мирового энергетического кризиса. Максимальное количество патентов, относящихся к утилизации тепла в автотракторных двигателях, падает на 1979 г., с 1980 г. темп подачи заявок снижается. В то же время поток научно-технических статей по этому вопросу остается неизменным, причем наряду с теоретическими исследованиями описываются конкретные конструкторские решения и результаты экспериментов.

Работы по созданию автотракторных двигателей с системой утилизации ведут основные автомобильные фирмы мира. По наиболее оптимистичным оценкам, выпуск опытных двигателей нового поколения для грузовиков, магистральных автобусов и тракторов ожидается в 1990—1992 гг.

Для утилизации тепла в транспортных двигателях применяют паротурбинные и газотурбинные установки, двигатели внутреннего сгорания с нетрадиционными рабочими циклами, позволяющими расширять газ до атмосферного давления, паровые, поршневые и роторные машины, дополнительные цилиндры на горячем газе или паре, системы отопления, двигатель Стирлинга, установки с тепловыми насосами, подачу пара в проточную часть турбокомпрессора и т. д. Наиболее распространена комбинация поршневого двигателя внутреннего сгорания с турбокомпрессором для наддува, силовой турбиной и утилизационной па-



ровой турбиной<sup>4</sup>. В качестве рабочего тела используют воду, толуол, метиловый спирт, различные органические жидкости.

Рассмотрим подробнее применение этой схемы утилизации энергии к автотракторным двигателям мощностью 100—300 кВт.

Частота вращения коленчатого вала двигателя внутреннего сгорания составляет 2000—3000 об/мин, турбокомпрессора системы наддува — 60 000—90 000 об/мин. Оптимальная частота вращения силовой турбины будет лежать в тех же пределах, что и у турбокомпрессора. Таким образом, для передачи энергии турбины на коленчатый вал нужен редуктор с передаточным отношением 30—40, который должен иметь муфту обратного хода и гидравлическое звено, например гидромуфту, для демпфирования крутильных колебаний.

Температура газа на входе в парогенератор достигает 800—1000 К. Если рабочим телом служит водяной пар, на выходе она должна снижаться до 400—500 К.

Основное требование к схеме внешней утилизации — получение максимальной мощности. Поэтому давление пара перед турбиной должно быть как можно выше (реально достижимы давления порядка 10 МПа). В этом случае в паровом контуре оптимальна одноступенчатая турбина со сверхзвуковым течением газа (турбина Лаваля), причем расчетный режим ее работы реализуется на тех же частотах вращения, что и у силовой турбины<sup>5</sup>. Подобные турбины используются во многих областях для регулирования паровых энергетических установок и привода различных вспомогательных агрегатов. Эффективный КПД такой турбины в оптимальном режиме — 70—80 %.

Высокие частоты вращения силовой и паровой турбин ставят под сомнение надежную работу механической передачи. Поэтому было предложено использовать в системе утилизации чисто гидравлическую передачу из центробежного насоса и объемного гидравлического двигателя<sup>6</sup>.

КПД гидравлической передачи, определяемый в основном совершенством проточной части центробежного насоса, не превысит 80 % и будет несколько ниже, чем у механической (90—95 %). Зато наружный диаметр рабочего колеса центробежного насоса равен 30—50 мм, так что уменьшение КПД окупится выигрышем в массе и лучшими динамическими характеристиками: малые размеры и, как следствие, малые моменты инерции вращающихся элементов дают преимущества при нестационарных режимах работы, характерных для автотракторных двигателей. Схема двигателя с гидравлической передачей наиболее эффективна для транспортных средств с приводом к вспомогательным агрегатам, например комбайнов.

В описанной схеме утилизации энергии отработавших газов много чисто эвристических соображений, так что она вряд ли является оптимальной. Впрочем, оценка системы утилизации в первую очередь зависит от условий эксплуатации двигателя внутреннего сгорания. Скажем, силовые установки обрабатывающего посева трактора и автомобиля, совершающего дальние рейсы, будут находиться в разных условиях, и оптимальными для них могут оказаться различные схемы.

Эффективность паросилового контура для экономии топлива не вызывает сомнений. Что же касается суммарного экономического эффекта, то здесь ситуация сложнее: улучшение топливной экономичности связано с увеличением массы и стоимости двигателя. Поскольку цена машиностроительной керамики в настоящее время выше цены легированной стали, только рост цен на нефть или дальнейшее ужесточение экологических норм сделает более сложные схемы автотракторных двигателей конкурентоспособными с традиционными.

Для проведения детального экономического анализа пока не хватает точных исходных данных, однако оценки динамики нефтяного рынка позволяют считать, что после 2000 г. комбинированные двигатели с паровым контуром утилизации будут достаточно широко применяться в автомобилях и тракторах.

<sup>4</sup> Шейпак А. А. Утилизация энергии в автотракторных двигателях // Конструирование, технология, экономические исследования в автомобилестроении. М., 1987. С. 3—8.

<sup>5</sup> Шейпак А. А., Балдин В. П. // Автомоб. пром-сть. 1985. № 12. С. 12—14.

<sup>6</sup> Авторские свидетельства СССР № 1129399, 1267030 // Бюлл. изобр., открытый и тов. знаков. 1984. № 46; 1986. № 40.

# Древняя наука дыхания — в современном техническом воплощении

С. В. Гуськов,  
кандидат биологических наук  
Москва

**Д**РЕВНЕИНДИЙСКОЕ учение Йоги уходит в глубь веков более чем на 5 тыс. лет и включает в себя множество направлений, оставаясь целостной системой. Одно из важнейших — Пранаяма — умение управлять энергетическими резервами организма с помощью, в частности, специфических режимов дыхания. Согласно древнеиндийским трактатам, практикующий Пранаяму приобретает здоровье, долголетие и ряд удивительных свойств организма. Однако, как и в других древних науках и искусствах, изложенных сложным языком посвященных и для посвященных, многие постулаты учения и его исходные принципы изменились и даже утратились с течением времени. Установить принципы, лежащие в основе Пранаямы, выявить механизмы, активация которых при правильной организации дыхания дает желаемый эффект, — задача современной науки.

Анализ собственных и литературных данных позволил нам установить, объяснить с научных позиций и даже использовать в медицинской технике два важных принципа Пранаямы.

Ритмы дыхания и сердцебиения человека являются своего рода «биологическими часами», определяющими скорость многих жизненных процессов в организме и, в значительной мере, продолжительность жизни (первый принцип Пранаямы). В работах советских и зарубежных исследователей показано, что ритмы дыхания и сердцебиения прослеживаются

в активности нейронов мозга, модулируют работу многих органов и систем. Данные сравнительной физиологии свидетельствуют о том, что между средними частотами дыхания и сердцебиения, с одной стороны, и средней продолжительностью жизни у животных разных видов, с другой существует выраженная обратная зависимость<sup>1</sup>. Проще говоря, чем реже ритмы дыхания и сердцебиения, тем индивид дольше живет. Напрашивается ясный практический вывод.

Однако искусственное снижение частот этих ритмов чревато кислородным голоданием организма. Следовательно, в основе дыхательных приемов Пранаямы должен лежать какой-то второй принцип и реализующий его механизм, дополняющий первый и компенсирующий его нежелательный эффект. Такой принцип выявлен нами при анализе физиологических эффектов различных по исполнению дыхательных упражнений йогов, и заключается он в усилении естественной или введенной искусственной синхронизации ритмов сердцебиения и дыхания (второй принцип Пранаямы).

В последние десятилетия физиологами изучены явления естественной согласованности этих ритмов в организме: сердечно-дыхательный синхронизм; респираторно-гемодинамическое вовлечение; дыхательно-сердечная синхронизация. Вряд ли можно считать случайным

совпадением то, что различные приемы дахания йогов обеспечивают комплекс именно тех условий, при которых проявляются или усиливаются эти явления согласованности сердечной и дыхательной ритмики. Например, при дыхании с частотой более 100 в мин (Капалабхати- и Бхастрика-пранаямы) проявляется дыхательно-сердечная синхронизация<sup>2</sup>. Усиление сердечно-дыхательного синхронизма возникает при сужении отверстия вдоха, а также при повышении сопротивления выдоху<sup>3</sup> (у йогов — вдыхание через одну ноздрю и выдыхание через одну ноздрю или сжатые губы). При редком дыхании (4—6 в мин) наблюдается резонансное усиление «волн» частоты сердцебиения и «волн» артериального давления<sup>4</sup>. Наконец, при более редком дыхании с задержками на вдохе и выдохе, как учит Пранаяма, нужно регламентировать длительность фаз дыхания заданным числом Матр (сердцебиений), т. е. искусственно кардиосинхронизировать режим дыхания.

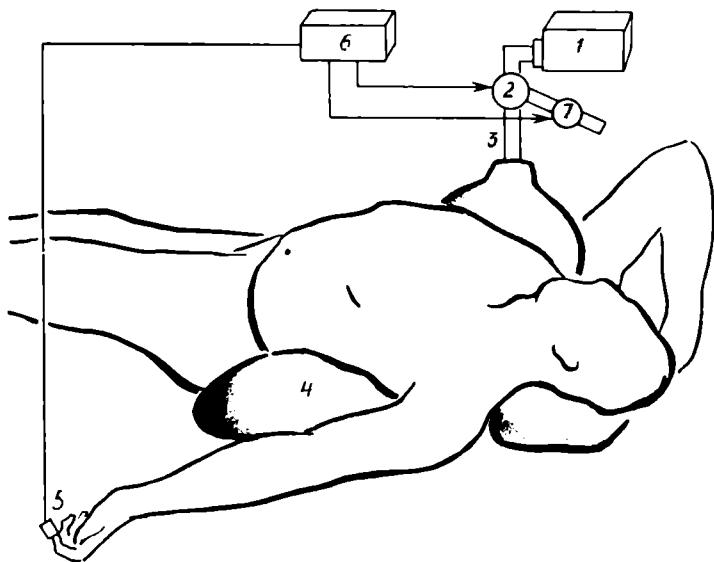
Что же дает синхронизация дыхательного и сердечного ритмов? Нами показано, что степень синхронности этих ритмов определяет эффективность использования кислорода организ-

<sup>1</sup> Туев В. А. // Йога: проблемы здоровья и самосовершенствование человека (Матер. Всес. конф.). Ч. 2. М., 1989. С. 40—43.

<sup>2</sup> Покровский В. М., Абуш-кович В. Г., Дашковский А. И., Шапиро С. // Доклады АН СССР. 1985. Т. 283. № 3. С. 738—740.

<sup>3</sup> Кузьменко В. А., Бадак-ва А. М., Сыркина И. М. // Физиол. человека. 1980. Т. 6. № 5. С. 936—939.

<sup>4</sup> Kitzney R. J. // J. Physiol (Gr. Brit.). 1977. Vol. 270. № 1. P. 40—41.



Устройство для формирования оздоровительного дыхания. Сжатый газ от источника (1), проходя через электроуправляемый впускной клапан (2) на магистраль (3), раздувает баллон (4) для формирования вдоха. Выдох пассивный — при опорожнении баллона. Кардиосигналы от датчика (5) подсчитываются электронным блоком (6), который по запрограммированной числам кардиоциклов дыхательной «формуле» управляет выпускным (7) и впускным клапанами, определяя длительность всех фаз дыхания.

мом из вдыхаемого воздуха<sup>5</sup>. При ряде воздействий, в различных состояниях человека выявлена высокая (+0,9) корреляция, а также причинно-следственная связь между изменением синхронности ритмов сердца и дыхания (не зависимость от средней частоты одного и другого) и изменением коэффициента использования кислорода (КИ  $O_2$ ).

<sup>5</sup>Гуськов С. В. Исследование взаимодействия эффекторов функциональной системы обеспечения кислородом организма человека. Автореф. дисс. М., 1988.

Знали ли древние создатели Пранаямы о том, что при редком дыхании и сердцебиении экономятся кардиореспираторные энергозатраты на поддержание жизнедеятельности организма, тормозятся «биологические часы», причем без кислородного голодания тканей, если обеспечивается также повышенная синхронность указанных ритмов и, вместе с ней, эффективность использования кислорода? Судить об этом трудно. Однако есть факты, подтвержденные в наших экспериментах, когда редкое (4—6 в мин) дыхание с задержками на вдохе и выдохе, регулируемое и синхронизируемое самим испытуемым по пульсу, сопровождалось снижением частоты сердцебиений и интенсивности вентиляции легких с одновременным возрастанием КИ  $O_2$ . При еще более редком дыхании (3—4 в мин), прогрессирующее уменьшение вентиляции легких уже не компенсировалось должным возрастанием КИ  $O_2$ . Потребление кислорода организмом при этом снижалось, хотя ни объективных гемодинамических признаков, ни субъективных

ощущений гипоксии у испытуемых не отмечалось.

С учетом всего изложенного нами под руководством А. Н. Медеянского разработаны способ и автоматическое устройство (теперь уже класс устройств) формирования вспомогательного оздоровительного дыхания по принципам Пранаямы (а. с. № 1500 303). Аппарат такого типа позволяет физиологично навязать лежащему человеку запрограммированный ритм и адекватную глубину дыхания с помощью периодически раздуваемого газом эластичного баллона, помещенного под спину. В качестве оптимального для нетренированного пациента режима (ритма) дыхания была определена пропорция: вдох — 4, задержка — 2, выдох — 6, задержка — 2 кардиоциклов, что обеспечивает частоту дыхания 4—6 в мин.

Многочисленные исследования с применением (в течение 15—20 мин) устройства в этом режиме на здоровых испытуемых разного пола 15—35 лет показали его оптимизирующее влияние на дыхание, кровообращение и газообмен организма, сходное с эффектами произвольно управляемого редкого кардиосинхронизированного дыхания по принципам Йоги (в частности, повышение КИ  $O_2$  и интегрального показателя эффективности кардиореспираторной функции)<sup>6</sup>.

В настоящее время проводятся подготовка к серийному выпуску первого образца подобных устройств и исследования по их медико-техническому усовершенствованию: предусматривается также возможность удлинения цикла и фаз изучаемого дыхания для получения в будущем тренирующего эффекта данной методики.

<sup>6</sup>Гуськов С. В., Селезнев В. И., Бурыкин О. Е. // Физиол. человека. 1987. Т. 13. № 5. С. 819—825.

## ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ИДЕИ С.В.МЕЙЕНА



Сергей Викторович Мейен. 17.XII 1935—30.III 1987.

Деятельность Сергея Викторовича Мейена — выдающегося палеоботаника и стратиграфа, популяризатора науки, автора «Природы» заслуживает особого внимания, несмотря на то что главная сфера его профессиональных интересов — палеоботаника — лежит, на первый взгляд, далеко от тех направлений современной науки, которые принято называть магистральными.

Жизнь Мейена также небогата внешними событиями. Он родился в 1935 г в Москве, в 1958 г. закончил геологический факультет МГУ и поступил в Геологический институт АН СССР, где и проработал до конца своей жизни, пройдя путь от старшего лаборанта до заведующего лабораторией палеофлористики. В 1964 г. защитил кандидатскую диссертацию, а в 1969 — докторскую. В 1975 г. был генеральным секретарем VIII Международного конгресса по геологии и стратиграфии карбона, а в 1978 г. избран вице-президентом Международной организации палеоботаники [IOP]. Умер Мейен 30 марта 1987 г. после тяжелой и долгой болезни, находясь в расцвете творческих сил, полный замыслов. До последних дней продолжал работать, преодолевая физические страдания. В 1989 г. Мейену присвоена Государственная премия СССР за труд «Основы палеоботаники», опубликованный за несколько месяцев до его смерти.

Жизнь Мейена — яркий пример того, как много может дать человеческой культуре ученый, беззаветно преданный своему делу. Его высочайшему научному профессионализму, признанному во всем мире, была органически чужда какая-либо замкнутость или ограниченность. Этот профессионализм не исключал, а, наоборот, подразумевал глубокое знание и творческое осмысление фактов и идей из множества областей, как смежных с палеоботаникой, так и, казалось бы, весьма далеких от нее, и со своей стороны сам обогащал эти области новыми фактами и идеями. В сферу его интересов входили теория стратиграфии и теория эволюции, этика и методология науки, философия. Огромное научное наследие, оставленное им в виде законченных и незаконченных статей и монографий, на многом еще ждет своей оценки, осмысления его творческого пути в целом, его самого как личности, чрезвычайно богатой духовно и потому особенно интересной.

Знакомя читателей с этой многогранной личностью, мы публикуем статью одного из учеников и сотрудников Мейена, посвященную эволюции его общетеоретических взглядов, а также отрывки из его переписки с известным биологом А. А. Любищевым, которого Мейен считал своим учителем.

# Синтез или противоречие?

А. В. Гоманьков,

кандидат геолого-минералогических наук  
Геологический институт АН СССР  
Москва

**ДУМАТЬ** и писать о живом человеке — дело сомнительное не только с познавательной, но и с этической точки зрения. Каждый живой человек — тайна, требующая уважения к себе. Мы такие же люди, как он, и потому никогда не можем полностью вместить его в свое сознание. Несмотря на все ограничивающие условия среды, человек остается существенно свободным в выборе своих действий, и в тот самый момент, когда мы высказываем о нем какое-то суждение, он может совершить нечто, зачеркивающее не только это суждение, но и вообще все наши прежние представления о нем. Ни об одном живом человеке нельзя сказать с определенностью, кто он или какой он. И только когда жизненный путь его закончен, когда человек сказал и сделал **все**, ему предначертанное, мы можем попытаться понять, кем и каким он **был**, понять (а скорее лишь смоделировать) скрытую структуру его личности, определявшую его действия в тех или иных ситуациях.

Настоящие заметки представляют собой робкую попытку такого рода в отношении Сергея Викторовича Мейена. И стоит ли удивляться, что в них пока больше вопросов, чем ответов?

Следует оговориться также, что все изложенные идеи принадлежат самому Мейену. Автор статьи ставил перед собой историческую задачу: в меру своего понимания и по возможности кратко описать тот путь напряженного поиска истины, который был пройден Мейеном. Со многими из этих идей можно (а с некоторыми, думается, и должно) не соглашаться, но добросовестный историк не может их игнорировать, он должен понять и оценить ту роль, которую они сыграли в жизни и творчестве ученого.

«В большей или меньшей мере мы все подвержены духу противоречия. В школьные и студенческие годы этот дух заставлял меня

сопротивляться господствовавшему тогда в официальной биологии лысенкоизму. Гонимые всегда вызывают симпатии. Правда, мы не всегда помним (или не всегда знаем), что гонимые сегодня были гонителями вчера, и поэтому тот же дух противоречия может направить мысль еще в какую-то сторону. Но об этой неведомой стороне я узнал не сразу. И только когда правоверные дарвинисты стали брать верх и были допущены (сперва на коалиционных началах) в биологические правящие круги, я узнал, что у них есть идейные враги пострашнее Лысенко. Этот был врагом более политическим, а не идейным. Короче говоря, в руки мне попала книга Берга „Номогенез“<sup>1</sup>. Странная университетской профессуры, заботливо охраняющей студентов от всяческой антидарвинистской скверны, я представления не имел о номогенезе, а те антидарвинисты, о которых нам говорили, казались жалкими тупицами. Книга Берга реабилитировала в моих глазах, может быть, не столько антидарвинизм, сколько антидарвинистов. Я понял, что их работы имеет смысл читать. С этого все началось. Не буду излагать последующую историю. Скажу только, что я тщательно штудировал выдающихся дарвинистов и во многом соглашался с ними, но раз поселившееся чувство настороженности больше меня не покидало. Я раз и навсегда понял, что все это — еще не истина, а всего лишь одна из возможных точек зрения, хотя бы и весьма правдоподобная. Далее был период полного отрицания дарвинизма и даже некоторого легкомысленного отношения к нему. И только в последние годы я стал осознавать в общем-то тривиальную истину (ее особенно любил подчеркивать Любищев), что наука развивается не путем накопления истин в последней инстанции, а путем смены постулатов, причем старые постулаты возвращаются на повышенном основании. Раз так, то мы получаем право полностью отка-

<sup>1</sup> Берг Л. С. (1876—1950) — советский физикогеограф и биолог, академик. Книга: Номогенез или эволюция на основе закономерностей. М., 1922.



заться от дарвинистских постулатов только в том случае, если они нацело ложны, не содержат даже малой доли истины. Так далеко мое негативное отношение к дарвинизму не простиралось, и я понял, что отныне моя задача — совместить селекционистскую и номогенетическую доктрины... Первые результаты изложения в статьях в „Ботан. Ревью“ и „Журн. общ. биол.“<sup>2</sup>.

Это слова из письма Мейена, написанного в 1974 г. автору настоящей статьи. Дух противоречия, дух бунтарства действительно был очень силен в нем. Общепринятые взгляды не могут быть истинными, говорил он, ибо всеобщее признание опошляет и примитивизирует любую идею.

Случай с дарвинизмом — не единственный в его жизни. В конце 60-х годов он также выступил в защиту «гонимой» тогда гипотезы дрейфа континентов, собрав обширный материал по географии ископаемых растений, свидетельствующий в пользу этой гипотезы.

Но вместе с тем им был провозглашен принцип сочувствия как основополагающий принцип научной гносеологии и этики<sup>3</sup>. Большинство выдвигавшихся в прошлом и выдвигаемых ныне научных теорий в основе своей имеют не строгие логические конструкции, а некие интуитивные озарения. Автор новой идеи, как правило, лишь интуитивно чувствует ее оправданность. Поэтому полностью понять такую идею можно только проявив «со-интуицию» или «со-чувствие» со своей стороны. Надо мысленно поставить себя на его место, суметь увидеть его факты его глазами. Только такое отношение к чужому мнению оказывается действительно гуманным и одновременно эффективным в приближении к истине. Отказ от него приводит либо к ненаучным и неэтичным методам подавления оппонента, либо к повторению одних и тех же аргументов в бесконечном и бессмысленном споре.

Как уживались два столь противоположных начала (дух противоречия и принцип сочувствия) в одном человеке? Или же дух противоречия был столь силен в нем, что заставлял его противоречить даже самому себе? Недаром он любил повторять историю о Сократе, который глубоко возмутился, когда узнал, что один из его учеников хочет зафиксировать его мысли в письменной форме.

Но вернемся к селекционизму и номогенезу. Сущность концепции Мейена, примиряющей, по его мнению, эти две враждующие эволюционные теории, заключается, грубо говоря, в следующем. Морфология организмов есть вполне самостоятельная наука, не сводящаяся ни к физиологии, ни к экологии, ни к генетике, ни к молекулярной биологии, ни к другой дисциплине. Конечно, это не означает, что она никак с ними не связана, но связи эти всегда многозначны. Так, например, в случае с физиологией можно отметить, что каждый орган полифункционален, а каждая функция выполняется не одним органом, в случае с генетикой можно указать на хорошо известные явления полигении и плейотропного (множественного) действия генов и т. д. Эта неоднозначность соответствий, собственно, и обуславливает самостоятельность морфологии как науки, существование особых, чисто морфологических законов, не выводимых из каких-либо других. Каждый такой закон соответствует не одной какой-нибудь органической форме, а множеству форм; он есть общая формула преобразования, позволяющая переходить от одной формы к другой. Эти законы создают структуру пространства признаков. Реальное же распределение организмов в этом пространстве и изменение его во времени случайно — оно есть результат действия случайных мутаций и отбора. Однако изначальная структурированность пространства признаков накладывает на этот случайный процесс определенные ограничения, придавая ему тем самым черты закономерности, или направленности. Таким образом, непосредственные движущие силы самого процесса эволюции понимались Мейеном вполне в духе селекционизма. От теории же номогенеза им были взяты представления об изначальной закономерности (хотя бы и частичной) этого процесса, обусловленной самостоятельными морфологическими законами.

Хотя сам Мейен говорил об этой концепции как о синтезе, возникшем *после* пренебрежительного отношения к дарвинизму, в целом в ней, конечно, гораздо больше номогенеза, чем селекционизма (ограниченную роль отбора в процессе эволюции признавали и А. А. Любищев, и Л. С. Берг — основоположник теории номогенеза). И далеко не все сторонники селекционизма восприняли эту концепцию «спокойно или даже с одобрением»; многие

<sup>2</sup> Мейен С. В. // *Botan. Rev.* 1973. Vol. 139. № 3. P. 205—260; Он же. // *Журн. общ. биол.* 1974. Т. XXXV. № 3. С. 353—364.

<sup>3</sup> Мейен С. Принцип сочувствия // *Пути в неизвестное*. Писатели рассказывают о науке. Сб. 13-й. М., 1977.

<sup>4</sup> См., напр.: Яценко-Хмелевский А. А. Предначертана ли эволюция? // *Природа*. 1974. № 8. С. 58—65.

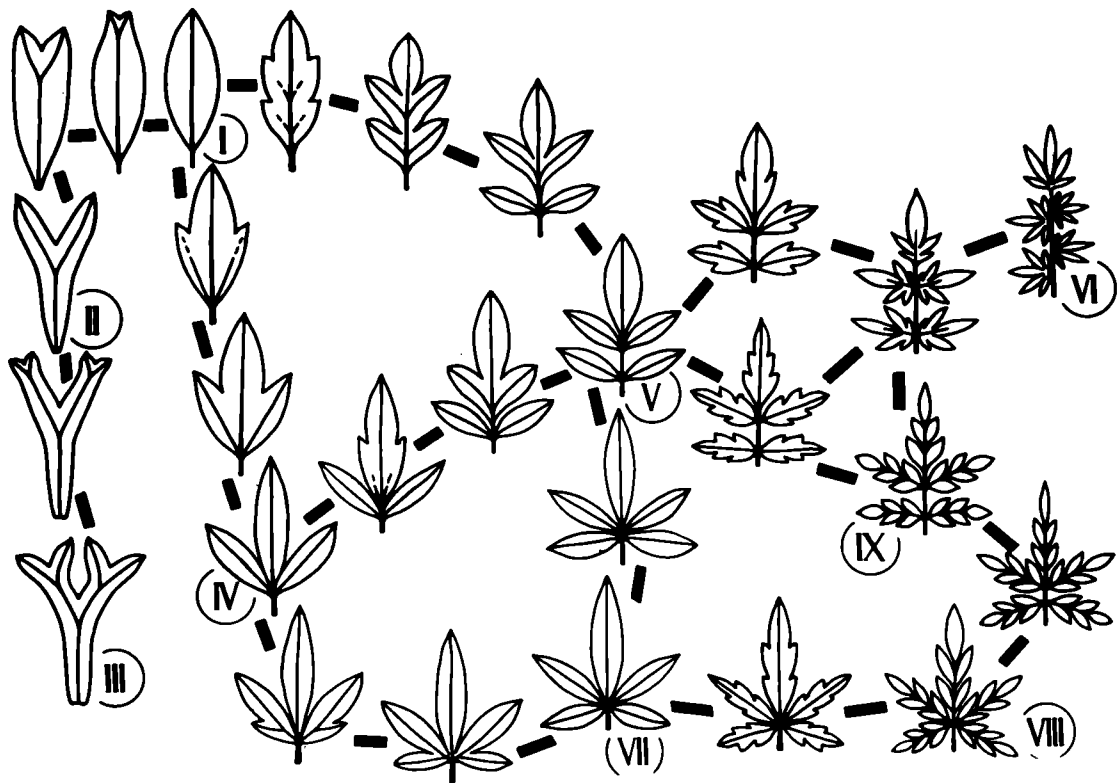


Схема расчленения листьев и листовидных органов (по Мейену С. В.), иллюстрирующая возможные пути эволюции.

безоговорочно причислили ее автора к номогенетикам<sup>4</sup>. Характерно, что в устных разговорах того времени он с большим уважением отзывался об «антидарвинистах» и пренебрежительно — о «дарвинистах». Причина такого «номогенетического крена» видится нам не в том, что С. В. Мейен не сумел примирить теоретические противоречия двух ведущих эволюционных концепций, а в том, что противоречия эти — не просто теоретические. Селекционизм и номогенез — два разных подхода к миру живого, разных видения этого мира.

Селекционизм — идеология эмпириков; тех, кто любит детали и подробности; тех, кто стремится познать каждое явление во всей его полноте и потому — уникальности. Отсюда — любовь селекционистов к проблеме происхождения, т. е. к истории с ее прихотливыми извивами и непредсказуемыми результатами. История всегда конкретна и уникальна.

Напротив, номогенез — концепция по преимуществу теоретическая. Для номогенетика главное — ухватить закон, нечто об-

щее, объединяющее частности и превращающее пестрый хаотический мир в стройную логичную Систему. Главное для него — идеальное пространство признаков, а конкретные пути, которые выбирает в нем реальная природа, не имеют особого значения. Эти общие представления о пространстве признаков, в принципе, могут быть приложены к процессу эволюции, и тогда мы получим учение о закономерной, направленной эволюции, но изначально данная концепция должна мыслиться как более общая по отношению к теории эволюции, включающая в себя теорию эволюции (направленной) как частный случай. Л. С. Берг назвал свою концепцию номогенезом, т. е. «закономерным порождением», и применял ее главным образом к процессу эволюции, так как в его время именно эволюция была тем центром, вокруг которого шло обсуждение практически всех проблем теоретической биологии. Однако уже А. А. Любищев (а вслед за ним и Мейен) предпочитал пользоваться термином «номотетика», не ориентированным исключительно на историю. Поэтому было бы, вероятно, правильнее весь тот круг идей, о котором идет речь, обозначать словом «номотетизм», оставив наименование «номогенез» за уче-

нием самого Берга. Мы, однако, называем этот круг идей номогенезом, следуя общей традиции и памятуя при этом о неполной корректности такого словоупотребления.

Оба упомянутых начала — эмпиризм и рационализм — в Мейене были сильны. Он не раз говорил, что любимое его занятие — разбирать «балки», т. е. массу мелких (площадью в 2—3 мм<sup>2</sup>) органических остатков, выделяющихся при растворении в кислоте крупного блока содержащей их горной породы. Он преклонялся перед Гете — подлинным натуралистом, стремившимся постичь природу «как она есть», во всей ее конкретности, со всеми деталями, и сетовал, что этот дух «натурализма» XIX в. быстро выветривается из современной науки. Для него подлинным счастьем было разобраться в структуре какого-нибудь ископаемого растения, и чем сложнее была структура, чем более тонкую (а иногда прямо-таки ювелирную) технику приходилось применять для ее расшифровки, тем больше радости доставляла ему такая работа. Но и разум его, поистине титанический, не хотел бездействовать. Он стремился объяснять, систематизировать, упорядочивать, и на том начальном этапе он победил: общая теория Мейена в том виде, как она изложена выше, носит явно умозрительный, дедуктивный характер, она возникает как следствие некоторых рациональных предпосылок, а не как обобщение наблюдавшихся фактов. Конечно, Мейен привлекал конкретные данные палеоботаники для подтверждения своих теоретических построений<sup>5</sup>. Но все это выглядит лишь как иллюстрации, подобранные к уже готовой концепции. Сама же концепция, по его собственному признанию, имеет «книжное», теоретическое происхождение. Характерно в общем негативное его отношение к филогении и филогенетике в тот период. Геологическая летопись кажется ему слишком фрагментарной, чтобы проследить конкретные пути эволюции растений. К тому же, у нас нет надежного инструмента, чтобы отличить унаследованное от возникшего независимо, вне всякой связи с кровным родством. Да и так ли это важно знать — кто от кого и как произошел?

Новый поворот его мыслей дала совершенно иная область науки — теория стратиграфии. Само название этой дисциплины

указывает на то, что она носит достаточно отвлеченный характер, хотя и возникла из сугубо практических нужд. Обращение к теории, однако, не спасло стратиграфию от «дискуссионного потопа»: разногласия (теперь уже в области теории) продолжали расти как снежный ком, и надежд, что стратиграфам удастся прийти к разумному соглашению, становилось все меньше<sup>6</sup>. В этих условиях попытка дать исчерпывающий анализ теоретических основ стратиграфии, распутать ставший уже колоссальным клубок противоречий, все «разложить по полочкам» представляется поистине героической. И вместе с тем теоретическая конструкция С. В. Мейена поражает своей стройностью и законченностью.

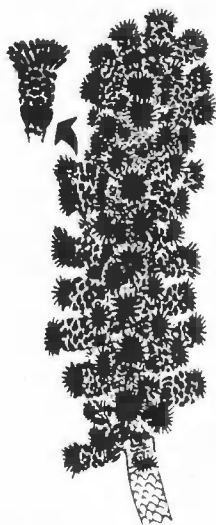
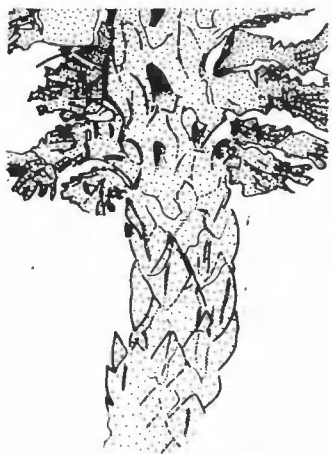
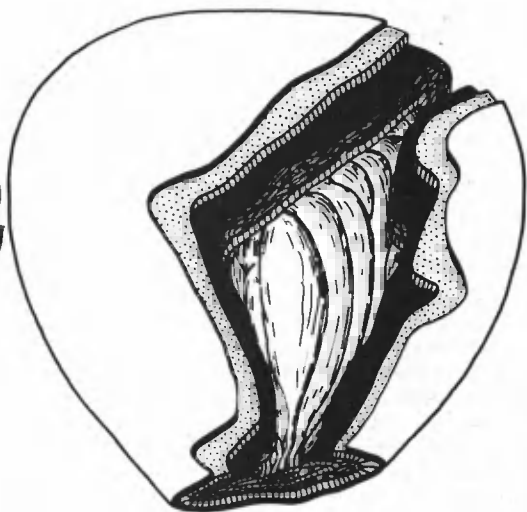
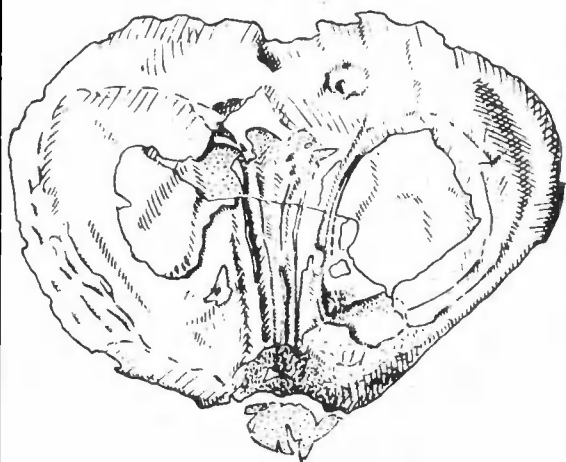
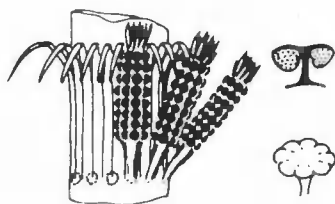
В основу стратиграфии он кладет три принципа: принцип Стенона, принцип Гексли и принцип хронологической взаимозаменяемости признаков (последний впервые сформулирован самим Мейеном и по аналогии с двумя первыми его с полным правом можно назвать принципом Мейена)<sup>7</sup>. Принцип Стенона гласит, что при ненарушенном залегании геологических слоев более молодые слои лежат выше древних, т. е. возраст осадочных пород меняется в направлении силы тяжести. Этот принцип позволяет расчленить разрез — выявить в нем изохронные поверхности или стратиграфические границы, которые разделяют стратиграфические подразделения (стратомеры), следующие друг за другом в хронологическом порядке. Принцип Гексли гласит, что две границы в двух разрезах должны считаться изохронными, если изменение какого-либо стратиграфического признака (или нескольких признаков) на них одинаково. Этот принцип позволяет сопоставить два разреза — выяснить, какие границы и какие стратомеры в этих разрезах соответствуют друг

<sup>6</sup> Он же. Спорные вопросы теории стратиграфии // Природа. 1974. № 12. С. 16—22.

<sup>7</sup> Он же. Введение в теорию стратиграфии. М., 1974. Депонировано в ВИНТИ (№ 1749-74 деп.).

Органы размножения палеозойских растений, изученные С. В. Мейеном. Слева — зарисовки конкретных экземпляров, справа — их реконструкции. Вверху — членистостебельное *Sandersonia matura*: фертильные ветки несут мутовки грибообразных спорангиофоров (на реконструкции дополнительно показан внешний вид и разрез спорангиофора); в центре — голосеменное *Cardiolepis piniformis*: капсула с заключенными в ней семенами; внизу — хвойное *Timapanostrobus muravievii*: шишка с боковыми побегами, несущими семена, и стерильные чешуи на верхушке. Рисунки С. В. Мейена.

<sup>5</sup> См., напр.: Мейен С. В. Современная палеоботаника и эволюционная теория // Природа. 1971. № 2. С. 48—57.



другу по времени образования. Принцип Мейена позволяет перейти от сопоставления двух к сопоставлению трех и большего числа разрезов. Он гласит, что синхронность не зависит от тех признаков, по которым она установлена, т. е. обладает свойством транзитивности: если синхронность стратомер А и В была установлена по признаку (или комплексу признаков) Х, а синхронность стратомер В и С — по другому признаку (или комплексу признаков) У, то стратомеры А и С тоже синхронны друг другу, даже в том случае, если никаких общих признаков между ними найти не удастся.

Хотя сами по себе перечисленные принципы могут показаться тривиальными и общеизвестными истинами и подавляющее большинство стратиграфов действительно знает и использует их (осознанно или неосознанно) в своей практической работе, Мейену удалось установить их фундаментальную роль в структуре стратиграфической теории и показать, что из этих трех принципов можно вывести **всю стратиграфию** и при этом разрешаются прежде существовавшие противоречия, которые казались неразрешимыми.

И, однако, это «торжество разума» оказалось, неполным. Голоса о полной формализации стратиграфии раздавались уже давно. Предлагались строго формальные определения многих стратиграфических понятий и процедур: расчленения и сопоставления, согласного и несогласного залегания слоев, руководящих ископаемых и т. д. И конечно же, такое понятие, как происхождение (тех или иных геологических тел, горных пород, минералов, ископаемых организмов и вообще любых объектов, с которыми приходится иметь дело стратиграфу), оказалось неформализуемым — упорно сопротивлялось всем попыткам строго его определить. Поэтому понятия происхождения и даже времени стали рассматриваться как неуместные в теории стратиграфии. «Долой генетические гипотезы, наука должна строиться на реально наблюдаемых фактах, и только их надлежит учитывать при построении теории стратиграфии!» — таков был лозунг формалистической школы. Мейен не пошел по этому пути. Может быть, дух противоречия снова сыграл свою роль и склонил чашу весов в пользу эмпиризма с его любовью к истории, а может быть (и это более вероятно), перед глазами Мейена уже был печальный опыт теории классификации. Недаром слово «мерономия» впервые появляется в его «Введении в теорию стратиграфии»<sup>8</sup>.

Теория классификации достаточно детально разработана в рамках формальной логики, и, однако, эта формальная теория не может помочь в решении ни одной практической классификационной проблемы (он знал это по опыту палеоботаника). Почему? Потому что она берет в качестве готового и далее не обсуждаемого понятие признака. А именно с признаками и возникает больше всего проблем в практической таксономии. Поэтому нужна особая наука о признаках, или о расчленении объектов, — мерономия. Но признаки объекта существуют в нем не каждый сам по себе, они связаны в единую систему — архетип, или план строения. С другой стороны, архетип объекта определяется лишь через таксономическое положение этого объекта, поскольку классификация никогда не начинается с «нуля»: всякий объект изначально мыслится как принадлежащий к определенному классу (хотя бы и очень широкому), который характеризуется определенным архетипом. Так, таксономия и мерономия оказываются взаимодополнительными дисциплинами, неразрывно связанными друг с другом (их синтез называется типологией). И в этой их взаимосвязи, взаимообусловленности — неискоренимое зерно эмпиризма, не поддающееся никакой формализации!

Примерно то же самое имеет место в теории стратиграфии. Первый же ее принцип — принцип Стенона — апеллирует к таким понятиям, как генезис (осадочная горная порода) и ненарушенное залегание слоев, и исключить эти понятия из теории не удастся. А в случае, когда возникают противоречия в сопоставлении разрезов, основанные на использовании разных признаков, мы отдаем предпочтение тем признакам, которые с позиций наших бытовых представлений о времени должны быстрее распространяться в пространстве (например, планктонным и нектонным организмам перед бентосными, а прослоям вулканического пепла, являющимися следами одного извержения, перед планктонными и нектонными организмами).

Конкретную историю, оказывается, принципиально невозможно изгнать из любой естественной науки, и из палеонтологии — в особенности. Разум и здесь пытается настаивать на своих правах: Мейен пи-

<sup>8</sup> Заметим попутно, что хотя всю стратиграфию нельзя, конечно, рассматривать как частный случай классификации, это не исключает применения в ней общей теории классификации, точно так же, как применение в ней, например, физических методов не превращает ее в один из разделов физики.



шет статью о принципах исторических реконструкций<sup>9</sup>. По сравнению с теорией стратиграфии в ней можно увидеть дальнейший шаг по пути от формализованных абстракций к живой реальности и практической деятельности. Само число принципов (их 9: четыре общенаучных и пять специфических лишь для исторических реконструкций) кажется очень большим и непривычным для «чистого» разума. Ни о какой формализации здесь не может быть и речи: повсюду царит дуалистическая (меромия+таксономия) и «антиформализованная» типология; все принципы сцеплены друг с другом — друг друга определяют, друг от друга зависят. Ничего не говорится о том, в каких случаях какие принципы следует применять и как уберечься от ошибок. Это уже не свободный полет ума, абстрактная теория, лишь приложимая (при известных условиях) к реальной действительности, а мучительная попытка хоть как-то рационально осмыслить сугубо эмпирическую деятельность, «ремесло» (по выражению М. Блока<sup>10</sup>) историков.

Дальнейшую деятельность самого Мейена можно считать ограниченной этой эмпирией. Он серьезно обращается к проблеме неполноты геологической летописи<sup>11</sup> и приходит к парадоксальному с точки зрения его прежних взглядов выводу: геологическая летопись оказывается полной, если оперировать таксонами ранга более высокого, чем родовой. Крупнейшим его достижением последних лет является расшифровка филогении голосеменных — той самой филогении, о которой он столь скептически отзывался десятью годами раньше<sup>12</sup>. И систему голосеменных он перестраивает (причем весьма кардинально), руководствуясь отнюдь не абстрактными «номотетическими» идеалами Любищева, а на основе все той же реконструированной им филогении, т. е. как правоверный дарвинист.

Последней крупной разработкой Мейена была теория фитоспрединга, в основе которой лежит представление о тропиках как о колыбели всех крупных таксонов высших растений, из которой они расселялись по направлению к полюсам, по дороге

постепенно увеличивая свое «внутреннее» разнообразие<sup>13</sup>. И именно это сугубо конкретное и всецело обращенное к истории представление должно было, по его мнению, стать той общей концепцией, которой суждено связать воедино множество разрозненных фактов, известных нам об эволюции органического мира.

В итоге — фундаментальная сводка «Основы палеоботаники», вышедшая параллельно на русском и английском языках<sup>14</sup> и увидевшая свет за несколько дней до смерти Мейена. Специальный раздел этой книги (существующий, к сожалению, только в английском варианте и отсутствующий в русском «благодаря» традиционной экономии листажа) посвящен связи палеоботаники с эволюционной теорией. Цельной эволюционной теории здесь, конечно, нет, да и странно было бы ожидать ее в учебнике палеоботаники. Рассматривается лишь возможный вклад палеоботанических данных в разработку отдельных проблем эволюционного учения: пунктуализма и градуализма, номотетики морфологии и природы таксона, различных форм эволюции и модусов филэмбриогенеза и т. д. Наиболее «теоретичными», т. е. оригинальными по мысли, выглядят разделы, посвященные номотетике и критике адапционизма, но они и хуже всего аргументированы фактами из подлинной истории растений. В этой области Мейен ни на йоту не отступает от своих взглядов начала 70-х годов. Достиг ли он того синтеза, к которому стремился, или разведавшие его противоречия и дальше гнали бы его неутомимую мысль — к новым открытиям и прозрениям, если бы смерть не оборвала этого процесса?

Оставим этот вопрос без ответа. Вероятно, каждый человек кажется окружающим более противоречивым, чем самому себе. Подлинная целостность всякой личности сокрыта в ней самой. И очень может быть, что сам Мейен, прочитав эту статью, сказал бы, что все приписываемые ему противоречия есть лишь следствие нашей собственной раздвоенности и непоследовательности в подходе к его наследию.

<sup>9</sup> Мейен С. В. // Известия АН СССР. Сер. геол. 1978. № 11. С. 79—91.

<sup>10</sup> Блок М. (1886—1944) — французский историк, автор книги: «Апология истории или ремесло историка» (русский перевод в серии «Памятники исторической мысли». М., 1973).

<sup>11</sup> Мейен С. В. // Знание — сила. 1984. № 2. С. 7—10.

<sup>12</sup> Meyen S. V. // Botan. Rev. 1984. Vol. 50. P. 1—111.

<sup>13</sup> Он же. Флорогенез и эволюция растений // Природа, 1986. № 11. С. 47—57.

<sup>14</sup> Мейен С. В. Основы палеоботаники. М., 1987; Meyen S. V. Fundamentals of Palaeobotany. L.; N. Y., 1987.

## Из переписки С.В.Мейена и А.А.Любичева (1968–1972)

**Мейен — Любичеву. 26.V 1968**

Глубокоуважаемый

Александр Александрович!

Некоторое время назад я послал Вам два номера журнала «Знание — сила» с двумя статьями, одну из которых я писал вместе с А. Ю. Розановым, а другую — самостоятельно<sup>1</sup>. Вы, наверное, удивились, получив мою бандероль. Все дело в том, что Ю. А. Арендт, которого я знаю со школьных лет (мы вместе занимались в палеонтологическом кружке), показал мне Ваше письмо<sup>2</sup> к нему и дал почитать Ваши статьи. Мне сразу захотелось написать Вам, т. к. статьи мне очень понравились. Впрочем, это очень мягко сказано. Читая их, я испытывал какое-то непонятное волнение. В последние годы я читал много литературы по общим эволюционным вопросам, но ничего подобного не читал. Такое же впечатление на меня, пожалуй, произвела лишь книга Тейяра де Шардена «Феномен человека»<sup>3</sup>. Я не знаю, как Вы отнесетесь к этой аналогии. Причина ее вот в чем. Объясняя самые общие закономерности, большинство наших биологов как-то очень смело подбирают объяснения к фактам, оперируя неким набором стереотипных аргументов и не желая видеть за много-

численными фактами какую-то совершенно непонятную для нас суть. Все в их глазах слишком просто. Я осознаю туманность моих претензий ко многим нашим корифеям, но, читая все их разъяснения по общим вопросам биологии, я все время чувствую, что дело обстоит намного сложнее и самые главные загадки впереди. Их мы не можем как следует сформулировать.

Вместе с тем я понимаю, что введение номогенетических принципов в биологию откроет широкое поле для спекуляций, что такие понятия, как «радиальная энергия» (это именно то слово, которое введено [Тейяром] вместо понимания и объяснения), уведут нас в какой-то мир, пока иррациональный.

Из статьи в «Знание — сила» Вы могли понять, что я палеоботаник. Ископаемые растения — не очень богатый материал для общепалеоботанических обобщений. Не случайно лишь единичные палеоботаники были одновременно и теоретиками. Долгое время мне казалось, что удел палеоботаники — лишь иллюстрировать какие-то общие закономерности, установленные на других объектах. Сейчас я думаю иначе. Дело в том, что мне пришлось столкнуться с многочисленными явлениями параллелизма, на которые палеоботаники почти не обращали внимания. Эти явления привели меня к выводу о необходимости коренного пересмотра существующих принципов систематики ископаемых растений. Сейчас это основное, что занимает меня, когда я свободен от своих повседневных обязанностей. По этим явлениям я лишь подбираю материал в течение последних двух лет и пока не решаюсь выступить по этим вопросам в печати сколько-нибудь основательно. Одним исключением является наша с Розановым статья...

**Любичев — Мейену. 7.VIII 1968**

...Сравнение с Тейяром де Шарденом очень для меня лестно. Я глубоко уважаю этого человека. Для многих кажется стран-

\* Печатается с сокращениями по материалам, хранящимся в архиве А. А. Любичева. Всего имеется 18 писем Любичева Мейену и 14 писем Мейена. Переписка продолжалась почти до последних дней жизни Любичева, скончавшегося в августе 1972 г. Встретились Мейен и Любичев только раз, 3 апреля 1972 г. на квартире одного из друзей Любичева в Москве, но поговорить им тогда не пришлось.

<sup>1</sup> Имеются в виду статьи: Среда — драматург и режиссер (1968. № 1. С. 16—19); Дальновидная амблистома, или шаг назад, два шага вперед (1968. № 2. С. 38—40). (Здесь и далее прим. ред.)

<sup>2</sup> 6 апреля 1968 г. Любичев писал Арендту: «Прочитал в журнале „Знание — сила“ статью Мейена и Розанова „Среда — драматург и режиссер“. Дельные, ищущие молодые люди. Знакомы ли они Вам?».

<sup>3</sup> Тейяр де Шарден П. (1881—1955) — французский палеонтолог, философ и теолог. Развил концепцию христианского эволюционизма, сближающегося с пантеизмом.

ным: иезуит и почтенный человек. Я этого предрассудка не разделяю и, много занимаясь вопросами истории культуры, вижу, что иезуиты в общем сыграли огромную положительную роль. Сейчас католическая церковь (а иезуиты — мозг католичества) — единственно подлинная интернациональная организация, а я сохранил интернационализм с ранней молодости, несмотря на многие перемены в моих воззрениях (думаю написать в 1969 году мою краткую идейную автобиографию). Это не значит, что я полностью разделяю взгляды Тейяра де Шардена: я считаю его во многих отношениях выдающимся пионером, но только пионером, и в области биологии я считаю его недостаточно радикальным. Но меня всегда радует, когда я слышу от наших молодых людей (Вы далеко не первый) самых разных специальностей сочувствие Тейяру де Шардену. Но раз Вы вступили на этот путь, то почему Вас так смущает «иррациональность», связанная с номогенезом и другими оппозиционными направлениями в биологии. Ведь прогресс математики был связан с освоением нуля (зачем обозначать то, что не существует), отрицательных чисел, иррациональных, трансцендентных, мнимых, комплексных чисел, кватернионов и проч. Прогресс биологии тоже должен быть связан со свободным использованием таких понятий, которые наши материалистические предрассудки считают «недопустимыми». Вспомните историю вмешательства нашей «единственно прогрессивной, научной» философии в науку в нашей стране, к чему она привела? Сплошные позор и грязь!..

Перейду теперь к разбору Вашей книжки (в машинописи): «Популярно о непопулярном» («Очерки из истории растительных династий»)..<sup>1</sup> Я прочел ее с большим интересом и узнал из нее много нового для меня... Книга показывает, как много еще неясного и спорного в палеонтологии, и в этом отношении она может сыграть роль стимула по привлечению научных работников в эту область. Но на ней лежит печать переходного характера. Вы поняли неудовлетворительность современной эволюционной теории, но Вы еще крепко держитесь за старое. Назвать книжку вполне популярной трудно: она не так легко читается. Характерно, что для Вас, как и для многих других (и для меня в том числе), толчком для критического пере-

смотра Ваших воззрений явилось наличие параллелизмов в палеоботанике. Вы пишете, что на них палеоботаники почти не обращали внимания. Параллелизмы были известны еще Дарвину, который вполне честно признал, что эти явления противоречат его теории естественного отбора, а большинство современных дарвинистов, регистрируя их в своих конкретных работах, или оставляют их без внимания в теоретических, или пытаются их замазать, как, например, Симпсон<sup>2</sup>, которого Вы так высоко цените (с. 180). Его попытка изменить понятие монофилетизма (параллельное — тоже монофилия, а не только дивергентное) и есть попытка замазать трудность.

У Вас тоже попытка смешать параллелизм и конвергентность (с. 119), между тем эти понятия тоже смешивать нельзя. Надо строго различать: дивергенция, параллелизм, конвергенция и в соответствии с этим: монофилия, парафилия и полифилия...

Вполне возможно, что еще не открыты иные формы скрещиваний, занимающих промежуточное положение между обычной гибридизацией и симбиогенезом. Тут опять голый консерватизм, и в сводке Майра<sup>3</sup>, которую сейчас так восхваляют как образец «синтетической» теории, нет ни слова ни о номогенезе, ни о педогенезе<sup>4</sup>, ни о симбиогенезе. Чистые Угрюм-Бурчеевы от науки: полагать нежелательные для селектогенеза явления несуществующими...

Спор о таксономической ценности признаков продолжается, и разрешить его удастся, вероятно, только при помощи людей такого порядка, как А. Браун, у которого (с. 104) «причудливо сочетались идеалистическая философия и индуктивный метод исследования». Вспомним, что и великий Кеплер поражал «трезвых» ученых типа Лапласа безудержной фантазией, то же, видимо, было и с Фарадеем. Как сказал сейчас Бор, даже для физических теорий нужна «сумасшедшинка». Поэтому то обстоятельство, что при решении ряда проблем надо вводить целеполагающие начала, энтелихи<sup>5</sup>, не должно нас смущать...

<sup>2</sup> Симпсон Дж. Г. (1902—1984) — американский палеонтолог и эволюционист.

<sup>3</sup> Майр Э. — американский зоолог и эволюционист.

<sup>4</sup> Педогенез — возникновение новых форм, благодаря тому что исходные организмы не проходят полную стадию развития.

<sup>5</sup> Энтелихи — жизненная сила, по Аристотелю, основное понятие витализма.

<sup>1</sup> Мейен С. В. Из истории растительных династий. М., 1971.

## Любичев — Мейену. 16.VII 1969

Посылаю отпечаток работы «Философские аспекты таксономии»<sup>1</sup>...

Колоссальное обилие случаев параллелизма, являющегося, несомненно, доминирующей формой эволюционного процесса, ставит на очередь и пересмотр наших представлений о системе факторов эволюции и выдвигает новые проблемы: 1) неравноправность таксономических признаков (о чем ясно выражался еще Линней), 2) разная природа таксонов, 3) понятие общей проблемы сходства, что имеет непосредственную связь, напр., с проблемой миметизма; сходство может быть связано с самыми разнообразными факторами как внешней природы, так и взаимодействия элементов высших надорганизменных существ: ландшафт, синхронность, положение в системе и т. д. ...

<sup>1</sup> Ann. Rev. Entomol. 1969. Vol. 14. P. 19—39.

## Мейен — Любичеву. 12.VIII 1969

Очень благодарен Вам за отпечаток, письмо и комментарии. Отпечаток пока только прочел по первому разу, но буду еще внимательно штудировать. Это все то, над чем я очень много думаю, но пока лишь именно думаю и подбираю материалы касательно ископаемых растений. Таксономические проблемы в палеоботанике вообще практически не разработаны. Фрагментарность материала, сплошные параллелизмы, невыдержанность признаков от группы к группе, путаница в номенклатуре, непонимание принципов — все это заставляет начинать с азов. Очень хочется поставить палеоботанику на службу теории, но одному делать это очень трудно, а коллеги занимаются преимущественно стратиграфией, и все вопросы для них сводятся к тому, как что определить, какое название прилепить.

Вы пишете, что у буриадии и хвойных — конвергенция, а не параллелизм. Мне кажется, это вопрос вкуса. Вслед за Бергом я не провожу грани между конвергенцией и параллелизмом и критерии для их разделения, например, те, которые предложены Шмальгаузену, Яблоковым и др., мне кажутся надуманными. Считаю,

<sup>1</sup> Шмальгаузен И. И. (1884—1963) — советский биолог, теоретик эволюционного учения, академик АН СССР и АН УССР; Яблоков А. В. — советский биолог, зоолог, член-корреспондент АН СССР.

что параллелизм дает более глубокое сходство у родственных таксонов, а конвергенция — поверхностное сходство неродственных таксонов. Но у растений часто невозможно провести такое разграничение. У той же буриадии сходство захватывает всю сумму анатомических признаков, а насколько родственны предки буриадии и хвойных, известно одному богу. Эти случаи сходства трудно классифицировать по традиционным признакам, ибо тогда мы приносим в классификацию изрядную долю домысла. Поэтому, мне кажется, прав Берг, взявший на вооружение один термин. Он выбрал «конвергенцию», я — «параллелизм». Мой выбор связан с несколькими причинами. Во-первых, этимологически параллелизм лучше; во-вторых, в ботанике это лучше согласуется с традицией; в-третьих, все это — продолжение гомологических рядов Вавилова на таксономическом уровне, а Вавилов всегда предпочитал говорить о параллелизме.

Вы пишете, что игнорирование параллелизмов связано с устарелой философией, господствующей среди биологов. Мне кажется, что все дело в другом — в отсутствии философии, т. е. то, что есть, не любовь к мудрости, а приверженность к удобной, привычной, часто доходной догме. Это особенно распространено среди палеонтологов, для которых Майр — истина в последней инстанции. Для них параллелизм — забавные исключения, за которыми не хотят видеть закономерность. О них в лучшем случае вежливо упоминают. И опять же в палеоботанике это особенно сильно. Например, в огромной сводке Циммермана<sup>2</sup> о нем вообще ничего нет, а это библия для огромного большинства палеоботаников...

<sup>2</sup> Циммерман В. — немецкий ботаник.

## Любичев — Мейену. 22.VIII 1969

Никак не могу согласиться с Вами, что нет различия между конвергенцией и параллелизмом. Это совершенно различные вещи и дело вовсе не в том, что параллелизмы дают глубокое сходство у родственных организмов, а конвергенция — поверхностное у несходных. Существуют три совершенно различных эволюционных процесса: дивергенция, параллелизм и конвергенция, или, иначе, с точки зрения происхождения: монофилия, парафилия и полифи-

лия. Конечно, есть случаи неясные, трудные, но это везде так. Если же говорить о трудности различения, то многие биологи, напр., считают, что монофилия означает не только дивергенцию, но и параллельное развитие, когда все смещается.

В смысле эволюционном можно кратко сформулировать так: при дивергенции из одного таксона — два того же ранга, при параллелизме из двух — два, при конвергенции из двух — один. С точки зрения морфологической: при дивергенции — увеличение многообразия, при параллелизме — сохранение, при конвергенции — уменьшение. Примеров везде сколько угодно...

Теперь о том, имеет ли место пристрастие к устарелой философии или отсутствие философии. Правильно будет сказать — мизогилизм (термин Платона — боязнь рассуждений, об этом — в моей старой работе «О природе наследственных факторов», 1925 г.), или боязнь рассуждений и ревизионизма. Это всегда не отсутствие философии, а наличие часто неосознанной устарелой догматической философии.

#### Мейен — Любищеву. 13.VI 1970

Каждый раз очень радуюсь, получая от Вас письмо. Я всегда очень боюсь Вашей критики, но, слава богу, она пока не затронула основ моих мыслей. Правда, с этими основами еще никто не знакомился, я больше вынашиваю, чем пишу, а пишу только отдельные звенья и подготавливаю почву, причем скорее не для читателя (я не та персона, чьи публикации ждут с нетерпением и потом тщательно штудируют), а для себя.

Работая в геологической среде и встречаясь с биологами от случая к случаю и на страницах книг и статей, я всегда чувствую неуверенность, боюсь высказать прописные истины, пропустить важный и известный всем (кроме меня) факт и т. д. Конечно, биологи тоже не боги, но среди них есть профессионалы и эрудиты, их я всегда боюсь больше всего.

Все же решаюсь не покидать общих интересов и утешаю себя тем, что кончил в свое время наряду с геологическим и биологический факультет, а также тем, что если внимательно следить за литературой, то можно быть более или менее в курсе основных фактов и идей.

Вы, наверное, уже удивляетесь, к чему это предисловие. Поэтому объясню сразу.

Все дело в некоторых мыслях, которые гложут меня последние годы, но которые никак не могли сложиться хоть в какую-либо связанную концепцию, доступную для изложения. Долгие годы (примерно с 3-го курса, т. е. почти 15 лет) основой моего мировоззрения был скепсис, может быть, даже агностицизм. Начало положила книга Берга. Я понял, что дарвинизм не беспорочен. Но номогенез в том виде, как его преподавал Берг, меня тоже не удовлетворил, прежде всего своей некоторой иррациональностью. У меня всегда оставалось впечатление, что Берг уловил некий эпифеномен, заменил истинное понимание термином. Кроме того, он занял позицию «или — или», которая мне никогда не импонировала. (...) Синтетисты казались мне остроумными, но довольно примитивными, слишком рациональными и часто самонадеянными. Их противники слишком часто укрывались от механизмов, конкретных объяснений терминами, ссылками на иррациональные начала. Последние меня не очень пугали: если есть люди, которые всю жизнь не могут понять сущность логарифмов, то почему не может быть вещей, которые не в состоянии осознать все человечество, даже самые гениальные его предшественники. Но все же подобный подход закрывает проблему, и вот с этим-то я не мог примириться. Наверное, если какая-то проблема не может быть решена, то она по сути дела, не может быть и поставлена (об этом, впрочем, я еще мало думаю). Точно так же меня не очень удовлетворил и Тейяр де Шарден. Например, его радиальная энергия — может быть, тоже не более, чем слово.

Знакомство с Вашими работами резко изменило направление моих мыслей. В них конкретизировались многие положения ортогенетической концепции, было придано этой концепции конструктивное начало. Благодаря некоторым другим публикациям я начал много думать об изоморфизме законов природы, поэтому многие аналогии, приводимые в Ваших работах (узоры на окнах и др.), я начал воспринимать как гомологии, помня, конечно, что сравнение — не доказательство...

На этой стадии я вдруг почувствовал какую-то позитивную программу, из скепсиса стали вырастать некоторые убеждения, начали устанавливаться связи, которых до этого я не чувствовал. Вам, наверное, знакомо чувство, возникающее в такие моменты. Мне ужасно хотелось обговорить эти мысли с кем-нибудь, но мне не хотелось спорить ни с кем. Когда находишься под



впечатлением только что прослушанной хорошей музыки, то вовсе нет настроения доказывать, что другая музыка хуже.

Все мои мысли, которым посвящены следующие страницы, это только наброски. Простите меня за сумбурность, но обо всем этом мне пока очень трудно писать. Ждать же, пока все уложится, не хочется, это может произойти не скоро. Я даю перечень отдельных параграфов, уложить которые в логическую цепь еще предстоит, так же, как и доказать многие положения.

1. Номогенез (ортогенез, или, выражаясь более стыдливо, канализация развития) — зарегистрированный факт, причинная основа которого неясна. Точно так же мы видим проявления гравитации, но пойти дальше этого термина не можем.

2. В сущности аналогичное положение вещей наблюдается и в морфогенезе (если понимать этот термин в онтогенетическом смысле, как это сейчас принято у ботаников). Мы практически не знаем природу сил, направляющих формообразование, обеспечивающих тот или иной вид симметрии... При формообразовании кристаллов ведущую роль играет химическое сродство, особенности молекулярной структуры элементарных составляемых, их комплементарность. Это как бы контактный детерминизм. При морфогенезе также наблюдается нечто подобное, своего рода контактный детерминизм, когда развитие одного зачатка сопряжено с развитием соседнего. Но помимо этого в морфогенезе осуществляется развитие однотипных органов, разделенных большими промежутками, заполненными индифферентными (насколько мы знаем) участками и не содержащими сколько-нибудь явные каналы связи этих органов. Этот тип детерминации я пока условно обозначу как дистанционный... В подобных случаях гораздо вероятнее участие полей (может быть, что-то вроде биологических полей Гурвича<sup>1</sup>). Пространственные типы этих полей могут быть установлены по чистым формам, наименее подверженным влиянию среды.

3. Предполагать существование поля, протяженного во времени (нечто вроде радиальной энергии Шардена) и обеспечивающего смену форм в геологическом времени, пока трудно, нет данных. Конечно, вопрос об эволюции полей совершенно не разработан. Известные нам поля меняют во времени лишь интенсивность, но

не природу. Можно допустить и константность во времени и биологических полей. Последние, наподобие сингоний в кристаллографии, могут быть разных модификаций. Ограниченность модификаций, в конечном счете, обуславливает ограниченность формообразования.

4. Речь, таким образом, идет не о детерминации в смысле финализма и диригизма<sup>2</sup>. Скорее, надо говорить о все более полном осуществлении требований поля той или иной модификации. Ограничения такому осуществлению кладут внешние и внутренние условия. Внешние условия — среда, внутренние — психика (в данном контексте).

5. Главное доказательство существования наиболее общих детерминаторов дистанционного типа — повторность структурных типов, их изоморфизм в разных линиях, проявление их вне всякой видимой связи с внешней средой (скорее вопреки, чем благодаря ей). Смена одной модификации на другую в одной группе организмов — свидетельство, что поля объединены в семейства (ряды).

6. Среда, как правило, подавляет детерминацию и контактного, и дистанционного типа (это видно и в кристаллах, и в живых существах). Приспособление к среде идет как путем искажения имманентной структуры (особенно на первых стадиях эволюции группы, после смены экологической ниши и т. д.), так и в обратном направлении. Приспосабливаясь к среде, испытывая лишь опосредованное ее влияние, организм получает все большую свободу в проявлении имманентных структур...

7. Тем самым, если исключить приобретение чисто адаптивных черт, среда рассматривается как препятствие к осуществлению имманентных, изначально запрограммированных структур, как источник отклонений от них. Современная синтетическая теория показывает нам механизмы этих отклонений. Руководимое психикой «упражнение и неупражнение» через стабилизирующий отбор ведет к видоизменению, усилению или утрате частей. Конечно, есть и другие возможности преобразования. Но не среда причина появления первого члена в ряду гомологических органов...

8. Как и в минералогии, предстоит изучить связь химизма с определенным

<sup>1</sup> Гурвич А. Г. (1874—1954) — цитолог, эмбриолог, биофизик, учитель А. А. Любищева.

<sup>2</sup> Финализм — признание независимой роли финальных причин (целей); диригизм — признание направленности эволюции.

семейством (или рядом) полей («сингоний»). Однако едва ли эти связи будут облигационными (как у графита и алмаза).

9. Говоря о полях, я учитываю, что это тоже может быть только слово. Может быть, лучше говорить о проявлении законов всеобщей морфологии природы, вроде кристаллографических. Или о всеобщей кристаллографии, частными случаями которой являются обычная и «живая» кристаллография. Здесь можно вспомнить, что сейчас Землю рассматривают как кристалл и многое этим объясняют. Но это не снимает вопроса о детерминации кристаллических структур. Мне кажется, все равно надо говорить о контактной и дистанционной детерминации. Это всеобщая кристаллография даст нам идеальные и несуществующие в природе формы, точно так же, как кристаллография минералов (идеальных кубов, додекаэдров и т. д.) в природе не существует. Тогда всеобщая морфология распадается на две части. Одна из них — констатационная — учение об идеальных формах в живой и неживой природе. Вторая — интерпретативная — об эпигенетических явлениях, об эпиструктурах, искажениях, преобразованиях, их факторах и пр.

10. Теперь о проблеме психического. Возможно, сейчас самое время вспомнить идеи психического континуума, в котором отдельные сознания — сгустки (об этом хорошо написано у Шредингера в «Что такое жизнь?»<sup>3</sup>). Тогда это тоже своего рода поле, пространственные законы которого совершенно неясны. Психика — важнейший фактор преобразования и «искажения» форм у животных. У растений, видимо, психическое начало сведено к минимуму, и основные «искажения» — за счет отношения к свету, субстрату, гравитации, сопряженной эволюции с животными и т. д., у грибов — иначе, из-за отсутствия фотосинтеза. Может быть, основные ветви живого и связаны с отношением к психике. Может быть, соответственно их надо разделить на психофильные и психофобные. Что у животных психика развита с одноклеточных, видно из опытов с парамециями, у которых получают доказательство условных рефлексов (очень не люблю это слово; в действительности это, мне кажется, лучше назвать обобщением опыта). Когда говорят о примитивности психики у живот-

ных и нецелесообразности их действий, я обычно вспоминаю поведение находящейся в панике толпы людей, крестовые походы, убийства из-за ревности и т. д., не говоря уже о некоторых политических мотивах. Я понимаю, что в этом пункте мы почти вплотную подходим к пантеизму, но, может быть, в этом нет ничего страшного, если не добавлять в это мировоззрение антропоморфизм.

11. Наряду с психикой возникает вопрос о симбиозе и симбиогенезе. Налипание органических частиц в первичном бульоне на минеральные частицы (по гипотезе Бернала, если она верна), образование плодового тела миксомицетов и миксобактерий, образование сверхорганизмов, симбиоз разных организмов — скорее всего, звенья одного ряда. Мне кажется, что сюда же надо отнести и конъюгацию, а значит, и любовь (поэтому-то этот вопрос и включаю сразу после психики и наряду с ней).

Итак, три основных кита: всеобщая кристаллография с двумя типами детерминации, психика, симбиоз+пол. Взаимодействие этих трех переменных определяет развитие живого. Здесь есть место и для омогенеза, и для механизмов, которыми с таким увлечением занимаются синтетики.

Я немного опасаясь, что тон моего письма покажется Вам немного самонадеянным, но думаю, что Вы поймете, что это только от желания быть конспективным. В сказанном много того, о чем писали Вы (и, может быть, пока только Вы). Я об этом помню и опять же лишь из-за краткости не упоминаю этого. На некоторые моменты, может быть, все же являются оригинальными. Правда, ни оригинальность, ни какой-либо приоритет меня сейчас не волнуют. Главное для меня сейчас — сформулировать хотя бы для себя основные положения с минимумом логических изъянов и ничего не значащих и затуманивающих наше незнание терминов.

В намеченных пунктах, проблема, как мне кажется, не закрывается ссылками на иррациональные начала, на загадочные тенденции, которые мы можем только называть. Все эти пункты можно сделать объектом исследования. <...>

На днях читал Ваши статьи о математике в «Журнале общей биологии», они восхитительны. Каждый раз, читая Ваши статьи, я с болью думаю о том, сколько мы все потеряли, что так долго Вы не смогли печатать такое, и сколько мы теряем, что не все Вы можете напечатать сейчас.

<sup>3</sup> Шредингер Э. (1887—1961) — австрийский физик-теоретик, один из создателей квантовой механики. Имеется в виду труд: Что такое жизнь? С точки зрения физика. М., 1947.

## Любичев — Мейену. 17.VIII 1970

Эволюция Ваших мыслей очень интересна и до известной степени напоминает мою собственную. Когда-то и я был дарвинистом и материалистом, потом была встреча с А. Г. Гурвичем, чтение, и наконец я сполз окончательно в болото всяких идеализмов. Я надеюсь написать такую исповедь, но другие дела мешают. Очень приятно, что книга Берга на Вас произвела такое впечатление. Кстати, я получил новое американское издание «Номогенеза», прочел его вновь и теперь думаю сопоставить с тем, как я думал лет сорок назад. У меня сохранилось письмо Л. С. Бергу по поводу номогенеза и текст моего доклада на 3-м съезде зоологов в 1927 г. Конечно, книга Берга — только начало большого пути. Для него номогенез не был главной целью жизни, и он даже не сразу понял, какого духа он выпустил. В книге он старается держаться материалистических догматов, так как в то время механи[ци]зм господствовал в науке. Но я помню, в разговоре я ему сказал: «Ваши противники, Лев Семенович, правы в одном: номогенез несовместим ни с механи[ци]змом, ни с материализмом». Он мне ответил: «Да, теперь я вижу, что это действительно так». Неосознание им своей метафизики или онтологии — главный дефект книги Берга. Могут возразить: существуют материалистические формы номогенеза. Да, но они охватывают только часть номогенеза вообще.

Сейчас прочел вновь «Происхождение видов» Дарвина, его автобиографию и избранные письма, книгу о дарвинизме Данилевского<sup>1</sup>... все больше убеждаюсь, что именно механи[ци]зм, т. е. селектогенез, глубоко иррациональное учение: это, как правильно сказал Данилевский, философия, и притом дурная философия, и не настоящая наука. (...)

Считать синтетиков остроумными я не согласен: там очень много умных, честных, образованных и талантливых и вообще почтенных людей, но всех их объединяет упрямое и вовсе не остроумное желание заткнуть щели в биологии проникновению идеализма...

Тейяр де Шарден меня не удовлетворяет: он слишком примиренчески относится к дарвинизму и многое, что осуждается у него официальными католическими кругами, осуждается также и мной. Я, пожа-

луй, вправе сказать, что во многих отношениях я больше католик, чем иезуит Тейяр... (...)

Различение контактной и дистанционной детерминации неплохо, но законен вопрос: существует ли контактная детерминация? Ведь атомов-то в форме крошечных телец не существует, а Эйнштейн все стремился свести к полям.

Вы повторяете старый интеллигентский предрассудок, что может быть в пантеизме нет ничего страшного, если не добавлять в это мировоззрение антропоморфизм. Истинное свободомыслие заключается в том, чтобы рассматривать любые онтологические гипотезы как допустимые. Но если мы встречаемся с действительно страшными представлениями (борьба как начало всего), то надо сделать так, чтобы их смягчить. «Загадочные тенденции»? А разве наше сознание не загадочно? Но мы им пользуемся с большим успехом.

## Любичев — Мейену. 28.VI 1971

О Вашей докторской диссертации. Поздравляю Вас с успешным окончанием дела, и, может быть, вовсе не так уж плохо, что защита прошла с трудом. Есть прекрасное изречение из драмы Корнеля «Сид», которое любил цитировать мой учитель и друг А. Г. Гурвич: «Победа без опасности — триумф без славы»...

Вы пишете, что и я, вероятно, испытал подобные переделки. Были и у меня, правда, и худшие, но как это ни странно, не за мои философские взгляды. Там зажим был — не утвердили меня на кафедру зоологии в Перми, зато утвердили профессором зоологии в с/х институте в Самаре, и в общем к лучшему; не печатали долго моих работ, и, конечно, моя официальная карьера пострадала. А вот по с/х энтомологии дело оказалось куда серьезнее. Я по ряду соображений (в том числе гигиенических — переутомился от однообразной работы) переключился на изучение с/х вредителей, заработал на этом докторскую степень и обеспеченную старость. Но изучая экономику вредителей<sup>1</sup>, я пришел к заключению, что некоторые «вредители» вовсе не вредны, а другие менее вредны, чем думают, и что цифры эффективности крайне завышены. Я рисковал попасть в

<sup>1</sup> Данилевский Н. Я. (1822—1885) — русский публицист и социолог, естествоиспытатель. Имеется в виду книга: Дарвинизм. Т. 1—2. СПб, 1885—1889.

<sup>1</sup> Речь идет об оценке экономического ущерба сельскому хозяйству насекомыми-вредителями.

тюрьму по «кондратьевскому делу» (в период коллективизации), а в 1937 г. в августе в самый разгар ежовщины был публично осужден на заседании ученого совета ВИЗРА<sup>2</sup> в том, что якобы умышленно снижаю значение вредителей с целью дезорганизации борьбы с ними. От посадки меня спасло только то, что мой обвинитель был сам арестован и просидел два года (потом его выпустили). В 1948 г. меня здорово прорабатывали (7 раз в печати) как антимичуринца и антилысенковца, в 1953 г. была тоже травля по поводу Лысенко, и последняя в 1960 г., когда не менее восьми моих знакомых вызывали в высокое учреждение на предмет запрашивания моих статей о смертной казни, о Марфе Борецкой, письма Корнейчуку и ряда других самиздатских произведений. Там действительно меня можно обвинить в «антимосковском патриотизме». Но я не был ни разу арестован и не был снят с работы, а отличий порядочно, вплоть до ордена Трудового Красного Знамени. Прямо образец для разоблачения антисоветской пропаганды о каком-то зажиме интеллигенции...

Ваше выражение, что моим противникам и противникам Берга нечего сказать, не совсем точно: весь дарвинизм основан на механи[сти]ческом материализме, а критика Дарвина неизбежно связана с радикальной сменой философских взглядов, и те мои противники, которые меня не замалчивали, это прямо и говорили. А Л. С. Берг и А. Г. Гурвич не могли перешагнуть важного философского рубежа: необходимость признания реальностей внепространственной и вневременной природы и наличия целеполагающего начала и в природе. Свое первоначальное учение о биологическом поле А. Г. Гурвич испортил, сведя все к полям, порождаемым хромосомами... Вы несправедливо упрекаете Л. С. Берга в том, что он вовсе выкинул естественный отбор: как контролирующего агента и как квартермейстера он его признает...

<sup>2</sup> Всесоюзный институт защиты растений.

«Феноменом человека». Все это замечательно, но невероятно трудно перекинуть мостик к конкретным механизмам. Об этом думал и мой отец когда-то (он был эмбриолог и ихтиолог, но умер в концлагере, когда мне было 6 лет), от него сохранились некоторые заметки.

#### Любичев — Мейену. 31.VIII 1971

Что касается Вашей жадности к новым фактам, то я ее вполне понимаю, но не следует думать, что Вы Ваших противников можете побить фактами. Слепую веру можно преодолеть только у молодых, где вера еще не заостенела...

Не понимаю, как можно соотношение естественной и неестественной классификации излагать по Дарвину. Мои соображения... вкратце могу суммировать так. Естественной системой мы называем такую, где совокупность параметров системы дает максимальную информацию о свойствах элементов системы — таксонов. Мыслимо, что при изменении параметров может наблюдаться несколько максимумов. Значит, возможно несколько равноправных естественных систем, но это, вообще говоря, маловероятно. Чем меньше информации (и чем меньше коннотаций, выражаясь словами Гельмгольца<sup>1</sup>) связано с этим признаком, тем менее строга система. Искусственность получается тогда, когда мы игнорируем стремление получить наибольшую информацию, а заинтересованы лишь в возможном легком определении таксона в группе, составляющей лишь небольшую часть всей совокупности. Чем меньше информации дает признак, тем ближе система к формальной, и, наконец, формальной можно назвать такую, где признак не имеет никаких коннотаций, т. е. вся информация исчерпывается этим самым признаком.

<sup>1</sup> Гельмгольц Г. Л. Ф. (1821—1894) — немецкий ученый, автор фундаментальных трудов по физике, биофизике, физиологии, психологии.

#### Мейен — Любичеву. 16.I 1972

#### Мейен — Любичеву. 4.VII 1971

О целеполагающих началах я думаю много, но пока очень неконструктивно. Я впервые задумался над этим после прочтения книги Шредингера «Что такое жизнь», потом читал Спинозу и индусов. Особенно важно было ознакомление с

Читаю сейчас Майра «Зоологический вид и эволюция». Раньше я ее частями читал в оригинале, а русский перевод только просматривал. Гептнер в своем предисловии правильно назвал его энциклопедистом. Это ходячая энциклопедия, но до чего же противная своей самоуверенностью, высокомерием, ограниченностью. Все он

знает и все понимает. Вопросы, которые по его мнению, остались нерешенными, просто удивительны. Других у него нет. Эпиграфом к книге можно взять клич бандерлогов: «Мы все так говорим — значит, это правда!»<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Бандерлоги — племя обезьян из книги Р. Киплинга «Маугли».

### Мейен — Любичеву. 1.VI 1972

Прочитал Ваши письма с огромным интересом. Проникся глубокой симпатией к В. Н. Беклемишеву<sup>1</sup>, почувствовал себя немного в атмосфере тех лет. Все время думал о том, как удивительно повторяется история. Из Ваших писем создается впечатление, что еще немного, еще несколько доводов, еще несколько глубоких и ясно выраженных соображений и окончательно рухнут дарвинистские догмы. Кажется, что те же Филиппченко, Смирнов и Добржанский<sup>2</sup>, прочитав Ваши письма, должны понять свои заблуждения, примитивизм своего подхода в самом основном. Но все складывается иначе. Добржанский затем становится одним из организаторов и вдохновителей синтетической теории, Смирнов так и не вылез из конгрегаций, Филиппченко так ничего и не понял. Возвысился Кольцов, а Берга и Вавилова никто толком не понял, да и сами они себя не вполне поняли. Удивительная драма. И никто почти что об этом не знает, вся история отражена в литературе в каком-то безобразном кривом зеркале.

<sup>1</sup> Беклемишев В. Н. (1890—1962) — советский зоолог, основатель школы паразитологов и медицинских энтомологов.

<sup>2</sup> Филиппченко Ю. А. (1882—1930) — биолог, организатор первой в СССР кафедры генетики в ЛГУ; Смирнов Е. С. (1898—1977) — энтомолог, занимался общими вопросами биологии; Добржанский Ф. Г. (1900—1975) — один из создателей экспериментальной генетики популяций и синтетической теории эволюции.

### Любичев — Мейену. 13.VI 1972

Ваша иллюзия, что из писем выходит, что еще немного и рухнет дарвинистская догма, никогда не была моей. Я в первой статье 1923 г. отчетливо сознавал, что связь с философией заставит долго бороться,

и это сейчас видно ясно. Мне приятно, что число сторонников ценных для меня идей все растет, в особенности среди молодежи. Знаете ли Вы, что Добржанский — председатель общества Тейяра де Шардена в США? Вы правы: ни Н. И. Вавилов, ни Л. С. Берг сами себя не поняли.

В 1977 г., отвечая на вопросы анкеты философа Ю. В. Линника, Мейен, в частности, писал о Любичеве.

«...В А. А. Любичеве проявилась «творческая эволюция» человечества. Он был характером. Одно время я считал А. А. апостолом нового мировоззрения. Потом, обнаружив с ним по некоторым вопросам несогласие, я стал думать о нем как о предтече. Апостолы, дескать, будут позже. Теперь я склонен думать, что апостолов среди нас, простых смертных, нет и быть не может. Мы можем быть апостолами каких-то конкретных нынешних убеждений, которые завтра могут устареть, и тогда мы превратимся в догматиков-пропагандистов. Мы стремимся к недостижимому, и смысл деятельности — стремиться и поддерживать стремления в других. Поэтому нам, смертным, можно быть лишь предтечами предтеч. Но мы же должны и обеспечить преемственность. То и другое делал А. А. всю жизнь. Он взял эстафету и передал ее. Мы взяли что-то у него и понесем дальше. Думаю, что та линия, которую он поддерживал и постарался передать другим, — одна из наиболее ценных в человеческом разуме (я бы назвал ее критическим рационализмом). Думаю, если бы не наши режимные организации и их добровольные помощники в лице редколлегий и «философских нянь» (выражение А. А.), если бы А. А. смог напечатать свои «Линии Демокрита и Платона...» и другие общие работы, если бы он мог писать, не помня о цензуре, и зная, что это будет напечатано, то его имя было бы не менее популярно, чем такие, модные в среде научной интеллигенции, имена, как Кун, Поппер, Гемпель, Фейерабенд<sup>1</sup>...»

© Публикация Р. Г. Баранцева

<sup>1</sup> Кун Т. — американский философ и историк науки; Поппер К. — философ, логик, представитель аналитической философии; Гемпель К. — австрийский философ-неопозитивист; Фейерабенд П. — австрийский философ и методолог науки.

## Комментарий

Старший из авторов публикуемых писем, Александр Александрович Любичев (1890—1972), был незаурядной личностью. Огромная широта интересов и эрудиции; неординарность, непривычность для нашей аудитории 30—70-х годов высказывавшихся им суждений; полемический талант и задор; наконец, своеобразная, впечатляющая внешность, — все привлекало к нему внимание, особенно научной молодежи. Да и не только молодежи: писатель Д. Гранин посвятил Любичеву роман «Эта странная жизнь», не раз предоставлял ему страницы и наш журнал<sup>1</sup>.

Узкой научной специальностью А. А. Любичева была сельскохозяйственная энтомология, но гораздо более его интересовали общие вопросы биологии, особенно теория биологической систематики и теория эволюции. Последнюю он понимал как теорию генезиса чистых форм, нацело отвергая дарвиновскую теорию (которую он обычно именовал «селектогенезом»). После Л. С. Берга Любичев был, несомненно, виднейшим противником дарвинизма в нашей стране. Но если Берг старался держаться во всех своих рассуждениях естественно-исторических рамок, останавливаясь на грани, за которой можно оказаться в области трансцендентного, то Любичева переход этой грани нимало не смущал. Как отмечает он сам в письме от 28.VI 1971, «Л. С. Берг и А. Г. Гурвич не могли перешагнуть важного философского рубежа: необходимость признания реальности внепространственной и вневременной природы и наличия целеполагающего начала в природе». Любичева же этот рубеж уже в свои молодые годы перешагнул и, как с некоторой иронией опять-таки отмечает сам (письмо от 17.VIII 1970), «сполз окончательно в бо-

лото всяких идеализмов». Оставляя в стороне иронию, нужно констатировать, что Любичев был убежденным последователем Пифагора и Платона. И главным стержнем его деятельности было стремление идейно-методологически переосмыслить биологию, и прежде всего морфологию, систематику и филогенетику, на основе платоновско-пифагоровских представлений. Он мечтал также представить всю историю естественных наук и философии естествознания как диалектику борьбы «линий Платона и Демокрита». Под «линией Демокрита» он разумел материализм, который представлялся ему как чисто механистическое и редуционистское учение; симпатии его лежали на стороне Платона.

Однако, задавшись слишком широкими замыслами и обладая свойством постоянно отвлекаться от главной темы на отработку деталей, да к тому же и встречая затруднения с публикацией своих неортодоксальных идей (которые по тем временам не избежали бы оценки «идеологически вредных»), Любичев так и не смог завершить свой «opus magnum». Все его опубликованное наследие в сущности весьма фрагментарно. Думается поэтому, что публикация еще нескольких фрагментов — писем к С. В. Мейену — позволит полнее представить систему взглядов Любичева.

Младший участник переписки, Сергей Викторович Мейен (1935—1987), также был личностью неординарной. Геолог и палеоботаник по специальности, он вместе с тем глубоко интересовался теоретическими и философскими проблемами биологии. Симпатии его к номогенезу, несомненно, в какой-то мере были связаны с характером палеоботанического материала, на котором он мог наблюдать многочисленные явления параллелизма (письмо от 26.V 1968). Кроме того, годы научной юности Мейена пришлось на время, когда отечественная биология еще не вполне оправилась от господства уродливого догматического псевдодарвинизма лысенковцев. Неудивительно, что эти обстоятельства весьма способствовали тому, что статьи Любичева с критикой дарвиниз-

ма произвели на Мейена сильное впечатление и обусловили сближение обоих ученых и возникновение переписки между ними. Нельзя, однако, не заметить, что свободный выход Любичева в трансцендентное пространство весьма смущал Мейена. «Я понимаю, что введение номогенетических принципов в биологию откроет широкое поле для спекуляций», — пишет он (26.V 1968). И если Любичев ничтоже сумняшеся объявляет дарвинизм «глубоко иррациональным учением» (письмо от 17.VIII 1970), то Мейен, наоборот, опасается иррационализма и в номогенезе Берга (письмо от 13.VI 1970), и в таких понятиях, как «поле» в духе А. Г. Гурвича или «радиальная энергия» Тейяра де Шардена. Но особенно беспокоит его то обстоятельство, что от общих номогенетических принципов «невероятно трудно перекинуть мостик к конкретным механизмам» (письмо от 4.VII 1971). Любичева же вопрос о конкретных, материальных механизмах эволюции не беспокоил, для него этого вопроса просто не существовало.

Несмотря на эти расхождения и некоторые сомнения, Мейен оставался, в общем, сторонником номогенеза и почитателем Любичева, опубликовал (и самостоятельно, и с соавторами) целый ряд статей, пропагандирующих взгляды Любичева, как в специальных, так и в популярных журналах<sup>2</sup>.

Оценивая творчество Любичева в 1977 г. в анкете, Мейен ставит его выше таких западных авторитетов в философии науки, как Т. Кун, К. Гемпель, К. Поппер, П. Фейерабенд. В этом, конечно, проявляется пиетет по отношению к Любичеву. Но не только: сказывается и общая неприязнь к позитивизму, которая была свойственна Мейену (вспоминаю последнюю встречу с ним, уже совсем незадолго до его кончины: наш разговор как раз коснулся позитивизма). Да и в самом деле платонизм, пожалуй, привлекательнее позитивизма, ибо позитивизм породил таких малосимпатичных деток,

<sup>1</sup> См.: Любичев А. А. Значение и будущее систематики // Природа. 1971. № 2. С. 15—23; Из переписки Б. С. Кузина и А. А. Любичева // Там же. 1983. № 6. С. 77—87; Из переписки А. А. Любичева и П. Г. Светлова. 1936—1969 // Там же. 1986. № 8. С. 90—100.

<sup>2</sup> См., напр.: Мейен С. В., Шрейдер Ю. А. Биологические парадоксы А. А. Любичева // Природа. 1973. № 4. С. 38—41.



как техницизм и сциентизм, т. е. вознесение науки и техники над гуманитарными ценностями; платонизм же по крайней мере гуманистичен: недаром в публикуемой переписке не раз фигурирует Тейяр де Шарден.

Любищев (письмо от 17.VIII 1970) считает Тейяра «слишком примирительно относящимся к дарвинизму», но вместе с тем подчеркивает (13.VI 1972), что выдающийся генетик и дарвинист Ф. Г. Добржанский возглавил в Америке Общество Тейяра де Шардена. Видимо, Любищев усматривает в этом отход Добржанского от

дарвинизма. Но для такого заключения нет оснований: хорошо известно, что Добржанский до самого конца жизни оставался дарвинистом. Однако как старый русский интеллигент он высоко ставил гуманизм и, по всей вероятности, был верующим: именно эти качества и позволяли ему стать во главе упомянутого общества.

В целом можно сказать, что если Любищев был прежде всего философ — платоник и пифагореец, то Мейен, несмотря на все симпатии к Любищеву и платонизму, оставался прежде всего естествоиспытателем. Поэтому

последнюю работу С. В. Мейена, появившуюся у нас в «Природе» и трактовавшую филогенез вполне в духе дарвиновских дивергенций, а не номогенетических параллелизмов, отнюдь не следует считать неожиданной. Безвременная смерть, увы, прервала дальнейшую творческую эволюцию талантливого ученого.

© А. К. Скворцов,  
доктор биологических наук  
Москва

<sup>3</sup> Мейен С. В. Филогенез и эволюция растений // Природа. 1986. № 11. С. 47—57.

## ИНФОРМАЦИЯ

# JOURNAL OF NONLINEAR BIOLOGY

Readership: Biophysics; Biology;  
Biochemistry; Molecular Biology;  
Cell Biology; Organic Biology;  
Evolutionary Biology



Nova Science Publishers

С 1990 г. издательство «Nova Science» (Нью-Йорк) начало издавать новый журнал «Нелинейная биология»

Journal of Nonlinear Biology

Редакторы: Д. С. ЧЕРНАВСКИЙ, А. С. МАГАРШАК.  
Исполнительные редакторы: Е. И. ВОЛКОВ,  
В. В. КУЗЬМИН, А. Д. ШТЕЙНГАРДТ.

Редакционный совет: Л. В. БЕЛОУСОВ,  
М. В. ВОЛЬКЕНШТЕЙН, М. Г. ГОЛЬДФЕЛЬД,  
А. Ю. ГРОСБЕРГ, А. М. ЖАБОТИНСКИЙ, Г. Р. ИВАНИЦКИЙ,  
А. С. МИХАЙЛОВ, С. Э. ШНОЛЬ.

Журнал публикует теоретические, экспериментальные и методологические работы, в которых явно используются методы нелинейного анализа биологических систем. Поле деятельности журнала может быть охарактеризовано следующими ключевыми словами: самоорганизация, эволюция, осцилляторные и автоволновые явления, генерация информации.

Журнал выходит четыре раза в год на английском языке.

Рукописи на русском или английском языке можно присылать по адресам:

117924, Москва, Ленинский пр., 53, Физический институт им. П. Н. Лебедева АН СССР, Е. И. Волкову, Д. С. Чернавскому; или: 117977 Москва, Косыгина, 4, Институт химической физики АН СССР, В. В. Кузьмину.

Редакция гарантирует быстрое рецензирование рукописей и публикацию принятых статей в течение 6—9 мес. Правила подготовки английского варианта рукописи можно получить в редакции; объем статьи, как правило, не должен превышать 25 страниц машинописного текста. Авторы получают бесплатно 10 оттисков.

Стоимость годовой подписки 265 долл. По вопросам подписки обращаться по указанным адресам.

# Совещание, которое не состоялось

А. С. Сонин,  
доктор физико-математических наук  
Москва

## ОБСУЖДЕНИЕ. ПОЗИЦИЯ ФИЗИКОВ МГУ

Одним из первых до доклада Вавилова выступил историк физики Б. И. Спасский. Он утверждал, что «современная буржуазная физика буквально пронизана враждебными идеалистическими реакционными течениями», а «физика, впрочем, так же, как всякая наука, в капиталистических государствах переживает глубочайший кризис, который является отражением и выражением кризиса всей капиталистической системы в целом». Поэтому «наша задача — вскрывать и разоблачать социальные классовые корни „физического“ идеализма на Западе... Решение этой задачи является для нас особенно актуальным, потому что ряд советских ученых в своих работах, статьях и выступлениях допускают идеалистические ошибки, повторяя выводы, делаемые буржуазными физиками-идеалистами»<sup>1</sup>.

Кто же входит в этот «ряд советских ученых»? По мнению Спасского, это прежде всего Иоффе и Френкель — «ученые, преклоняющиеся перед буржуазной идеалистической премудростью». Кроме того, «образовался филиал копенгагенской школы» (Фок, Тамм и др.), к которому принадлежат и Марков; его статья «показала, что среди наших ученых есть такие, которые преклоняются перед западной наукой, находясь под влиянием идей буржуазного космополитизма, являясь сознательно или бессознательно носителями буржуазной идеологии в науке... Считая авторитет Бора для себя превыше всего, он следует не только его физическим теориям, но и его философским воззрениям. На вопрос, заданный ему на

философском семинаре физического факультета МГУ: „В чем же Вы расходитесь с Бором?“ — он удивленно пожал плечами: как это он может расходиться с таким авторитетом, как Бор... Только рабское подражание Нильсу Бору заставляет Маркова совсем отбросить теорию познания диалектического материализма и объявить человека макроприбором... Отсюда следует неизбежный субъективный характер наших представлений о микромире».

Подобный уровень философской дискуссии поддерживали члены оргкомитета, причем выделили как главный вопрос о критике взглядов Маркова. По мнению Ноздрева, «отождествляя человека с макроприбором, Марков становится не на историческую позицию, а на биологическую. ...Он отбрасывает и не учитывает то обстоятельство, что на развитие науки оказывает исключительно большое влияние развитие государства и классовая борьба, развитие техники и т. д. ... Получается, что такое противоречие между человеком как макроприбором и природой остается извечно, борьба человека как макроприбора и природы будет извечна». А отсюда делается вывод: «По тому, как отнесется конференция к работе Маркова, можно будет судить, насколько принципиально, остро и по-марксистски будет решать конференция методологические вопросы».

О «физическом идеализме» поминали и другие выступавшие. Но все же большинство докладчиков обсуждало модную тогда тему борьбы с «космополитизмом». Устроители совещания предполагали организовать мощную кампанию против преклонения перед иностранной наукой, за престиж русской и советской физики. Но все в конечном итоге превратилось в сведение личных счетов — группа физиков МГУ обвиняла физиков Академии наук в «травле, затирании, охаивании и замалчивании».

Тон обвинения задал Кессених. В своем выступлении он прямо начал с расска-

© Сонин А. С. Совещание, которое не состоялось.  
1 Продолжение. Начало см. в № 3. С. 97—102.

<sup>1</sup> Здесь и далее, за исключением случаев, оговоренных особо, цитаты взяты из стенограмм заседаний оргкомитета совещания. ЦГАОР. Ф. 9396. Оп. 1. Ед. хр. 245—252, 261, 264, 265, 267. (Прим. ред.)

за о политике «разгрома физики в МГУ». В 1947 г., в связи с 30-летием советской власти, в МГУ намечались различные доклады об успехах советской науки. Планировался и доклад о путях развития советской физики. Проректор МГУ, химик, впоследствии академик В. И. Спидин вместо того, чтобы, по мнению Кессених, поручить этот доклад кому-нибудь из профессоров физфака, пригласил сделать его Иоффе. Тут же Кессених «вскрыл моральный облик» Спицина: «Проректор Спидин отметил период своего руководства настоячивыми попытками разгрома всех самостоятельных направлений советской физики в МГУ. Бесславно провалившись на этих попытках, Спидин, как известно, закончил свою деятельность тем, что организовал и торжественно благословил антимичуринскую конференцию университетских вейсманистов и морманистов».

Почему же Спидин пригласил именно Иоффе, — вопрошает Кессених и отвечает: «Причина в том, что взгляды Спицина только воспроизводят взгляды и намерения Иоффе по отношению к физике в МГУ. Как известно, незадолго перед этим при участии единомышленников академика Иоффе небольшая группа ученых пыталась опорочить деятельность декана физического факультета МГУ члена-корреспондента АН СССР профессора А. С. Предводителя. Опираясь на исполняющего в течение года обязанности декана физического факультета — члена-корреспондента АН СССР профессора Конобеевского С. Т., эта группа добивалась почти стопроцентной смены научных работников факультета, особенно ополчившись против Предводителя, Власова, Акулова, Соколова, Иваненко. Средства применялись самые разнообразные и первым из них была научная дискредитация и травля».

Далее Кессених поведал, что представители Иоффе, во главе с П. С. Тартаковским, пытались закрыть лабораторию физики твердого тела в Томском университете, возглавляемую членом-корреспондентом АН СССР В. Д. Кузнецовым. «Эта кампания имела определенную политическую окраску», — доносил Кессених, ибо эти люди «пользовались поддержкой Бухарина, Эйхе и Бубнова».

И дальше, имея в виду Иоффе и Мандельштама: «Трудно было, пожалуй, отказать от искушения блеснуть отраженным светом Рентгена или на худой конец Брауна, или пощеголять привилегированным положением в Страссбургских пивных, или вызвать трепет в душе юного поколения воспоминаниями о *summa sum lande*. А на

этой почве, в этой атмосфере создавалась и питательная среда для выполнения явных и неявных заказов на разоружение и обессиливание советской физики». Это «люди, не видящие в науке ничего, кроме источника личной славы, личного благополучия и влияния ...находящиеся в плену или на поводу сил, пытающихся подчинить науку интересам международного капитала». И дальше обвинения в адрес Иоффе: «Нынешний академик-секретарь отделения физико-математических наук А. Ф. Иоффе повинен и в покровительстве группам, боровшимся против подлинного участия советских физиков в социалистическом строительстве, и в поощрении неправильного отбора и воспитания новых кадров физиков, и в щедрой раздаче заведомо ложных обещаний, и в покровительстве „игрушечной“ физике, уводившей советскую физику от наиболее быстрой и полной реализации скрытых в ней возможностей».

Не секрет, что подобные обвинения могли повлечь за собой далеко идущие последствия.

В таком же тоне было выдержано и выступление Иваненко. Он начал с тезиса, что «советская теоретическая физика имеет основания и должна взять на себя решение задачи создания картины мира». Однако этому мешает Ландау, который своим авторитетом препятствует тому, чтобы физики занимались глобальными проблемами, а призывает решать конкретные задачи, что Иваненко пренебрежительно назвал «малым стилем» в науке. И тут же он напомнил, что в 1932 г. Ландау поддержал высказанное Бором предположение о несохранении энергии при  $\beta$ -распаде. В то время еще не существовало теории этого процесса с участием нейтрино и вопрос о выполнимости закона сохранения энергии в микромире был не ясен. Высказывались различные точки зрения, Иваненко же казалось, что коль скоро физик позволил себе усомниться в законе сохранения энергии (а таких в те годы было много), он уже не материалист. Положение усугубляло еще и то, что сомневающиеся стоят в одном ряду с Бором — «физическим идеалистом» номер один.

Такое же обвинение Иваненко предъявил и Гинзбургу, который в своей популярной брошюре<sup>2</sup> не упомянул о нейтрино. Досталось и Леонтовичу: «Нельзя допустить такого безобразия, что академик Леонтович продолжает вместе с Гинзбургом замалчивать работы советских ученых по ядру...

<sup>2</sup> Гинзбург В. Л. Атомное ядро и его энергия. М. — Л. 1946. 62 с.

В реферируемых академиком Леонтовичем американских работах, продолжающих наши советские работы, признающие наш приоритет в этих работах, когда американцы указывают фамилии русских ученых, Леонтовичем они вычеркиваются, иногда вставляются фамилии дружественных Леонтовичу авторов... Хотя в данном случае это исходит от академика Леонтовича, но это является символом нездорового отношения к целой группе наших ученых. Мы в Москве два года спорим — обязаны ли Леонтович и Гинзбург цитировать Иваненко, Петрова и т. д., если американцы цитируют».

Выступление Иваненко вызвало бурное обсуждение. Очень резко выступил Тамм. Он сказал, что критическое отношение к работам физиков Московского университета (Иваненко, Соколова, Власова и др.) вызваны только низким их качеством. Но всякую научную критику эта группа «квалифицирует как затирание, охаивание, посрамление и т. д.» Что же касается нежелания физиков ссылаться на работы Иваненко, тут ясность внес сам Леонтович. По его мнению, «причина в том, что в широких кругах советских физиков известна неопрятность в отношении литературных произведений других авторов, заимствования со стороны Д. Д. Иваненко. Таких случаев имеется три-четыре, хорошо известных. Имел место такой случай [по отношению к] работам Ландау по ливню, по квантовой теории эффекта Черенкова. Тут не повинен Арсений Александрович [Соколов], так как все знали, что он являлся жертвой со стороны Дмитрия Дмитриевича. И эта неопрятность к чужим работам послужила причиной, что ряд работ не цитировались или цитируются только под давлением Д. Д. Иваненко...»

В поддержку Иваненко выступил Акулов. Обращаясь к Тамму и Леонтовичу, он заявил: «Вопрос о том, существует ли отстаивание приоритета русской науки, советской науки — вопрос важный. Мы вам во многом можем уступить, но в этом вопросе не уступим. На протяжении десятков лет вы сознательно проводили линию на замалчивание русских авторов. Это была определенного рода тенденция. Кто проводил эту тенденцию? Люди, которые десятки лет проработали на Западе или учились на Западе, переносили сюда достижения и результаты зарубежной науки. Мы глубоко благодарны Игорю Евгеньевичу, академиком Мандельштаму, Иоффе за то, что они переносили к нам идеи, которые выходили за рубежом, пропагандировали, писали прекрасные книги.<...> Но никто не позволит

вам, дорогие товарищи, сбрасывать со счетов прошлое нашей науки. Такую позицию, которую вы осуществляли, партия и правительство осудили».

И далее Акулов привел такой пример: «В 1936 г. В. С. Мескин из Ленинграда направил резкую критическую статью против моей теории, но не в советский журнал, где могла бы быть дискуссия, а в немецкий журнал, где никакой дискуссии, когда в Германии фашизм был в разгаре, с советскими учеными не могло быть. Ни один советский ученый вообще не мог себе позволить печататься в этом журнале.<...> Это значит, вся немецкая общественность, английская и американская общественность вынуждены совершенно превратно расценивать результаты работы советского ученого. Что это такое? Вопрос понятен, что это политическая тенденция... Такого рода примеров можно привести много.<...> Я считаю, что существует нездоровый антагонизм, который отрицательно сказывается на развитии нашей науки, а с другой стороны, что есть у некоторых нездоровые политические тенденции, что в нашей советской стране ничего принципиально нового не делается, а если и делается, то небольшой группой людей, которая частным образом связана с зарубежной наукой.<...> Когда идет речь о защите советского патриотизма, о конкретных случаях такой защиты, надо понимать, что это есть определенный отголосок большой, острой общественно-политической борьбы...»

Ясно, что спорить с Акуловым было бесполезно. Тем не менее Тамм и Леонтович выразили свое несогласие как с этим выступлением, так и с выступлением Иваненко. Их поддержал Фок. Он подчеркнул важность вопроса о приоритете советской науки, но указал, что нельзя смешивать вопрос о приоритете советских ученых с вопросом о приоритете Д. Д. Иваненко.

Выступление Иваненко поддержали Соколов, Путилов и Кузнецов. Оргкомитет в основном одобрил его доклад и предложил учесть критические замечания выступавших.

Характерным было выступление доцента физфака МГУ В. Ф. Ноздрева. Он обрушился с нападками на Иоффе. В своей книге «Моя жизнь и работа» Иоффе писал, что в период становления советской физики вскоре после Октябрьской революции он поддерживал тесную связь с Мюнхенским университетом, где работал до революции, старался публиковать на Западе результаты работ своего института, получать квалифицированные консультации западных

ученых. Все это способствовало быстрейшему становлению советской физики.

Ноздрев же усмотрел в этом низкопоклонство, поскольку «роль учителей оставалась по существу за буржуазными учеными». Космополитизмом он объявил и стремление Френкеля, Ландау и Тамма печатать свои статьи в зарубежных журналах.

Обрушился Ноздрев и на Капицу по поводу его статьи «Об организации науки»<sup>3</sup>. В ней Капица писал, что главная задача Академии — заниматься «большой наукой», изучать основные, фундаментальные явления природы. «И это пишется в разгар Отечественной войны нашего народа с фашизмом», — восклицал с негодованием Ноздрев, не заметивший или не захотевший заметить, что Капица специально подчеркнул, что речь идет о задачах организации науки не в военное время. Более того, во второй части статьи Капица специально рассказал, как изменила свою деятельность Академия и его институт во время войны.

Ноздрев же из произвольно вырванной цитаты делает вывод: «Так вольно или невольно акад. Капица стал проводником той диверсионно-идеологической работы, которую тщетно пытаются проводить в нашей стране идеологи космополитизма, слуги империализма, драпируясь в одежды интернационализма».

Особое место в выступлении Ноздрева занимал вопрос о «травле и замалчивании» физиков МГУ «антипатриотической группой» из Академии наук. По мнению Ноздрева, история «травли» началась в 1944 г., когда заведующим кафедрой теоретической физики физического факультета МГУ был избран Власов, а Тамма забаллотировали. Тогда Мандельштам, Фрумкин, Семенов, Фок и Леонтович подали в Комитет по делам высшей школы заявление, в котором была сделана «попытка дискредитировать Власова» и выдвинуты требования отменить решение Ученого совета физического факультета. Комитет удовлетворил это требование и назначил заведующим кафедрой Фока. Однако затем «под давлением научной общественности» Комитет вновь отменил свое решение и назначил Власова.

«Тогда, — заявил Ноздрев, — начинаются атаки с другой стороны. В „ЖЭТФ“ появляется статья за подписями Фока.

Леонтовича, Ландау и Гинзбурга под кричащим заголовком „О несостоятельности работ проф. А. А. Власова“». Тут же под председательством «небезызвестного своими антипатриотическими поступками» проректора В. И. Спицина создается комиссия, которая снимает Власова с поста заведующего кафедрой, потому что «он слаб как организатор». Опять вмешивается «научная общественность», и Власова снова восстанавливают.

«Вывод напрашивается сам собой, — заключает Ноздрев, —...чтобы бороться с различными буржуазными пережитками в нашей советской науке, необходимо, в первую очередь, разбить наголову космополитизм, как „теоретическую основу“ всех идеологических извращений и шатаний, а также разоблачить конкретных носителей этих проявлений, безродных космополитов типа акад. Капицы, проф. Френкеля, Маркова и др.».

Выступление Ноздрева поддержали Вул: «общее направление правильное и постановка вопроса боевая, политическая», Шевцов: «важное, политически острое и совершенно необходимое», Предводителей: «политическое выступление», Путилов: «правильное, хорошее, острое, весьма необходимое», а также Максимов, Соколов, Омеляновский, Топчиев. Единственное место в докладе Ноздрева вызвало некоторое замешательство — разоблачаемый «безродный космополит» Иоффе — заместитель председателя готовившегося совещания. Немного поколебавшись, члены оргкомитета, «проявив принципиальность», решили все же оставить это место в докладе, но предпочтительно показать его Иоффе.

Вопросы борьбы с космополитизмом затронули и другие участники обсуждения доклада Вавилова. Но совершенно пассивным было новое выступление Акулова «Против беспартийности в науке — за советский патриотизм». Выдержки из него говорят о многом. «Уже нельзя скрывать партийность в науке. Все острее ... становится политическая борьба, отражающая борьбу классов. (...) Некоторые наши физики и химики многие годы проработали за рубежом, их интересы часто органически сливались отнюдь не с интересами нашей Родины. Вернувшись в нашу страну, они внесли свой положительный вклад путем усиления контакта нашей науки с зарубежной наукой. Однако вместе с тем они вольно или невольно внесли чужие нам настроения, ориентировали нашу научную молодежь не в направлении решения задач, стоящих перед нашей Родиной... а в направ-

<sup>3</sup> Капица П. Л. // Под знаменем марксизма. 1943. № 7—8. С. 90—101.

лении решения задач, интересовавших иностранных научные и ненаучные организации, в духе чуждых нам идей космополитизма, от которых только один шаг до явного предательства интересов Родины».

Последняя фраза не случайна. Это главный козырь Акулова, и он его начинает разыгрывать, пересказывая (с комментариями) статью Рытова<sup>4</sup>.

До революции Мандельштам и Папалекси работали в Физическом институте Страсбургского университета в Германии. Кроме чисто физических исследований, они вместе с компанией «Телефункен» занимались изучением приема радиоволн из Парижа комнатными антеннами, а также методов пеленгации. По Акулову, эти работы интересовали германский Генеральный штаб потому, что прием радиосообщений комнатными антеннами «имел весьма важное значение для того, чтобы Германия могла развернуть широкую сеть шпионских и диверсионных групп во Франции и России». Таким образом, Мандельштам и Папалекси оказали неоценимую услугу Германии.

Вернувшись в Россию в 1915 г., они с помощью мощных «ламп Папалекси» впервые осуществили радиотелефонную связь между Царским Селом и Петроградом. «Однако хорошо известно,— продолжает Акулов,— что в Царском Селе существовала и действовала тогда немецкая шпионская организация, которая крайне заинтересована была в передаче японских сведений и информации о мероприятиях, проводившихся русской ставкой. В этих условиях становится совершенно ясным, какое значение имела вся подготовительная деятельность Николая Дмитриевича и Леонида Исааковича по установлению радиосвязи между Парижем и Страсбургом и для чего понадобились мощные „лампы Папалекси“. Очевидно, что радиопередача из Царского Села и Петрограда могла быть принята в Германии».

Но и это, оказывается, еще не все. В советский период Папалекси почти ежегодно бывал в командировках в Германии и Франции, где встречался с лидерами мировой радиотехники. Акулов ставит вопрос так: «Кто от кого получал ценнейшие сведения о работах в советских лабораториях и институтах?» И отвечает: «Из всего

контекста статьи и из целого ряда прямых указаний профессор Рытов раскрывает „секрет Полишинеля“, именно, что Мандельштам и Папалекси продолжали снабжать германские фирмы и другие организации сведениями, которые не могли не являться собственностью нашего государства и которые имели важное значение для обороны страны. (...) Таким образом, мы видим, что весь характер статьи профессора Рытова является апологией предательства интересов Родины».

Вторую часть своего выступления Акулов посвятил борьбе за приоритет советской науки, который замалчивается «антипатриотической группой физиков» — Ландау, Леонтович, Фок, Френкель, Тамм, Гинзбург, Ландсберг и др. Замалчивают они, естественно, работы Иваненко, Соколова, Терлецкого, Власова, Акулова и других профессоров МГУ.

В заключение Акулов сказал: «Мы, советские физики, даем нашему вождю, учителю и руководителю товарищу Сталину слово партийных и непартийных большевиков устранить элемент чуждой нам идеологии в области физики, усилить подготовку высококвалифицированных кадров в области физики, усилить темпы научно-исследовательской работы как в области важнейших проблем теории, так и особенно практики и тем самым активно содействовать скорейшему построению коммунизма в нашей стране под предводительством великого вождя народов тов. Сталина».

Выступление Акулова вызвало взрыв возмущения у большей части присутствующих. Л. М. Бrehовских: «Впечатление от выступления такое, что это просто обливание грязью основных наших физиков». Еще резче высказался Андронов: «Ничего, кроме чувства отвращения... я из этого выступления не вынес... Выступление грязное и склочное... Обвинение Папалекси и Мандельштама в том, что они германские шпионы,— обвинение грязное, бездоказательное, клеветническое».

Возражения Акулова были, мягко говоря, своеобразными: «Если вы скажете, как следователь, что из этих фактов можно сделать другой вывод, другое дело, а пока вы их не опровергли, так будьте любезны, покоррктней держаться». Александр Александрович [Андронов]. (...) Патенты, которые были заявлены в 1914 г., действовали и в 1920 и в 1930 гг. Значит, за эти патенты, если они использовались промышленностью, платились деньги. Значит, в каких-то германских или других банках делались вклады германскими фирмами и

<sup>4</sup> Статья была напечатана в «Успехах физических наук» (1947, № 4) и посвящена памяти Л. И. Мандельштама и Н. Д. Папалекси. По мнению Акулова, ее автор Рытов старался использовать авторитет этих ученых «для пропаганды идей космополитизма, вплоть до пропаганды предательства интересов Родины».



другими фирмами на имя Леонида Исааковича и Папалекси». Итак, пока не опровергнута версия Акулова (презумпция виновности!), следует подозревать Мандельштама и Папалекси в шпионаже и получении за это денег.

Эту версию поддерживает Толчиев: «Те вопросы, которые поднял Николай Сергеевич [Акулов] в связи с этой статьей, и выводы его являются предметом специального обсуждения, и я постараюсь теми высказываниями, которые он здесь делал, заинтересовать кого следует, может быть, они будут предметом специального обсуждения...»

Поддержал Акулова и Иваненко. Остальные посчитали, что в таком виде выступление не пойдет, и предложили его коренным образом переделать.

#### ОБСУЖДЕНИЕ. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РОЛЕЙ У ФИЛОСОФОВ

Доцент МГУ В. И. Свидерский сразу же обрушился на «буржуазную физическую науку»: «Именно она обязалась снабжать поповщину и фидеизм новой аргументацией. Дипломированные лакеи от науки: эддингтоны, милны, иорданы, уайтекеры и им подобные — стремятся с холуйской услужливостью выполнить заказ своих хозяев — англо-американских империалистов. (...) Цинизм этих растлителей общественного сознания не имеет пределов». В такой страшной ситуации он призвал советских физиков «ударить по рукам зарвавшихся мракобесов, парализовать их попытки использовать авторитет науки для духовного растления масс, ослабления их воли к борьбе с капитализмом».

М. Э. Омеляновский назвал свое выступление «Фальсификаторы науки (О современном физическом идеализме)». Подробно рассмотрев философские взгляды Франка, Карнапа, Иордана, Уайтеккера, Бора, Гейзенберга, Шредингера, Эддингтона, он каждому из них приписал соответствующий «изм»; особенно подчеркнул следующую из теории относительности «поповщину» — модель замкнутой расширяющейся Вселенной. Упомянув в этой связи работу Фридмана, Омеляновский оценил ее совершенно неожиданным образом: «Значение работы Фридмана заключается не в том, что она выдвинула более правильную космологическую теорию, нежели предшествующие (в чем позволительно сомневаться), а в том, что она, по существу, доказала, что из общей теории относительности нельзя вы-

вести правильную космологическую теорию однозначным образом».

Подобная оценка понятна. С теорией замкнутой расширяющейся Вселенной Фридмана спорить бесполезно, ее признал и Эйнштейн. Но она противоречит модели бесконечной во времени и пространстве Вселенной, ставшей одним из догматов диалектического материализма. А ведь и она тоже выводилась из общей теории относительности, в частности, самим Эйнштейном. Поэтому Омеляновский и делает следующий вывод: поскольку из общей теории относительности выводятся две модели Вселенной — стационарная и динамическая, следовательно, обе неверные.

Разделавшись с Фридманом, Омеляновский взялся за Френкеля: «В своей последней книге «Статистическая физика» Я. И. Френкель сопоставляет реальные звуковые волны с придуманными им некоторого рода частицами „фононами“ (т. е. „звукочастицами“) и заменяет „изучение тепловых колебаний изучением движения соответствующих фононов“... Зачем Я. И. Френкель придумал свои „фононы“?... Очевидно, что Я. И. Френкель рассматривает понятия фотона, атома и т. д. не как понятие, которому соответствует объективная реальность, а как свои „фононы“, т. е. нечто такое, что придумывается „учеными“, чтобы описать „данные опыта“. Я. И. Френкель протянул руку Маху и его теперешним англо-американским приспешникам».

А. А. Максимов выбрал для доклада глобальную тему «Физический идеализм — тормоз в развитии науки и источник антинаучных извращений». Он начал с возникновения физического идеализма как порождения кризиса в физике конца XIX — начала XX вв. «Эта революция в физике совершалась в условиях капиталистического общества, и на ней сказалось влияние упадочной, реакционной буржуазной идеологии». Отсюда само собой разумеется, что собственного советского физического идеализма быть не может, а все наши «идеалисты» — это ученые, испытывающие «тлетворное влияние».

Далее Максимов переходит к теории относительности, где физический идеализм проявляется, по его мнению, прежде всего в субъективном понятии траектории. Разбирая известный пример с движущимся поездом, пассажиром и стрелочником, Эйнштейн в свое время писал, что не существует траектории самой по себе, но всякая траектория относится к определенному телу отсчета. Вроде бы истина бесспорная, но не для Максимова: «Это рас-

суждение совершенно антинаучно. Бесспорно, что для пассажира движение падающего тела по отношению к вагону или пассажиру вычерчивает прямую линию, а по отношению к стрелочнику — параболу. Это вычислительная сторона дела. По отображению реального движения в той или иной системе координат мы можем найти, в какой точке пространства будет находиться тело в данный момент времени. Иногда нам для вычисления удобнее и выгоднее бывает выбрать криволинейные, вращающиеся, полярные и т. д. координаты. Само собой разумеется, что отображение объективно существующей формы (траектории, «следа») движения тела в той или иной системе координат реальны и ни в малой степени не говорят в пользу априорности математики. ...Вопрос состоит в том, проделывает ли тело в среде, в которой оно движется, одну определенную траекторию, независимую ни от какого выбора нами системы координат, ни от какого наличия пассажира или стрелочника, или нет? Когда метеорит падает на земную кору и пробивает в ней определенный ход, который может быть заполнен каким-либо веществом и объективно исследован в отношении его формы, то спрашивается, почему мы должны отрицать объективность этой траектории или ставить эту объективность в зависимость от выбора той или иной системы координат? (...) Завоеванное наукой познание объективности движения 'материи отрицается рассуждениями о философской относительности движения, столь распространенными не только в учебниках буржуазных ученых, но нередко и в учебниках советских ученых.

На основании этого «открытия» Максимов объявил Эйнштейна махистом. Подтверждение этого он увидел и в том, что в теории относительности длина и ход часов зависят от выбора системы координат. «Такого рода выводы, — возмущался Максимов, — находятся в противоречии не только с диалектическим материализмом, но и с материализмом вообще».

Далее, говоря о квантовой механике, Максимов усмотрел в принципе неопределенности утверждение непознаваемости микромира и наличие «свободы воли» у электрона. И здесь он не преминул обрушиться на Френкеля, который организовал «поход против причинности, являющийся продолжением того самого похода, который против материализма был открыт Бором и Гейзенбергом. ...Френкель не только не усвоил до сих пор материалистической терминологии... но и не хочет усваивать

материалистической диалектики, помещая в список научной, рекомендуемой читателям, литературы книгу А. Пуанкаре "Наука и гипотеза" — автора, воззрения которого подверглись уничтожающей критике в труде Ленина "Материализм и эмпириокритицизм"».

Дальше — больше: «Источник многих высказываний... заключается у Я. И. Френкеля и ему подобных во вражде к материализму вообще и диалектическому материализму в особенности. Ведь не кто иной, как Я. И. Френкель, утверждал, что „теория диалектического материализма не является венцом человеческой мысли, которая может удовлетворить мыслящее человечество. Независимо от того, насколько он необходим для обоснования социализма, диалектический метод не имеет права претендовать на руководящую роль в науке“<sup>5</sup>. Такого рода высказывания не получили должного отпора со стороны всех физиков СССР. Теперь пора положить конец такого рода положению. (...) Физический идеализм, махизм и прочие помогают удерживать физиков и естествоиспытателей вообще не только в материальном, но и идеологическом подчинении у американских и английских империалистов... Физический идеализм — та цепочка, которая привязывает ученых к колеснице империализма. Разбавляя мракобесов, открытых философских идеалистов, мы обязательно должны разоблачать службу лагерю реакции физических идеалистов».

Это ошарашило даже выдавших виды членов оргкомитета и приглашенных. Фок, Вул, А. Д. Александров, М. В. Волькенштейн, Леонтович, Кедров выступили с резкой критикой Максимова. Как отметил Вул, «философское определение траектории является творчеством тов. Максимова, которое к диалектическому материализму не имеет отношения». По мнению выступавших, Максимов не понимает теории относительности и квантовой механики. «Вы вредите нашей борьбе, а не помогаете, если Вы выступаете со своими ложными утверждениями от имени Ленина и Маркса», — заявил Александров.

Максимова поддерживали Кессених и Тимирязев, а оргкомитет ограничился просьбой учесть замечания выступавших.

На заседаниях оргкомитета стало хорошим тоном громить «идеализм» Френкеля; редкий докладчик отказывал себе в этом удовольствии. Но особенно преуспел

<sup>5</sup> Под знаменем марксизма. 1937. № 11—12. С. 172.

в этом П. Е. Зребный, физик, доцент Института легкой промышленности; он посвятил Френкелю все свое выступление.

Основу доклада составляют цитаты, взятые из книг и статей Френкеля. Не вникая в их суть, Зребный квалифицирует их как тот или иной «изм», не брезгуя натяжками и передергиванием. Например, в «Статистической физике» Френкель подчеркивает, что в силу принципиальной неотличимости одинаковых частиц, следить за каждой невозможно. На это Зребный замечает: «Резонно спросить, а почему? Ответ: частица обладает „свободой воли“, не подчиняется закону причинности в силу прерывистости процесса, квантового характера. Принципиальная неотличимость частиц заключается в себе тождество всех одинаковых частиц, но с точки зрения диалектического материализма “электрон так же неисчерпаем, как и атом”; следовательно, электроны, элементарные частицы — сложные, неисчерпаемые, поэтому заключение о тождественности и неразличимости однородных элементарных частиц неубедительно и научно не обосновано».

Говоря о поведении большого числа частиц, Френкель отмечает, что с теоретической точки зрения невозможно проследить во всех деталях за всеми этими изменениями. По мнению Зребного, «из этого следует, что невозможно проникнуть в сущность движения материи в микромире за пределы, доступные современной квантовой механике. Таким образом ставятся границы познания, а это есть агностицизм». Заключает он утверждением что «мировоззрение Я. И. Френкеля насквозь идеалис-

тично, враждебно диалектическому материализму».

Оргкомитет одобрил доклад Зребного после краткого обсуждения:

**«Кедров:**

Мне понравилось в выступлении доц. Зребного, что он выбрал один вопрос, одну фигуру и свое выступление построил на конкретном показе, конкретном носителе физического идеализма, исторически рассмотрев его выступления вплоть до современных позиций... Удар нанесен правильно.

**Кессених:**

Френкель — это провалившийся идеалист... То, что в открытой форме делает Френкель, в завуалированной форме делает Марков.

**Власов:**

Френкель не есть изолированное лицо. Нам важен тип, который очень распространен среди физиков-теоретиков, и Френкель эти типичные черты в себе соединяет.

**Ноздрев:**

Френкель является убежденным и последовательным идеалистом и в то же время маскируется под диалектического материалиста, и это опасно, с этим надо бороться.

**Кузнецов:**

Мне кажется, что позиция Френкеля вызывает негодование всех физиков, и пришла пора четко, с широкой общественной трибуны предъявить ему категорический счет и потребовать ... полного расчета за всю систему ошибок, которые он тянет на протяжении четверти века, чтобы он честно и открыто сказал — это неправильные воззрения, я от них отказываюсь... Если он после нашей суровой критики не скажет, что это ошибочно, грош цена Френкелю как ученому.

**Топчиев:**

Мне кажется, что выступление т. Зребного с критикой работы Френкеля желательно».

(Окончание в следующем номере)

## Вниманию деловых людей!

«Природа» публикует рекламу советской и зарубежной промышленной продукции и различных видов услуг, которые могут быть полезны научным и учебным учреждениям, а также любителям природы.

Рекламный текст направляется в редакцию журнала с гарантийным письмом и указаниями почтового адреса, телекса, телефона и банковского счета рекламодателя.

по адресу:

117049, ГСП-1, Москва, Мароновский пер. 26, «Природа».  
Международный телекс 411612 IZAN. Тел. 238-24-56.

## Космические исследования

### Запуски космических аппаратов в СССР: ноябрь — декабрь 1989 г.

В ноябре — декабре 1989 г. в Советском Союзе было запущено 11 космических аппаратов, в том числе шесть спутников серии «Космос». На борту «Космоса-2054» установлена аппаратура для ретрансляции телеграфно-телефонной информации, работающая в сантиметровом диапазоне волн.

Специализированный модуль «Квант-2» массой 20 т — первый модуль дооснащения орбитального научно-исследовательского комплекса «Мир». 6 декабря «Квант-2» со второй попытки состыковался с комплексом «Мир», а 8 декабря был автоматическим перестыкован с осевого на боковой стыковочный узел переходного отсека.

Автоматический грузовой корабль «Прогресс М-2» доставил на станцию «Мир» топливо для объединенной двигательной установки, продукты, воду, оборудование и приборы, а также аппаратуру, изготовленную в США и предназначенную (в соответствии с коммерческим соглашением) для биотехнологических экспериментов.

Все аппараты запущены с помощью ракет-носителей «Союз», «Молния», «Циклон» и «Протон».

Проведен отбор двух английских кандидатов в космонавты: ими стали Хелен Шармен и майор ВВС Тимоти Мейс. Один из них в составе советско-английского экипажа в марте — июле 1991 г. примет участие в космическом полете по проекту «Джунго». Х. Шармен 26 лет, она технолог всемирно известной кондитерской фирмы «Марс». Т. Мейсу 33 года, он закончил военное училище и имеет также университетский диплом по авионавигации. Сейчас он инструктор пилотов-вертолетчиков высшей квалификации, входит в сборную Англии по парашютному спорту.

| Космический аппарат | Дата запуска | Параметры начальной орбиты |            |                  |                       |
|---------------------|--------------|----------------------------|------------|------------------|-----------------------|
|                     |              | перигей, км                | апогей, км | наклонение, град | период обращения, мин |
| «Космос-2049»       | 17.XI        | 189                        | 242        | 64,8             | 89                    |
| «Космос-2050»       | 23.XI        | 603                        | 39 342     | 62,8             | 709                   |
| «Космос-2051»       | 25.XI        | 305                        | 456        | 64,8             | 92,8                  |
| «Квант-2»           | 26.XI        | 221                        | 339        | 51,6             | 89,3                  |
| «Молния-3»          | 28.XI        | 662                        | 40 600     | 62,5             | 736                   |
| «Космос-2052»       | 30.XI        | 175                        | 373        | 67,2             | 89,7                  |
| «Гранат»            | 1.XII        | 2 000                      | 200 000    | 51,6             | 5880                  |
| «Радуга»            | 15.XII       | 36 551                     | 36 551     | 1,5              | 1475                  |
| «Прогресс М-2»      | 20.XII       | 191                        | 229        | 51,6             | 88,4                  |
| «Космос-2053»       | 27.XII       | 527                        | 548        | 73,6             | 95,2                  |
| «Космос-2054»       | 27.XII       | 36 436                     | 36 436     | 1,5              | 1469                  |

16 ноября 1989 г. в Хьюстоне (штат Техас) заключено соглашение о выведении на околоземную орбиту американских спутников с помощью советских ракет-носителей. Согласно условиям контракта (54 млн долл.), Главкосмос СССР должен обеспечить запуск спутников, принадлежащих компании «Энерджетикс Стеллалайт корп.».

Советская организация впервые примет участие в создании по заказу американской корпорации спутниковой космической сети по контролю за транспортными перевозками во всем мире. Сеть не только позволит определять положение транспортного средства в любой точке земного шара с точностью до 17 м, но и получить данные о состоянии перевозимого груза. Кроме того, она будет эффективна для поиска оснащенных сигнальным устройством угнанных автомобилей или потерянных грузовых контейнеров. Запуск первых двух спутников под названием «Сат-Трак» намечен на конец 1990 г. с космодрома Байконур. Впоследствии планируется запустить еще шесть спутников.

20 ноября 1989 г. Председатель Совета Министров СССР Н. И. Рыжков и премьер-министр Канады Б. Малруни подписали соглашение (на 10 лет) о сотрудничестве в области исследования и использования космического пространства в мирных целях. Предусматривается совместная деятельность в обла-

сти солнечно-земной физики, дистанционного зондирования Земли, космических материаловедения и биотехнологии, биологии и медицины, геодезии и астрономии.

Итак, в 1989 г. в СССР запущено 95 космических аппаратов, в том числе пилотируемый космический корабль «Союз ТМ-8», четыре автоматических грузовых корабля «Прогресс» и «Прогресс М», специализированный модуль «Квант-2», 68 спутников «Космос», 10 спутников связи «Молния», «Радуга», «Горизонт», два метеорологических спутника «Метеор-2» и «Метеор-3», орбитальная обсерватория «Гранат», исследовательские спутники «Интеркосмос-24», «Фотон», «Надежда» и пять спутников для изучения природных ресурсов «Ресурс-Ф».

## Космические исследования

### 31-й полет по программе «Спейс шаттл»

18 октября 1989 г. с космодрома на м. Канаверал (штат Флорида, США) осуществлен очередной запуск космической транспортной системы «Спейс шаттл». Орбитальной ступенью служил корабль «Атлантис» с экипажем из 5 астронавтов: Д. Уильям (командир), М. Маккалли (пилот), Элен Бейкер,

Шеннон Льюисид и Ф. Чанг-Диас (специалисты по операциям на орбите).

«Атлантис» вышел на близкую к расчетной орбиту высотой около 300 км. Основная задача полета — выведение на начальную орбиту межпланетного космического аппарата «Галилей» и, кроме того, проведение геофизических, медико-биологических и метеорологических экспериментов. Через 6,5 ч после запуска «Галилей» отделился от «Атлантиса» и с помощью двигательной установки буксира перешел на межпланетную траекторию.

Во время полета экипаж занимался научными экспериментами, а также устранял технические неисправности и корректировал работу бортовых систем. В частности, внутри «Атлантиса» было зафиксировано небольшое повышение температуры воздуха, которое удалось устранить, скорректировав систему охлаждения. По мнению специалистов, это повышение могло быть связано с тем, что ядерные силовые установки «Галилея» 6,5 ч находились в грузовом отсеке «Атлантиса».

Были проведены пробные сеансы связи с Землей через созданный по новейшей технологии факсимильный аппарат. Изучалось влияние невесомости на организм человека и развитие растений. Астронавты вели с орбиты видеосъемку различных районов Земли для готовящегося документального фильма о нашей планете. Экипаж выращивал кристаллы льда, вел съемки грозových разрядов — собранная информация должна помочь метеорологам разработать усовершенствованную систему раннего предупреждения о приближении бурь.

Исследовался озоновый слой, измерялась его толщина, чтобы определить ущерб, причиняемый химическим загрязнением. К этому моменту приборы одного из американских спутников, фиксирующие изменения в озоновом слое, из-за длительной работы в космосе стали передавать на Землю искаженные, непонятные специалистам сигналы. Для их расшифровки астронавты с помощью идентичных приборов провели те же измерения солнечного све-

та, отраженного озоновым слоем, причем с того же места на орбите и в то же время суток, когда данные со спутника передавались на Землю. Собранные «Атлантисом» сведения совпали с показаниями приборов спутника.

Из-за плохих погодных условий (сильного ветра) в Южной Калифорнии программа полета была сокращена на два витка, и «Атлантис» совершил посадку на авиабазе Эдвардс раньше запланированного времени — 23 октября 1989 г. Длительность полета составила 4 сут 23 ч 38 мин.

#### Космические исследования

### «Галилей» — программа полета

Межпланетная траектория «Галилея» представляет собой замысловатый путь к Юпитеру: в результате маневров в полях тяготения Венеры и Земли (дважды) он получит приращение скорости, необходимое для полета к Юпитеру, ближайших окрестностей которого аппарат достигнет через 6 лет, в ноябре — декабре 1995 г. Примерно через 100 сут после старта «Галилей» пройдет на близком расстоянии от Венеры, через 400 сут — около Земли и примерно через 3 года — вновь мимо Земли.

В 1990 г. на расстоянии в 15 тыс. км от Венеры предусмотрены спектроскопические исследования ее поверхности в инфракрасном диапазоне спектра. После первого сближения с Землей (до расстояний 1000—3600 км) аппарат в октябре 1991 г. пролетит менее чем в 1000 км от астероида Гаспра (поперечник 15 км) с относительной скоростью 8 км/с. После второго пролета около Земли (декабрь 1992 г.) на расстоянии примерно 300 км «Галилей» пройдет в августе 1993 г. вблизи астероида Ида.

Примерно за 150 сут до сближения с Юпитером от космического аппарата отделиться зонд. Затем, спустя семь суток траектория орбитального блока будет скорректирована, чтобы в определенное время он оказал-

ся над зондом и мог ретранслировать за Землю информацию, передаваемую зондом во время входа в атмосферу Юпитера и дальнейшего спуска. За 45 мин до включения двигательной установки, которая переведет орбитальный блок на орбиту вокруг Юпитера, завершится 75-минутный сеанс приема информации от зонда.

Затем орбитальный блок перейдет на орбиту вокруг Юпитера с периодом обращения примерно 23 сут; на первом витке в апоцентре будет включена двигательная установка, чтобы увеличить высоту орбиты, тогда космический корабль вторично будет проходить через радиационные пояса Юпитера.

Программа исследований рассчитана на 22 мес: при полете к Юпитеру «Галилей» сблизится со спутником Ио; обращаясь вокруг планеты, многократно пролетит вблизи других ее спутников — Ганимеда, Европы и Каллисто. В общей сложности, как рассчитывают специалисты, «Галилей» получит и передаст на Землю примерно 50 тыс. снимков Юпитера и его спутников с разрешением, в 20—100 раз лучшим, чем прежние.

#### Космические исследования

### 32-й полет по программе «Спейс шаттл»

23 ноября 1989 г. с космодрома на м. Канаверал (штат Флорида, США) осуществлен очередной запуск космической транспортной системы «Спейс шаттл» с орбитальной ступенью «Дискавери», на борту которой находились астронавты Ф. Грегори (командир), Д. Блейха (пилот), М. Картер, Кэтрин Торнтон и С. Масгрейв (специалисты по операциям на орбите).

Полет проводился по программе министерства обороны США в обстановке строгой секретности. По сведениям американских информационных агентств, основная задача состояла в выводе разведывательного спутника (массой 2,5 т и стоимостью 300 млн долл.) для радиоперехвата военных и дипломатических сообщений, подслушивания высокочастотных те-

лефонных разговоров и слежения за испытаниями советских ракет. Спутник будет вести наблюдение за территорией СССР, КНР, Ближнего Востока, Африки и Европы. (Аналогичный спутник под кодовым названием «Магнус» был доставлен на орбиту в январе 1985 г. кораблем «Дискавери» в ходе первого полета «шаттла» по военной программе.)

Экипаж провел также серию научно-технических и медико-биологических исследований, часть которых относится к программе «звездных войн» и связана с выводением в космос элементов СОИ; проверена возможность использования астронавтов в качестве военных наблюдателей.

Первоначально приземление корабля на авиабазе Эдвардс было запланировано на 26 ноября. Однако примерно за три часа до начала спуска Центр управления полетом в Хьюстоне уведомил астронавтов, что руководство НАСА переносит посадку из-за сильного ветра в районе авиабазы (скорость ветра достигала 50 км/ч, в то время как посадка кораблей системы «Спейс шаттл» разрешена при скорости ветра не более 20 км/ч). Это шестой случай, когда приземление корабля переносится из-за погодных условий.

28 ноября «Дискавери» благополучно совершил посадку на авиабазе Эдвардс; длительность полета составила 5 сут 7 мин.

Очередной старт «Дискавери» планируется 26 марта 1990 г. — на орбиту будет доставлен космический телескоп «Хаббл» стоимостью 1,4 млрд долл. — самое сложное и совершенное из подобных устройств, способных, по мнению специалистов, совершить революцию в оптической астрономии.

#### Космические исследования

### «Гранат»

1 декабря 1989 г. с космодрома Байконур с помощью ракеты-носителя «Протон» на вытянутую эллиптическую орбиту запущена орбитальная обсерватория «Гранат». Цель этого

международного проекта — исследования в области астрофизики высоких энергий путем регистрации космических источников рентгеновского и мягкого гамма-излучений.

Рабочая орбита (с эксцентриситетом 0,123) весьма удобна для астрономических наблюдений: время пребывания в тени Земли на участке выведения не превышает 1 ч, за четырехсуточный орбитальный период научные приборы будут работать в течение 3 сут, когда обсерватория окажется на высотах не менее 60 тыс. км (ниже заряженные частицы магнитосферы создавали бы в детекторах сильный фон).

Орбитальная обсерватория массой 4 т создана на базе аппаратов «Венера» в Научно-производственном объединении им. С. А. Лавочкина Министерства общего машиностроения СССР с участием многих конструкторских и промышленных предприятий страны. На ее борту установлена научная аппаратура массой 2162 кг, в разработке которой участвовали специалисты СССР, Франции, Дании и Болгарии; общая длина обсерватории 6,5 м, размах панелей солнечных батарей 8,5 м, а их площадь 8 м<sup>2</sup>; система ориентации трехосная (постоянная солнечно-звездная), точность ориентации 1'; часть аппаратуры размещена на подвижной платформе. Расчетный период активного существования обсерватории 12 мес.

В состав аппаратуры входят два комплекса приборов рентгеновского и гамма-диапазонов, в том числе:

— французский телескоп «Сигма» массой 1018 кг (диапазон энергии 30—2000 кэВ); его позиционно-чувствительный детектор на основе кристалла NaI и кодирующая апертура обеспечивают построение изображения участка небесной сферы размером  $7,3 \times 7,3^\circ$  и локализацию дискретных источников рентгеновского и мягкого гамма-излучений; телескоп имеет большую эффективную площадь (800 см<sup>2</sup>) и высокую чувствительность; среднее время накопления изображения 24 ч, спектральное разрешение прибора близко к предельному;

— советский рентгенов-

ский телескоп нового поколения АРТ-П массой 460 кг с разрешением в несколько угловых минут; это комплекс из четырех идентичных рентгеновских телескопов с суммарной эффективной площадью 2400 см<sup>2</sup>; в поле зрения прибора ( $1,8 \times 1,8^\circ$ ) постоянно находятся от 3 до 10 слабых источников; чувствительность позволяет за 24-часовую экспозицию наблюдать квазары, находящиеся на космологических расстояниях;

— советский телескоп АРТ-С массой 348 кг для детального спектрального исследования ярких рентгеновских источников с временным разрешением 100 мкс и полем зрения  $2 \times 2^\circ$ .

Комплекс регистрации гамма-всплесков включает:

— советский прибор «Конус» массой 115 кг, состоящий из 7 детекторов на основе NaI, чувствительность которых достаточна для ежесуточного обнаружения двух всплесков в диапазоне энергий от 20 кэВ до 2 МэВ; он позволит локализовать всплески с точностью  $1-2^\circ$  и проводить их спектроскопические исследования;

— советский прибор «Подсолнух» для наблюдения всплесков рентгеновских источников в диапазоне 2—20 кэВ и поиска гамма-всплесков при низких энергиях; это комплекс счетчиков с узким полем зрения, установленных на поворотной платформе с оптической датчиком. За 1 с платформа автоматически наводится на предполагаемый источник;

— французский прибор «Фебус» массой 64 кг для исследования солнечных и космических гамма-всплесков (100 кэВ — 100 МэВ), состоящий из 6 детекторов на основе германата висмута и обладающий чувствительностью, которая позволит за год обнаружить свыше 100 гамма-всплесков;

— датский прибор «Вотч» массой 48,4 кг (комплекс широкоугольных рентгеновских телескопов из 4 многослойных детекторов на основе кристаллов NaI и CsI с вращающимися модулируемыми коллиматорами), предназначенный для слежения за рентгеновскими источниками в диапазоне 5—150 кэВ, локализации рентгенов-



ских и гамма-всплесков с точностью до  $10''$  и исследования их спектров и временной структуры.

#### Космические исследования

### Экспедиция на «Мир»: ноябрь — декабрь 1989 г.

Космонавты А. С. Викторенко и А. А. Серебров продолжали исследовательскую программу, а также разгрузку кораблей «Прогресс М» и «Прогресс М-2».

По международной программе «Рентген» регистрировалось излучение от рентгеновского пульсара в созвездии Водолея. Исследовалась структура атмосферы, выполнено несколько серий наблюдений и съемок биосферных заповедников в различных регионах планеты по проекту ЮНЕСКО «Человек и биосфера».

На технологической установке «Галлар» в условиях слабой гравитации получен полупроводниковый материал с улучшенными характеристиками; проведена также плавка, в результате которой созданы монокристаллы окиси цинка. 23 декабря космонавты включили аппаратуру, изготовленную в США и предназначенную для экспериментов по биотехнологии. Продолжается изучение воздействия космического пространства на различные материалы. Информация о состоянии образцов, установленных на внешней поверхности модуля дооснащения, по телеметрическим каналам передается на Землю.

26 ноября с помощью «Протона» на околоземную орбиту выведен первый модуль дооснащения комплекса «Квант-2» массой около 20 т. При его маневрировании до стыковки возникли нештатные ситуации. Так, после выхода «Кванта-2» на орбиту выяснилось, что одна из двух панелей солнечной батареи раскрылась не полностью. Неправотность удалось устранить, и работоспособность системы электропитания была восстановлена. Но стыковка модуля с орбитальным комплексом произошла лишь со второй попытки.

В расчетное время 2 декабря первая попытка не удалась, поскольку радиотехническая система сближения и стыковки «Курс» автоматически прервала процесс сближения. Оказалось, что реальные значения скоростей космических аппаратов не совпали с расчетными, поэтому дальнейшее сближение было автоматически прекращено. Нештатная ситуация возникла еще и потому, что отказали все шесть гироскопов, отвечающих за ориентацию «Мира». Вторая попытка оказалась удачной — 6 декабря «Квант-2» состыковался с «Миром». Затем с помощью механического манипулятора «Квант-2» был автоматически перестыкован с осевого на боковой стыковочный узел переходного отсека. В результате общая масса пилотируемого комплекса «Мир» — «Квант» — «Квант-2» — «Союз ТМ-8» составила 63 т, длина 40 м.

С. А. Никитин

Москва

#### Астрофизика

### Гравитационная лаборатория в космосе

Радиопулсары, входящие в состав двойных систем, представляют собой естественные лаборатории, в которых можно экспериментально проверять эффекты общей теории относительности (ОТО). Они особенно ярко проявляются в случае, когда орбита нейтронной звезды имеет достаточно большой эксцентриситет, так что пульсар (т. е. фактически, идеально точные часы) движется в переменном гравитационном поле звезды — компаньона. При этом анализ эффектов ньютоновской теории тяготения, например движения периастра  $\dot{\omega}$ , позволяет определить все параметры орбиты и массы обеих звезд.

Пока эффекты ОТО зарегистрированы лишь у знаменитого пульсара PSR 1913+16 (собственный период 59 мс, орбитальный период 7,5 ч, масса  $(1,442 \pm 0,003) M_{\odot}$ ,  $\dot{\omega} = 4,2^{\circ}/\text{год}$ ), у которого, к тому же, обнаружено изменение размеров орбиты, вызванное излучением

гравитационных волн. Однако около года назад группа австралийских радиоастрономов во главе с Дж. Эйблсом (J. G. Ables; радиофизическое отделение Государственной научной и промышленной исследовательской организации — CSIRO), обнаружила в шаровом скоплении 47 Тукана два пульсара с чрезвычайно малыми периодами (4,5 мс и 6,1 мс), входящие в состав двойных систем. У первого из них (0021-72A) орбитальный период составляет лишь 32 мин; это позволяло надеяться, что эффекты ОТО у него будут выражены более четко.

В новом сообщении группы Эйблса существование столь необычной двойной системы было подтверждено. Многие ее параметры действительно уникальны; так, скорость движения периастра  $\dot{\omega} = 0,56^{\circ}/\text{день}$ , т. е. около  $200^{\circ}/\text{год}$ ; чрезвычайно мал и угол наклона орбиты  $i = 0,38^{\circ} \pm 0,01^{\circ}$ , так что плоскость орбиты фактически перпендикулярна лучу зрения. Расстояние между звездами-компаньонами около 300 тыс. км, что примерно в пять раз меньше диаметра Солнца. Наконец, масса нейтронной звезды составляет  $(1,38 \pm 0,08) M_{\odot}$ , а компаньоном, видимо, является белый карлик массой  $(0,77 \pm 0,05) M_{\odot}$ . (На сегодня это второе по точности определение массы нейтронной звезды.)

Что же касается изменения размеров орбиты, то, чтобы обнаружить его, необходимы более длительные наблюдения. Тем не менее уже сейчас можно сказать, что мощность гравитационного излучения должна составлять  $\sim 10^{35}$  эрг/с (в десятки раз больше полной светимости Солнца), а время жизни двойной системы не превышает нескольких миллионов лет. Наконец, амплитуда гравитационной волны в окрестности Земли достаточно велика ( $\sim 10^{-21}$ ), поэтому гравитационное излучение пульсара 0021-72A могло бы быть зарегистрировано уже в ближайшее время, например, космической обсерваторией «Радиоастрон», запуск которой планируется на 1993 г.

## Астрономия

## Северный оптический телескоп

На Канарских о-вах (Испания), известных своим превосходным астроклиматом, начал работать Северный оптический телескоп, построенный совместными усилиями Дании, Норвегии, Финляндии и Швеции. Диаметр его зеркала 2,56 м, что ставит этот прибор лишь на 20-е место в мире среди оптических телескопов; но поскольку он снабжен устройствами высокоточной самонастройки, его разрешающая способность очень велика.

Фокусное расстояние зеркала мало — лишь два его диаметра, поэтому длина телескопа вдвое меньше, чем у аналогичных инструментов. Он установлен в 8 м над поверхностью Земли, что уменьшает отрицательное влияние турбулентности воздушных потоков, вызванной разогревом и остыванием почвы. Положение основного и вспомогательного зеркал контролируется ЭВМ.

Высокая четкость изображений позволяет наблюдать удаленные галактики и изучать процессы их развития и старения, а также вести поиск планет, возможно, существующих у некоторых звезд. Предполагается провести также высокоточные измерения поляризации света, поступающего от звезд, созвездий и квазаров, что позволит исследовать их магнитные поля.

Группу, работающую на новом телескопе, возглавил шведский астроном А. Ардеберг (A. Ardeberg), директор Лундской обсерватории.

New Scientist. 1989. Vol. 123. № 1684. P. 35 (Великобритания).

тепление, а в верхних слоях атмосферы способен, как полагают, заметно понизить температуру.

Уточнил эти выводы в своей первой научной работе 17-летний американский школьник М. А. Маджумдар (M. A. Majumdar; Ричленд, штат Вашингтон). Его работа удостоена премии на 48-м ежегодном Всеамериканском конкурсе «Поиски научных талантов». Из его математической модели следует, что, если в течение следующего столетия содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере удвоится, зимой средняя температура в Антарктиде понизится примерно на  $6^\circ\text{C}$ . Связано это с тем, что озоновая дыра в полярной стратосфере ускоряет отток тепла во внешнее пространство. Кроме того, полярные стратосферные облака будут образовываться ежегодно в более ранние сроки и существовать дольше, чем теперь.

Маджумдар один из 30 финалистов конкурса, которые получили по 1 тыс. долл., предназначенных для оплаты дальнейшего обучения в любом университете по их выбору. 10 из 1460 участников за свои исследования удостоены премий в размере от 7500 до 20 тыс. долл., предназначенных на те же цели.

С 1942 г., когда начались подобные конкурсы, 20 их участников в дальнейшем были избраны в Национальную академию наук США, пятеро получили Нобелевские премии, а двое — высшую из наград в области математики — медаль Филдса.

Earth Science. 1989. Vol. 42. № 1. P. 10 (США).



Химия атмосферы

Химия атмосферы

## Связь парникового эффекта с озоновой дырой

Известно, что парниковый эффект приводит к двойственным последствиям: у поверхности Земли он вызывает по-

## Уничтожение леса влияет на атмосферу

Ежегодно сжигание органического топлива приводит к выбросу в атмосферу около 5,6 млрд т диоксида углерода. К этому прибавляются, как

считалось до сих пор, еще 2 млрд т  $\text{CO}_2$  за счет вырубки и выжигания лесов.

Однако Ч. Килинг (C. Keeling; Скриппсовский океанографический институт, Ла-Холья, штат Калифорния, США) считает последнее значение явно заниженным. Более реальные 4 млрд т, так как сплошная вырубка приводит к сильному повреждению почвенного покрова и препятствует возобновлению растительности. Уничтожение лесов активно идет не только в Бразилии и Индонезии, но и в Северной Америке, в том числе в обширной канадской провинции Британская Колумбия. Единственное противодействие еще большего насыщения воздуха диоксидом углерода — способность последнего активизировать рост древесной массы, что усиливает поглощение  $\text{CO}_2$  за счет фотосинтеза.

За последние два года, по данным метеостанции Мауна-Лоа на Гавайских о-вах, концентрация  $\text{CO}_2$  превысила  $3,5 \cdot 10^{-4}$ , тогда как в доиндустриальную эру она была не более  $2,8 \cdot 10^{-4}$ .

Примерно с 1940 г. растительность в среднем поглощала двуокись углерода. Однако в последние 15 лет баланс нарушился. Вместо того чтобы поглощать не менее 500 млн т  $\text{CO}_2$  в год, она сама стала поставлять в атмосферу столько же этого газа, причем процесс все усиливается.

Килинг объясняет это тем, что уничтожение лесов вызывает значительно большие последствия, чем считали до сих пор. Единственное средство спасения атмосферы, по его мнению, — быстро приостановить вырубку в крупных масштабах.

Правда, он не отрицает влияния и других природных факторов. Так, явление Эль-Ниньо (катастрофическое потепление морских вод в центральной и восточной частях Тихого океана и атмосферы над ними) привело к засухе, из-за чего усилился выброс  $\text{CO}_2$ . Однако с июня 1989 г., через несколько месяцев после прекращения Эль-Ниньо, рост концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере приостановился.

New Scientist. 1989. Vol. 123. № 1682. P. 25 (Великобритания).

## Физика

## Зеркальные частицы в ер-столкновениях

Как известно, в стандартной теории элементарных частиц нарушена симметрия между левым L и правым R. Это кажется эстетически неудовлетворительным, поэтому, начиная с работы Т. Ли и Ц. Янга (1956) и И. Ю. Кобзарева, Л. Б. Окуня и И. Я. Померанчука (1966), обсуждается гипотеза, согласно которой наряду с наблюдаемой L-материей существует также R-материя, которая есть как бы зеркальное отражение L-материи, т. е. что существуют зеркальные частицы. Их свойства предсказываются во многих расширенных вариантах стандартной модели электрослабых взаимодействий. Масштаб, на котором восстанавливается зеркальная симметрия, может незначительно превосходить масштаб нарушения электрослабой симметрии, поэтому экспериментальные попытки обнаружить зеркальные частицы имеют под собой основания.

Ф. Цикор (F. Csikor; Институт теоретической физики Университета им. Р. Этвеша, Будапешт, Венгрия) и Н. Монтвей (N. Montvay; группа DESY, Гамбург, ФРГ) предложили вести поиск зеркальных лептонов на электрон-позитронных коллайдерах. По их мнению, наиболее яркая характеристика процесса с участием зеркальных частиц — присутствие в конечном состоянии четырех лептонов или струй с большими поперечными импульсами. Дело в том, что при распадах зеркального нейтрино  $N_e \rightarrow e^- + W^+$  и зеркального электрона  $E^- \rightarrow e^- + Z$  или  $\nu_e + W^+$  с массами около 150 ГэВ более чем в половине событий все поперечные импульсы в конечном состоянии превышают 20 ГэВ, поэтому эффекты квантовой хромодинамики в данной области энергий пренебрежимо малы.

Численные оценки показали, что на ускорителе HERA (энергия соударений 314 ГэВ) можно обнаружить зеркальные лептоны с массой до 200 ГэВ, а на проектируемом ер-коллай-

дере в ЦЕРНе (1,4 ТэВ) — вплоть до 500 ГэВ. Авторы также предполагают, что должны существовать верхний предел масс зеркальных фермионов, если они возникают в результате взаимодействия со скалярным полем Хиггса.

Preprint DESY. 1989. № 89-094.

## Физика

## Нейтринные эксперименты на Ровенской АЭС продолжаются

В лаборатории Института атомной энергии им. И. В. Курчатова на Ровенской АЭС начат новый этап изучения слабых взаимодействий электронных антинейтрино  $\bar{\nu}_e$  с нуклонами — регистрируется расщепление дейтронов d:

$$\bar{\nu}_e + d \rightarrow n + p + \bar{\nu}_e'$$

а также реакция:

$$\bar{\nu}_e + d \rightarrow n + n + e^+,$$

в которой протон p, входящий в состав дейтрона, превращается в нейтрон n, так что в результате возникают два нейтрона и позитрон. Кроме того, продолжается изучение процесса:

$$\bar{\nu}_e + p \rightarrow n + e^+,$$

родственного второй реакции, но идущего на свободном протоне.

Из-за экспериментальных трудностей первая реакция изучена плохо, и хотя за последние 25 лет попытки наблюдать ее предпринимались неоднократно, только одна из них (осуществленная Ф. Райнесом в 1979 г.) оказалась удачной. Вероятность этой реакции определяется квадратом так называемой «аксиальной константы нейтрального тока»  $g_A^0$ . Вторая реакция и на 80 % третья определяются квадратом «аксиальной константы заряженного тока»  $g_A^+$ . Эти фундаментальные константы характеризуют «силу» взаимодействия и играют роль, аналогичную роли электрического заряда при электромагнитном взаимодействии.

В эксперименте первые две реакции различаются по числу нейтронов, появляющихся в акте взаимодействия. Созданный авторами детектор «Дейтрон» содержит 3000 кг тяжелой воды, в которую погружены газовые счетчики, регистрирующие нейтроны. За несколько месяцев удалось зарегистрировать 3 тыс. актов первой реакции и 400 нейтронных пар, возникающих во второй реакции.

Ранее в той же лаборатории состоялся пуск двух других детекторов, регистрирующих третью реакцию. Один из них аналогичен «Дейтрону», но мишенью в нем служит обычная, а не тяжелая вода. Другой детектор измеряет энергетический спектр реакторных антинейтрино.

Все три детектора расположены в одном потоке антинейтрино и составляют единый комплекс. Дело в том, что результаты эксперимента зависят не только от исходных свойств слабого взаимодействия, но и от интенсивности потока и его энергетического спектра. Эти характеристики и измеряют детекторы, регистрирующие реакцию на свободном протоне. В каждом из них уже зарегистрировано по 100 тыс. полезных событий.

Из их анализа получены следующие значения констант:

$$g_A^+ = 1,77 \cdot 10^{-49} \text{ эрг} \cdot \text{см}^3 \pm 2,8 \%,$$

$$g_A^0 = g_A^+ (1,06 \pm 0,16).$$

Это первый случай измерения фундаментальной константы по реакциям взаимодействия электронных антинейтрино с нуклонами.

Кроме того, найдена степень поляризации  $\bar{\nu}_e$  — она отличается от полной (100 %) не более чем на 4,7 %.

В дальнейшем авторы предполагают улучшить точность измерений.

Письма в ЖЭТФ. 1990. Том 51 № 2  
С. 82—84.

## Физика

## Движение тела в толще льда

Г. А. Аскарьян (Институт общей физики АН СССР) рассмотрел возможность движения



Схема эксперимента по «плавлению во льду» под действием мощных радиоволн.

тел в толще льда — «плавления во льду» в лучах мощных радиоволн. Связано это с высокой радиопрозрачностью льда при низких температурах. Так, в диапазоне  $-50^{\circ}\text{C} \div -70^{\circ}\text{C}$  глубина поглощения меняется от нескольких сот метров до километров. Существует много мест, где большие толщи льда находятся при таких температурах, например Антарктида. Из-за крайне тяжелых условий работы эти слои мало изучены, а именно в них заключена богатая информация о процессах на Земле в далекие времена.

Автор предлагает установить на поверхности льда СВЧ-генератор мощностью не менее 100 кВт и антенной сфокусировать его излучение на модуле с покрытиями, поглощающими радиоионизацию. Нагрев этих поверхностей приведет к локальному плавлению льда. В результате модуль начнет двигаться вниз (если его средняя плотность больше плотности воды) или вверх (в противоположной ситуации) со скоростью около 1 км/день. Направление движения по вертикали можно менять, сбрасывая с модуля балласт по условному сигналу. Движение модуля по горизонтали можно осуществить, снабдив его регулируемые крыльями, частично переводящими вертикальное движение в горизонтальное, или сделав облучение несимметричным. При периодическом воздействии с большими импульсными мощностями возможен перегрев паров воды, в результате чего модуль начнет двигаться вбок под действием давления паров.

По мнению автора, такие управляемые модули примени-

мы, например, для регистрации редких частиц высоких энергий — мюонов, нейтрино и т. д. — по всплескам радиоизлучения от рождаемых ими в атмосфере ливней частиц (модули могут регистрировать звуковые импульсы и световые вспышки от таких ливней) и т. п. Можно использовать их и для взятия проб из реликтовых слоев льда и грунта подо льдом, сбора метеоритов, измерения глубинной радиоактивности космических частиц и т. п.

Письма в ЖЭТФ. 1989. Т. 50. № 11. С. 446—448.

#### Вычислительная техника

### Компьютер помогает пианистам

Пианисты-профессионалы из-за чрезмерных упражнений могут «переиграть» руку. Чтобы этого не случилось, американские исследователи из университета в Западном Лейфетте (штат Индиана, США) разработали компьютерную программу, с помощью которой можно контролировать усилия пальцев во время игры. Информация передается двумя видеокамерами, наблюдающими за перемещениями суставов пальцев в двух измерениях. Компьютер определяет силу удара по клавишам. Оказалось, что в первую очередь она зависит от постановки пальцев: при «неправильном» их положении приходится прикладывать в четыре раза большее усилие. Усилие минимально, если пальцы перпендикулярны клавишам, и максимально — если параллельны. Поскольку оба положения неудобны для игры и неестественны, по разработанной программе можно подобрать удобное положение, оптимальное по затрачиваемым усилиям.

Программа способна помочь и профессиональным машинисткам, людям, работающим на конвейере, т. е. там, где пальцы выполняют одну и ту же повторяющуюся операцию.

New Scientist. 1989. Vol. 123. № 1681. P. 43 (Великобритания).

#### Генетика

### Исследования гена шизофрении продолжаются

Недавно установлена прилизительная хромосомная локализация гена, предрасполагающего к шизофрении<sup>1</sup>. Однако исследования, проведенные в Шотландии и Университете штата Юта, подтверждают другое мнение: шизофрения слишком сложна, чтобы вызываться одним геном.

Область, связанная с геном, «претендующим» на роль определяющего фактора шизофрении, занимает небольшую часть хромосомы 5. С помощью ферментов, разрезающих ДНК, и специальных маркеров ДНК были обнаружены общие генетические отклонения в хромосоме 5, в том числе и среди шизофреников нескольких семейств.

Анализируя наследование этих отклонений, психиатр Дж. Клэр (J. St. Clair; Эдинбургский университет) исследовал 166 человек в 15 шотландских семьях, у 44 из которых диагностировалась шизофрения, а у 31 — другие психические болезни. Оказалось, что в семьях с большим числом шизофреников в двух или более поколениях отклонения в хромосоме 5 если и наследуются вместе с шизофренией, то лишь в небольшой части случаев.

Другой группой генетиков под руководством В. Базерли (W. Byerley) для исследования ДНК использовались различные маркеры ДНК. Обследованы 60 человек из 6 семей в штате Юта, из них 24 — с диагнозом шизофрении. Вывод аналогичный: исследователи на 90 % уверены в отсутствии связи изученных ими случаев шизофрении с хромосомой-5.

Science News. 1989. Vol. 135. № 23. P.359 (США).

<sup>1</sup> Рогов Е. И. В поисках генов шизофрении // Природа, 1989. № 11. С. 91.

## Биохимия

## Саморасщепление синтетических пептидов

Американские ученые Дж. Блэджетт и Г. Лондон (J. Blodgett, G. London; Лаборатория медицинской химии и фармакологии и Университет Пердью, Уэст-Лафейетт, штат Индиана) показали, что пептиды, содержащие диаминокислоты (2,4-диаминобутановую и 2,3-диаминопропановую), вовлекаются в различные внутримолекулярные реакции: прямое расщепление (разрыв) молекул за счет взаимодействия аминогруп-

пы ( $\text{NH}_2$  —) с атомом углерода карбонильной группы ( $\text{CO}$ —) или транспептидации («перескоку» карбонильной группы на атакующую боковую аминогруппу).

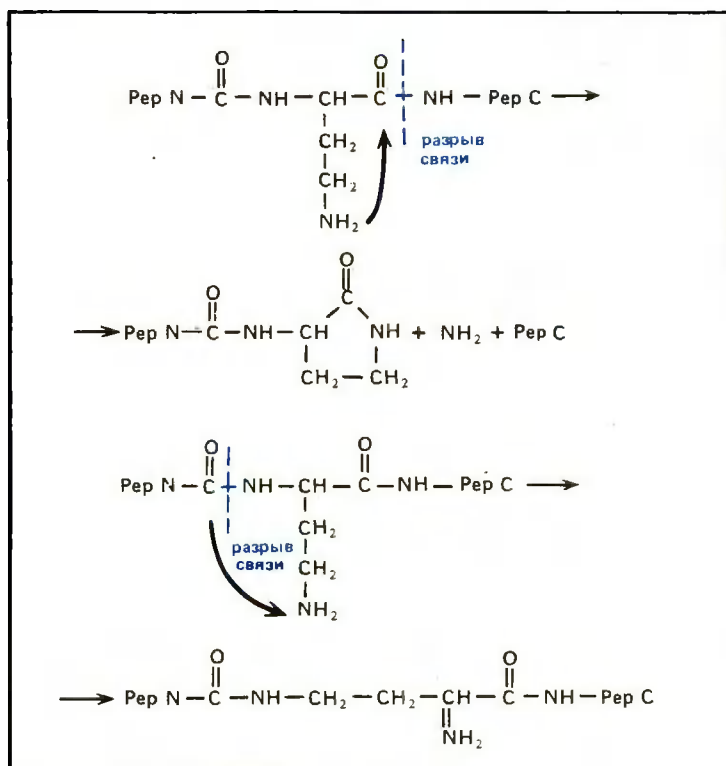
В экспериментах преобладала транспептидация, катализируемая фосфатными и карбонатными ионами.

По мнению авторов, транспептидацией можно объяснить неустойчивость ряда антибиотиков с 2,4-диаминобутановой кислотой (например, полимиксин М теряет активность при pH 10 за 3—5 дней). Некоторые  $\beta$ -лактамы антибиотиков также разрушаются из-за транспептидации.

Интересно, что пептиды, содержащие аминокислоту лизин — аналог диаминокислот, не подвергаются транспептидации вследствие удаленности боковой  $\epsilon$ -аминогруппы от атакующего атома углерода и неустойчивости промежуточного циклического соединения.

Journal of the American Chemistry Society. 1989. Vol. 111. № 17. P. 6813—6821 (США).

Саморасщепление синтетических пептидов. Вверху — прямое расщепление; внизу — транспептидация. Рер N — участок пептида с концевой аминогруппой ( $\text{NH}_2$ —); Рер С — участок пептида с концевой карбонильной группой ( $\text{CO}$ —); взаимодействие групп показано большими стрелками.



## Иммунология

## Контроль за отторжением

Больные после пересадки органов вынуждены всю жизнь принимать лекарства, подавляющие иммунные реакции организма, приводящие к отторжению пересаженных тканей. Тем не менее часто отторжение происходит, прежде чем врачи заподозрят возможность возникновения этого процесса и установят его начало, так как нет способов, позволяющих это сделать.

Недавно медики во главе с Дж. Форситом (J. Forsyth; Трансплантационный центр, Ньюкасл-на-Тайне, Северная Англия) нашли способ достаточно точно контролировать иммунный ответ организма. Они изучали интерлейкин-11 (Ил-11), вырабатываемый Т-лимфоцитами и участвующий в отторжении трансплантатов. Содержание Ил-11 в организме не является прямым показателем этого процесса. Однако перед началом отторжения увеличивается количество его рецепторов на Т-лимфоцитах. Его измеряли у 23 больных с различными пересаженными органами: 300 анализов, полученных за 14 дней, помогли весьма точно установить сроки начала отторжения.

Тест, разработанный авторами, позволяет врачам точнее дозировать лекарства, подавляющие иммунные реакции, например, циклоспорин, который прямо воздействует на синтез ДНК и очень токсичен — его передозировки опасны для организма.

New Scientist. 1989. Vol. 122. № 1667. P. 32 (Великобритания).

## Микробиология

## Термофильная спирохета

В Институте микробиологии АН СССР выделена и описана термофильная спирохета. Из анализа последовательностей нуклеотидов в 16S рРНК следует, что предки современных бакте-

рий были термофильными организмами: в основании большинства ветвей филогенетического дерева обнаруживаются термофилы. Поскольку все ферменты термофилов приспособлены к функционированию при повышенной температуре, такие организмы не могли возникнуть в результате последовательных мутаций, а должны были быть предковыми формами.

Спирохеты представляют отдельную ветвь на филогенетическом древе, и термофилы среди них не были известны. Открытие термофильной спирохеты доказывает, что и эта ветвь не составляла исключения.

Спирохета была выделена В. А. Светличным и Е. Ю. Аксеновой из термального источника на о. Шиашкотан (Курильские о-ва). Такие источники в пористых вулканических породах образуются вследствие растекания горячей опресненной воды над клином холодной морской воды. Выделенная спирохета растет при температурах до 70 °С. Это анаэробный организм, сбраживающий углеводы с образованием органических кислот. В отличие от большинства спирохет, которые в культурах легко разрушаются, термофильная спирохета вполне устойчива при комнатной температуре и удобна для лабораторных исследований.

© Член-корреспондент АН СССР Г. А. Заварзин

Биология

## Удивительная форма репродуктивного доминирования

У большинства видов муравьев в гнезде есть одна или несколько плодовых самок-цариц, подавляющих плодовитость рабочих муравьев за счет выделения специального феромона. Некоторые примитивные по социальной организации виды муравьев-понерин (подсемейство Ponerinae) настоящих цариц не имеют, и их место занимают оплодотворенные рабочие — так называемые гамэргаты. До сих пор не было известно, как

гамэргаты препятствуют размножению других рабочих. Это выяснилось благодаря работе К. Питерса и С. Хигаси, изучавших австралийского муравья *Diacamma australe*<sup>1</sup>.

Во всех его гнездах исследователи нашли только по одному гамэргату. Все остальные рабочие были неоплодотворены и яиц не откладывали. Гамэргаты отличались от обычных рабочих наличием на груди пары небольших пузыревидных придатков (рудиментарных крыльев). Такие придатки имеют при выходе из куколки все молодые рабочие у муравьев рода *Diacamma* — признак оригинальный и редкий среди муравьев. Но почему у данного вида придатками обладают лишь гамэргаты? Ответить удалось, наблюдая за муравьями в искусственных гнездах. Когда молодой муравей выходит из куколки, старые рабочие окружают его, тщательно облизывают и помогают освободиться от остатков оболочки. Тогда же гамэргат обгрызает его грудные придатки. Бедняга пытается избежать увечья, но его удерживают окружающие муравьи. Таким образом все молодые рабочие в гнезде лишаются «крыльев» в первые часы после появления на свет. Когда из гнезда убрали гамэргата, первый же вышедший из куколки муравей сохранил в неприкосновенности свои придатки, но тут же принялся ампутировать их у тех, кто появлялся на свет позже. В итоге он занял место удаленного из гнезда гамэргата. Эксперимент был повторен несколько раз с тем же результатом.

Новоиспеченные гамэргаты вели себя очень агрессивно по отношению к остальным рабочим — толкали, насакивали, кусали за усики и ножки, а если те пытались откладывать яйца, гамэргаты тут же поедали их. Следовательно, молодые гамэргаты физически доминировали над остальными рабочими, препятствуя их размножению. В дальнейшем, если в гнездо проникали извне самцы данного вида, то они спаривались с гамэргатом, но не обращали ни-

какого внимания на лишенных грудных придатков рабочих. Возможно, придатки связаны с выделением половых аттрактантов.

После оплодотворения гамэргаты откладывали яйца и становились спокойнее, уже не нападая на остальных рабочих. Но та все равно оставались бесплодными. Если же гамэргата удаляли, многие рабочие муравьи начинали откладывать неоплодотворенные яйца. Вероятно, после оплодотворения гамэргаты доминируют уже не физически, а химически, выделяя феромон, подавляющий плодовитость рабочих. Так ли это — покажут дальнейшие исследования.

© В. Е. Кипятков, кандидат биологических наук Ленинград

Биология

## Хозяин «заботится» о зимовке паразита

Насекомые умеренных широт зимой впадают в особое физиологическое состояние покоя — диапаузу, в котором приостанавливается их развитие, питание, размножение, снижается чувствительность к морозу. Спрятавшись в укромных местах, они проводят холодное время года в оцепенении, а кому суждено дожить до весеннего тепла, — в значительной мере зависит от надежности зимнего убежища. Особенно осложняется задача у некоторых паразитов-энтомофагов.

Наездник *Aphidius nigripes* зимует на стадии предкуколки внутри мумии (вздтой затвердевшей оболочки) своего хозяина — тли. Естественно, впадающему в диапаузу паразиту, придется перезимовать там, где, погибая, потеряла подвижность тля. Однако эксперименты Дж. Бродера и Дж. Макнила (J. Brodeur, J. McNeil; Лавальский университет, Канада) показали, что обычно паразит вовсе не остается на открытом всем ветрам месте, где тля сидела до ее заражения паразитом: зараженные тли, как оказалось, корен-

<sup>1</sup> Peeters C., Higashi S. // Naturwissenschaften. 1989. 8d. 76. № 4. S. 177—180.



ным образом меняют свои привычки.

В эксперименте зараженных картофельных тлей *Macrosiphum euphorbiae* содержали при 12-часовом световом дне и температуре 20 °C. В таких условиях около половины особей афидиуса впадают в диапаузу, а оставшаяся часть продолжает развиваться. Собрав все мумии и отметив их местонахождение, экспериментаторы подсчитали, из каких мумий крылатые наездники вылетели через относительно короткий срок, а в каких впади в оцепенение. Из 438 мумий с паразитом, находящимся в диапаузе, лишь около 37 % остались на растении; у 566 мумий, в которых паразиты не впади в диапаузу, этот показатель равнялся 81 %. Зато доля тлей, забравшихся до своего мумифицирования под горшок с экспериментальным растением, составляла в первом случае 30 %, а во втором — 4 %. Таким образом, впадая в диапаузу, паразит вызывает у хозяина абсолютно несвойственное ему в норме стремление куда-либо спрятаться.

Такое изменение поведения хозяина и ведет к тому, что в агроценозах афидиус зимует в основном не на картофельных полях, что сохраняет жизнь значительной части его популяции.

Место, выбранное тлей до мумифицирования, влияет и на доступность афидиуса вторичным паразитам (т. е. паразитам, в свою очередь, заражающим афидиуса). В лабораторных экспериментах обнаружено, что в мумиях, оставшихся на растении, погибает из-за вторичного паразита *Asaphes vulgaris* 33 % как впадавших, так и не впадавших в диапаузу особей афидиуса. Но в мумиях тлей, покинувших растение, гибель афидиуса различна: впадавшие в диапаузу афидиусы заражаются вторичным паразитом лишь в 12 % случаев, а не впадавшие — в 48 % случаев. Остается лишь удивляться, сколь тонки механизмы приспособления к условиям обитания, особенно если речь идет о системе взаимоотношений паразит-хозяин.

## Зоология

### Необъяснимая страсть к путешествиям

Несмотря на многочисленные исследования образа жизни атлантической зеленой черепахи, многое в нем остается загадочным. Известно, что зеленые черепахи о. Вознесения, равноудаленного от берегов Африки и Южной Америки, выводят потомство только на этом острове, а кормиться отправляются более чем за 2 тыс. км к берегам Бразилии, в сезон размножения вновь возвращаясь на о. Вознесения<sup>1</sup>. При этом у американских берегов много мест размножения черепах того же вида. Зачем же они отправляются в столь дальний путь? Как сформировался этот миграционный маршрут? Возникла гипотеза, по которой такой маршрут — результат дрейфа материков: постепенное, около 2 см в год, расхождение Южной Америки и Африки вело к тому, что когда-то расположенные рядом места размножения и кормления черепах отодвинулись друг от друга, и каждое новое поколение преодолеvalo все большее расстояние (при этом предполагается крайне высокий гнездовой консерватизм зеленых черепах).

Проверить гипотезу помогло сравнительное биохимическое исследование, проведенное Б. Боуэном, Э. Мейлан и Дж. Эвайзом (B. W. Bowen, A. B. Meylan, J. C. Avise; Университет штата Джорджия и Флоридский институт морских исследований, США). Они собрали яйца (по 1—3 штуки) из 46 гнезд зеленых черепах в четырех местах: два — с Атлантического побережья Америки, третье с о. Вознесения и четвертое — с Гавайских о-вов (в Тихом океане). Яйца искусственно инкубировали, а затем сравнили белковые составы эмбрионов. Оказалось, что первые три группы генетически очень близки, а гавайская имеет с ни-

ми более дальнее родство. Таким образом, не может быть и речи о генетической изоляции популяции о. Вознесения в течение миллионов лет. Видимо, зеленая черепаха либо относительно недавно «освоила» этот остров, либо атлантические популяции постоянно обмениваются генами (т. е. высокий гнездовой консерватизм весьма сомнителен). В любом случае гипотеза, связывающая миграции черепах с дрейфом материков, не подтверждена. Нужны новые объяснения...

Proceedings of the National Academy of Sciences USA. 1989. Vol. 86. № 3. P. 573—576 (США).

## Зоология

### Головастики делают себе гнезда

В Южной Америке обитают бесхвостые земноводные — свистуны (*Leptodactylidae*), отличающиеся большим разнообразием способов размножения и развития потомства. Многие виды свистунов размножаются не в водоемах, а на земле. Здесь взрослые особи строят гнезда из пены, образованной собственной слюной, куда откладывают икру. Благодаря гнездам икра не высыхает.

Зоологи Дж. Колдуэлл и П. Лопез (J. P. Coldwell, P. T. Lopez; Калифорнийский университет, Лос-Анджелес, США) обнаружили удивительный факт: у белоусого свистуна (*Leptodactylus mystaceus*) гнезда делают не только взрослые особи, но и головастики. Самцы выкапывают в почве маленькие «бассейны», которые могут затем заполняться водой при ливнях. Перед спариванием самец и самка делают в «бассейне» пенистое гнездо, куда самка откладывает икру. Однако в местах обитания белоусого свистуна в Бразилии дожди идут нерегулярно, и, если гнездо не затопливается водой, оно лишь временно спасает потомство от высыхания. При дожде же гнездо растворяется и головастики расплываются по «бассейну». Но поскольку головастики все-таки рискуют высохнуть в отсут-

<sup>1</sup> См. об этом: Загадочные странствия зеленой черепахи // Природа. 1985. № 1. С. 111—112.

стави дождей, они делают гнездо сами из пены. При этом они резко изгибают туловище, выделяя из кожи слизистые вещества, образующие пену. Эксперименты показали, что головастики способны построить гнездо, если их более шести (иначе не хватает пены). В природе, однако, в каждом «бассейне» (охраняемом взрослым животным) находятся десятки и даже сотни головастика.

Таким образом, адаптация к размножению бесхвостых земноводных на суше может усложняться у видов, обитающих в нестабильных условиях среды, так как гнезда способны создавать даже личинки.

Coreia. 1989. № 2.  
P. 498—502 (США).



Охрана природы

## Проект «солепровода» в Австралии

Как и во многих странах, деградация почв стала серьезной угрозой для сельского хозяйства Австралии. Так, в штате Новый Южный Уэльс около 90 % угодий официально считаются в той или иной мере охваченными ею. Особенно значительную роль играет связанное с ирригацией засоление земель. Положение усугубляется вырубкой деревьев, приводящей к подъему грунтовых вод.

Власти штатов Виктория, Южная Австралия и Новый Южный Уэльс ныне рассматривают крупномасштабный проект, который позволил бы эффективно бороться с этим бедствием в плодородных бассейнах рек Меррей и Дарлинг. Предполагается построить трубопровод протяженностью около 2 тыс. км, который станет отводить соленые воды из внутренних областей страны к морю; водозаборники будут собирать их с глубины около 2 м.

Строительство может обойтись в 1 млрд австрал. долл., но нужно учесть, что засоление почв наносит сельскому хозяйству этих штатов ущерб на сумму не менее 100 млн австрал. долл. ежегодно.

New Scientist. 1989. Vol. 122. № 1671.  
P. 37 (Великобритания).



Охрана природы

## Керамика спасет слонов

За последнее десятилетие численность слонов в Африке сократилась более чем наполовину и не превышает ныне 700 тыс. Их истребление связано в первую очередь с высокой стоимостью бивней на мировом рынке. Интересны в связи с этим опыты английского химика Дж. Биннера (J. Binner; Ноттингемский университет), разработавшего искусственную слоновую кость из керамики.

Слоновая кость подобна дентину, из которого состоят зубы человека. Она ценится за то, что достаточно мягка для гравировки и резьбы и полируется до очень гладкой поверхности. Пианисты чтут пористые «слоновые» клавиши, впитывающие пот. Искусственных видов «слоновой кости» немало, но все они основаны на пластмассах и имеют много недостатков: теплопроводность их обычно мала, влагу они впитывают плохо, на ощупь не очень приятны.

Керамики Биннера, напротив, высокопористы и обладают другими достоинствами слоновой кости, правда существуют пока лишь в виде порошков. Изобретатель надеется скоро получить материал, полностью воспроизводящий все свойства, какими природа наделила слоновый бивень. Может быть, тогда цены на него упадут и браконьерство сократится.

New Scientist. 1989. Vol. 123. № 1679.  
P. 35, 37 (Великобритания).



Охрана природы

## Орангутан в опасности

Индонезийский национальный парк Таджунг-Путинг на о. Калимантан — одно из последних убежищ орангутанов. Однако и здесь им грозит опасность.

Дело в том, что браконьеры, заинтересованные вовсе не в человекообразной обезьяне, а в рыбе (в реках парка водится рыба *Callionymus*, высоко ценимая любителями китайской кухни),

постоянно нарушают заповедный режим парка и не дают покоя орангутанам.

Эта рыба сама является видом, находящимся под угрозой исчезновения, что еще больше привлекает к ней гурманов. Стоимость одной рыбины очень высока — около 65 тыс. индонезийских рупий (около 24 фунт. ст.) — и приближается к годовому доходу местного жителя.

Помимо рыбаков-браконьеров охрана парка часто обнаруживает здесь незаконных лесорубов и охотников, которые также мешают орангутанам и отесняют их с лучших участков тропического леса. Б. Галдикас (B. Galdikas), 17 лет ведущая борьбу за сохранение орангутанов, добивается от индонезийских властей принятия действенных мер для защиты этих редчайших животных от полного исчезновения.

New Scientist. 1989. Vol. 122.  
№ 1671. P. 36 (Великобритания).



Охрана природы

## Возродится ли фрейра!

Буревестник фрейра (*Pterodroma madeira*) с о. Мадейра в Атлантическом океане, вероятно, самая редкая в Европе птица. Она гнездится только на крутых скалистых откосах к западу от Фуншала — главного города Мадейры. Согласно подсчетам орнитологов, ныне сохранилось не более 30 пар этих птиц. Возникла угроза, что фрейру постигнет судьба большой гагарки, ранее обитавшей в Европе и окончательно исчезнувшей в 1844 г.

Главный враг фрейры — черная крыса (*Rattus rattus*), которая живет у подножия скал и умело карабкается по их почти отвесным склонам. Она поедает птичьи яйца, птенцов и даже взрослых буревестников.

В последние годы Международным советом по охране птиц при содействии Британского министерства сельского хозяйства, рыболовства и продовольствия, а также крупной химической компании «ICI» принимаются меры для защиты фрейры. Уничтожение крыс на островах уже дает первые результаты:

нападения на птичьи гнезда практически прекратились. Орнитологи с нетерпением ждут, когда у прибывших в мае 1989 г. на привычные гнездовья птиц появится потомство.

New Scientist. 1989. Vol. 122. № 1666.  
P. 35 (Великобритания).



Экология

## Экспорт загрязнений

Международная природоохранная общественная организация «Грин пис» опубликовала отчет о захоронении ядовитых или радиоактивных отходов за пределами тех стран, где они произведены. За последние 20 лет зафиксировано свыше 100 случаев, когда государственные организации и частные фирмы промышленно развитых стран доставляли вредные побочные продукты тех или иных производств или атомной энергетики в развивающиеся государства (с согласия местных властей, а иногда и без него). Образовалась даже полуподпольная сеть посредников между производителями отходов и их «хранителями».

Среди стран-«получателей» числятся Мексика, Аргентина, Бразилия, Панама, Уругвай, но особенно подобная практика распространена в государствах Западной и Юго-Западной Африки. Так, Республика Гвинея-Бисау лишь недавно расторгла пятилетний договор, по которому она принимала от одной из фармацевтических фирм и компаний по производству красителей до 15 млн т отходов в год. На принадлежащий этой стране о. Касса доставлено 15 тыс. т золы, образовавшейся при сжигании мусора в американском г. Филадельфии (более 15 млн т золы оттуда же получила под видом наполнителя для дорожных покрытий Панама). Сьерра-Леоне стала хранительницей промышленных отходов, содержащих кадмий и ртуть. Правительство Либерии выразило готовность принять на хранение опасные для жизни отходы из ФРГ. Власти Бенина подписали договор с фирмами США и Западной Европы о ежегодной доставке на

свою территорию 5 млн т промышленных отходов.

В нигерийский порт Коко прибыло судно из Италии с 4 тыс. т химических веществ, включая ядовитые полихлорбифенилы. Ржавые бочки после разгрузки дали течь, и разгневанная общественность добились их возвращения в Италию. Такая же судьба постигла 11 тыс. т итальянских отходов, поступивших было в Венесуэлу.

По мере ужесточения законов против загрязнения среды в развитых странах подобная практика избавления от вредных отходов учащается. Стоимость размещения 1 т промышленных отходов в США и Западной Европе в ряде случаев в 25 раз превышает принятую в развивающихся странах (в Африке, например, устоялась средняя расценка: за 1 т захороненных отходов 40 долл.).

New Scientist. 1989. Vol. 122. № 1658.  
P. 25 (Великобритания).



Экология

## Засуха на «полюсе влажности»

Специалисты из Центра наук о природной среде (Нью-Дели, Индия) пришли к выводу, что над Черрапунджи — самым дождливым в мире районом, расположенным на высоте 1313 м над ур. м. в пределах плато Шиллонг (северо-восток Индии), нависла угроза превращения в пустыню. Черрапунджи, где выпадает до 9150 мм осадков в год, известен цветущими ущельями, мощными водопадами, множеством ручьев и рек; небо здесь большую часть года укрыто плотными облаками. И, как ни странно, именно здесь недавние обследования выявили признаки относительной засухи. Причину ученые видят в продолжающейся 25 лет бесконтрольной вырубке лесов. Старый враг леса — издавна распространенное среди местного племени каси подсечно-огневое земледелие, когда после истощения плодородия на очередном участке лес выжигается на соседнем. Но с рас-

том численности населения такой цикл, ранее составлявший 20—30 лет, сократился до 3—5, что препятствовало восстановлению растительности. Лишь недавно подобная практика была запрещена.

Сейчас в Черрапунджи годовое количество осадков выпадает за 3—4 мес, остальная часть года стала засушливой; весь дождевой сток происходит за 2 мес в конце муссонного сезона, после чего влаги в почве почти не остается. Из геологических пород здесь преобладают известняки, покрытые тонким слоем глины. Потеряв лесную защиту, глина легко вымывается осадками, а известняки растворяются кислотными дождями. Образуются все новые карстовые полости, активно поглощающие воду.

Контрастом служит священный для каси заповедный лес Лавлингдох неподалеку от шоссе Черрапунджи — Шиллонг: здесь на площади 8 км<sup>2</sup> сохранились вековые дубы, рододендроны и другие широколиственные породы деревьев, считающиеся у каси вместилищем душ их предков.

Управление по охране среды Индии разработало план восстановления лесов на плато Шиллонг, однако обильные осадки смывают на незащищенных склонах семена растений, а длящаяся по 8 мес засуха препятствует их развитию.

Ambio. 1989. Vol. XIII. № 5. P. 300  
(Швеция).

Геология

## Добыча драгоценных камней

С 1986 г. во всем мире довольно резко возрастает добыча драгоценных камней. Так, к началу 1989 г. добыча алмазов в Австралии вчетверо превысила уровень 1985 г., и все же спрос оставался высоким, а ожидавшегося падения цен на алмазы, связанного со вступлением в эксплуатацию крупнейшего промышленного месторождения Аргайл в штате Западная Австралия, не произошло.

На первом месте в общемировой добыче алмазов<sup>1</sup> продолжает оставаться Австралия, доля которой составляет около 1/3 (примерно 30 млн карат); следующий за ней Заир составляет на 50 % меньше алмазов. В ближайшем будущем положение Австралии как ведущего производителя еще более укрепится в связи с вводом крупного месторождения Боу-Ривер, где качество продукции ожидается особенно высоким.

Большое внимание привлекло сообщение известной алмазодобывающей компании «Де Беерс» о том, что на одном из принадлежащих ей в ЮАР рудников добыт драгоценный камень голубовато-белого цвета, получивший название «Алмаз Столетия». Его масса в необработанном виде — 599 карат; после обработки, по оценкам экспертов, он будет иметь около 320 карат и станет вторым по величине среди бриллиантов мира. Цена такого камня приблизительно 30 млн долл.

Эксперты затрудняются назвать точные цифры добычи других драгоценных камней, так как не все страны и компании публикуют статистические данные, а в ряде случаев незаконная добыча и контрабандная торговля составляют весьма значительную долю общей продукции (особенно это характерно для изумрудов Колумбии).

Спрос на такие драгоценные камни, как рубины, сапфиры, изумруды, аквамарины, продолжает оставаться большим, и цены на них сохраняются на мировом рынке высокими, что поощряет разведку новых месторождений.

Geotimes. 1989. Vol. 34; № 2. P. 15 (США).

#### Геология

### 125-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюши»

Исследования велись в преддуговых районах западной части Тихого океана, располо-

женных между глубоководными желобами и активными островными дугами. Изучались строение, состав и температуры осадочного чехла, вулканических пород, а также более глубоких — мантийных в девяти точках, где было пробурено 15 скважин.

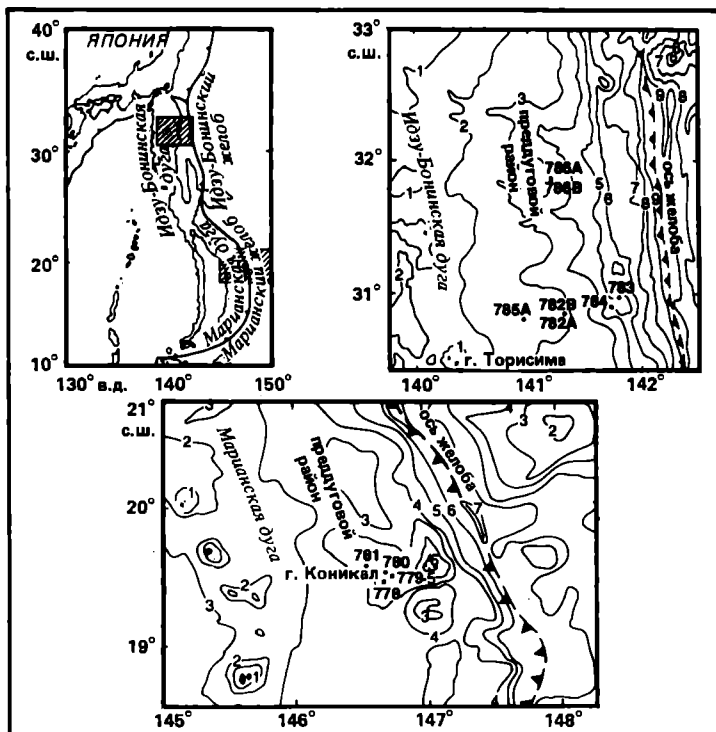
Для Идзу-Бонинского района наиболее характерна мощная толща вулканических отложений, перекрывающая типично пелагическую толщу карбонатных илов, мергелей и глин, обогащенных биосиликатами (скв. 782, 785, 786). Толстый слой пемзы помешал бурению скв. 785 на глубине 100 м от поверхности дна. В двух других точках пробурено четыре скважины, но три из них дошли лишь до фундамента и только скв. 786В прошла 666,1 м массивных брекчированных лав и даек вулкана, возраст которого (средний эоцен — 42 млн лет) установлен по микроокаме-

нелостям в осадках; ниже лежат мантийные перидотиты.

В рейсе разбурены две удивительные подводные вершины, расположенные примерно в 100 км от глубоководных желобов: гора Коникал в Марианском районе (скв. 778—781) и гора Торисима в Идзу-Бонинском (скв. 783, 784). Обычно подводные горы имеют вулканическое происхождение и сложены базальтовыми лавами. Эти же покрыты серпентинитами — более глубинными породами, образующимися при взаимодействии мантии с водой. Поднятые керны состояли из серпентинизированных перидотитов с вкраплениями метаморфизованных темноцветных пород, сходных по составу на обеих вершинах: видимо, мантия, подстилающая Идзу-Бонинский и Марианский районы, одна и та же.

На вершине горы Коникал (скв. 780) серпентинитовый ил перенасыщен водой и лишен текстуры, на флангах (скв. 778, 779) пластичен, переключен в складки и имеет чешуйчатую текстуру. В поровой воде из серпентинита (с глубины 314 м)

Районы буровых работ в 125-м рейсе «ДЖОЙДЕС Резолюши» (в штрихованы) и положения скважин в них (цифры у изобат — глубина океана, тыс. м).



<sup>1</sup> Добыча алмазов в СССР в этом обзоре не учитывается. (Прим. ред.)

вдвое меньше хлоридов и бромида, чем в морской воде, зато выше значения pH (12,6) и концентраций карбоната, бикарбоната, сульфат-ионов и легких углеводородов — метана, этана и пропана (последние два формируются при температуре выше 100 °C). Предполагается, что флюиды, изменявшие мантийные перидотиты до серпентинитов, могли возникнуть как при просачивании морской воды через твердую кору, так и при «выжимании» из пород, затываемых в зону субдукции. Породы горы Коникал плейстоценовые (1,6 млн лет). Интересно, что в основании горы (скв. 781) — мощный слой базальта того же возраста, образовавшийся либо за счет магматической активности внутри преддугового комплекса, либо за счет поступления магмы с Марианской дуги (100 км к западу).

Гора Торисима имеет возраст около 10 млн лет. Поровые воды из слагающих ее серпентинитов (скв. 783, 784) при полном отсутствии более тяжелых углеводородов содержали следы метана. Эти воды взаимодействовали с мантийными породами при низких температурах, что подтверждает концепцию холодных преддуговых зон, расположенных над холодной погружающейся океанической плитой.

В серпентинитах скв. 784 и 786 обнаружены фрагменты вулканических пород. По геохимическому составу основная их часть относится к базальтам нормальной океанической коры и отличается от состава преддуговой коры. Видимо, это куски тихоокеанской коры, привнесенные в преддуговые районы на поверхности серпентинитовых тел. Это предположение подтверждается модельными экспериментами.

Бурение позволило исследовать отложения, перекрывающие мантийные выходы в серпентинитах. В мощной осадочной толще (скв. 782) насчитывается до 100 вулканических прослоев, по которым видно, сколь активной была вулканическая деятельность и как она менялась со временем. По предварительным данным, в обоих преддуговых районах можно выделить два крупных

этапа вулканической активности: с позднего миоцена (5 млн лет назад) по настоящее время и в эоцен-олигоцене (45—30 млн лет назад).

Результаты 125-го рейса свидетельствуют о сложной тепловой обстановке в исследованных районах. Тепловые потоки меняются от 12 МВт/м<sup>2</sup> (скв. 786А) до 53 МВт/м<sup>2</sup> (скв. 780Д).

В целом итоги рейса во многом неожиданны и заставляют пересмотреть установившиеся модели и представления о процессах в преддуговых зонах.

Geotimes. 1989. Vol. 34. № 7. P. 18—20 (США); Nature. 1989. Vol. 339. № 6224. P. 427—428 (Великобритания).

#### Океанология

### Обменные процессы в океане

До сих пор наука не располагает точными данными относительно обмена углеродом между атмосферой и Мировым океаном, который, с одной стороны, поглощает значительные его массы в виде СО<sub>2</sub>, а с другой — выделяет в воздушное пространство. Сбор относящейся к этой проблеме информации стал важной составной частью нового международного проекта «Joint Global Ocean Flux Study» («Объединенные исследования глобальных потоков в океане»), в котором принимают участие научные суда «Метеор» (ФРГ), «Дискавери» (Великобритания), «Тиро» (Нидерланды), «Баффин» (Канада), «Атлантис II» (США), а также самолет-лаборатория Национального управления США по авиации и исследованию космического пространства.

В марте — сентябре 1989 г. суда вели исследования в Атлантическом океане между 15° с. ш. (у о. Мадейра) и 72° с. ш. (севернее Исландии).

Важной частью работ стало изучение роли морских водорослей, которые в период весеннего «цветения» и резко увеличивая своей массы служат своего рода биологическим насосом, перекачивающим значительные количества углерода из

верхнего слоя океана на большие глубины. По оценкам, около 10 % углеродных соединений, образующихся в поверхностном слое воды, погружаются в нижние горизонты, но лишь 1 % из них достигает дна. Остальная часть многократно перерабатывается морскими организмами. Однако эти значения получены косвенным путем и подлежат экспериментальной проверке.

Международный проект JGOFS рассчитан на ряд лет, экспедиция 1989 г. — лишь один из его первых этапов.

New Scientist. 1989. Vol. 121. № 1656. P. 32 (Великобритания).

#### Океанология

### Отчего погибли дельфины!

С июля 1987 г. по март 1988 г. на Атлантическом побережье США между штатами Нью-Джерси и Флорида обнаружено 750 мертвых бутылконосых дельфинов (*Tursiops truncatus*). Предполагают, что еще несколько тысяч их погибло в океане. У большей части выброшенных туш поражены кожные покровы. Ничего подобного ранее не отмечалось.

Комиссия по выяснению причин гибели дельфинов во главе с Дж. Жераси, (J. Geraci; Университет Гэлфа, Онтарио, Канада) провела сравнительный анализ крови и тканей погибших и живых дельфинов, изучила объекты питания, исследовала внутренние органы и содержимое желудков.

После 18 месяцев работы комиссия пришла к заключению, что дельфины были поражены бреветоксином — ядовитым веществом, которое выделяют планктонные жгутиковые, преимущественно *Pyrochodiscus brevis*. В печени большинства погибших дельфинов присутствовал бреветоксин. Очевидно, дельфины накапливали яд, поедая рыбу, питающуюся этим планктоном. Бреветоксин обнаружен во внутренних органах и мышечных тканях рыб, извлеченных из желудков дельфинов.

Oceanus. 1989. Vol. 32. № 1. P. 79 (США).

## Геохимия

**Железомарганцевые корки Атлантики**

Группа московских геохимиков, включая автора, исследовала состав нескольких образцов железомарганцевых корок, поднятых драгами с подножия западного склона южной части Срединно-Атлантического хребта, простирающегося от Исландии до Антарктики<sup>1</sup>. После железомарганцевых конкреций железомарганцевые корки относятся к наиболее распространенным рудным образованиям океана. Отличаясь от конкреций своей морфологией, они близки к ним по составу, но изучены пока значительно хуже.

Корки, собранные с глубин 4520—4900 м на участках с координатами 16° ю. ш., 19° з. д. и 22° ю. ш., 23° з. д., залегают на измененных базальтах и долеритах, возраст которых, судя по ближайшим зафиксированным магнитным аномалиям, соответственно 30—40 и около 80 млн лет. Это черные и буровато-черные плитчатые образования мощностью 3—8 см, в которых выделяются три слоя: уплотненные верхний и нижний и более рыхлый средний, содержащий значительную примесь мелкозернистого терригенного материала. Главные рудные минералы корок — вернадит и гидроксиды железа.

Элементный состав корок определяется с помощью химического атомно-абсорбционного и нейтронно-активационного анализов. Установлено, что оксиды Mn и Fe в сумме составляют 39—52 %, а суммарное содержание оксидов Si, Al, Mg, Ca — 25—55 %. Характерной особенностью этих образований является пониженное — по сравнению с типичными железомарганцевыми корками со дна центральной части Тихого океана — содержание цветных металлов: Co (0,17—0,37 %), Cu (0,08—0,13 %), Ni (0,03—0,05 %). В то же время обеднения благород-

ными металлами и редкоземельными элементами по сравнению с тихоокеанскими аналогами не наблюдается: содержание золота — десятки, а платины — 230—410 мг/т, лантана — порядка 200 и церия — 1500 г/т. Высокое отношение Ce/La (6,6—9,2) свидетельствует, вероятно, о низкой скорости накопления рудного вещества, что согласуется с древним возрастом подстилающих коренных пород. Полученные нами результаты показывают, что в изобилиующем подводными возвышенностями Атлантическом океане железомарганцевые корки распространены достаточно широко. Различия в наборе элементов в корках Тихого и Атлантического океанов обусловлены, вероятно, региональными особенностями микроэлементного состава океанских вод и разной скоростью роста корок.

© Г. Н. Батурин,  
доктор геолого-  
минералогических наук  
Москва

## Геофизика

**Земные приливы и землетрясения**

Подобно тому как в океане под влиянием Луны происходят приливы и отливы, земная кора регулярно претерпевает подъемы и опускания, хотя и много меньшие по величине. Попытки найти связь таких земных приливов с землетрясениями до сих пор были безуспешными.

Р. Уимс (R. Weems; Геологическое управление США, Рестон, штат Вирджиния) проанализировал сведения о месте и времени всех землетрясений в восточной части США с 1937 г. Оказалось, что земные приливы способствуют росту сейсмической активности там, где проходит крупная сеть разломов земной коры, образовавшихся в последние 60 млн лет. В районе таких разломов подземные толчки уже готовятся, и «спусковым крючком» может послужить тяготение Луны.

Большая часть зарегистрированных в восточной части

США землетрясений произошла именно вслед за подъемом земной коры. Однако следует учитывать и воздействие, хоть и далекого, но значительно более массивного Солнца. Оказалось, что вслед за земным приливом лунного происхождения подземный толчок чаще происходил, если Солнце находилось в полосу небесной сферы со значениями склонения 17° с. ш.—17° ю. ш.

Geology. 1989. Vol. 17. № 7. P. 661 (США); New Scientist. 1989. Vol. 123. № 1684. P. 31 (Великобритания).

## География

**О причинах колебания уровня Каспия**

Продолжавшееся 50 лет (с начала 30-х годов) понижение уровня Каспия сократило зеркало воды на 13 % — с 425 до 370 тыс. км<sup>2</sup>. В связи с изменением береговой линии пришлось переносить морские порты, причалы, набережные, дамбы; были освоены освободившиеся от воды земли. Неожиданно начавшийся в 1977 г. подъем уровня оказался катастрофическим: море затопило все созданное за полвека.

Наиболее вероятной причиной колебаний уровня Каспия считается изменение стока впадающих в него рек, главным образом Волги<sup>1</sup>. В 50—70-х годах в ее бассейне строилось много водохранилищ и гидроэлектростанций; предполагалось, что именно они и послужили причиной падения уровня моря. Однако, по мнению Н. А. Шило, колебания уровня могли быть обусловлены геологическими процессами.

Каспийское море образовано двумя впадинами: южной, более глубокой, приуроченной к Кавказской складчатой системе, и северной — мелководной, связанной с Прикаспийской синеклизой. В этих областях в прошлом происходили растя-

<sup>1</sup> Подробнее см.: Батурин Г. Н., Дмитриев Л. В., Раковский Э. Е., Курский А. Н. // Геохимия. 1989. № 4. С. 592—596.

<sup>1</sup> Подробнее о причинах изменения уровня см.: Каспий: прошлое, настоящее, будущее // Природа. 1987. № 3. С. 58—72.



жения и сжатия, вызывавшие колебания уровня воды. При сжатиях содержащиеся в осадочных толщах воды поступают в море — уровень повышается, при растяжениях — вода из Каспия отбирается этими толщами и уровень понижается.

Возникает вопрос: достаточны ли для этого запасы воды в осадочных толщах геологических структур, сопряженных с Каспием? Ответ может быть только положительным. С северным склоном Кавказских гор связан гигантский бассейн подземных вод, соединенный с Каспием; еще один подземный сток формируется вдоль всей Волги в древней ее долине. Следя за водонасыщенными толщами, вполне возможно, считает автор этой гипотезы, прогнозировать будущие колебания уровня Каспия. Для этого необходима сеть скважин со специальными датчиками и автоматической записью результатов.

Предложенную модель, по мнению автора, можно использовать и для прогноза нефтеотдачи скважин, пробуренных в различных структурах Каспийской области: в фазе сжатия нефтеотдача пластов должна расти, при растяжении — сокращаться.

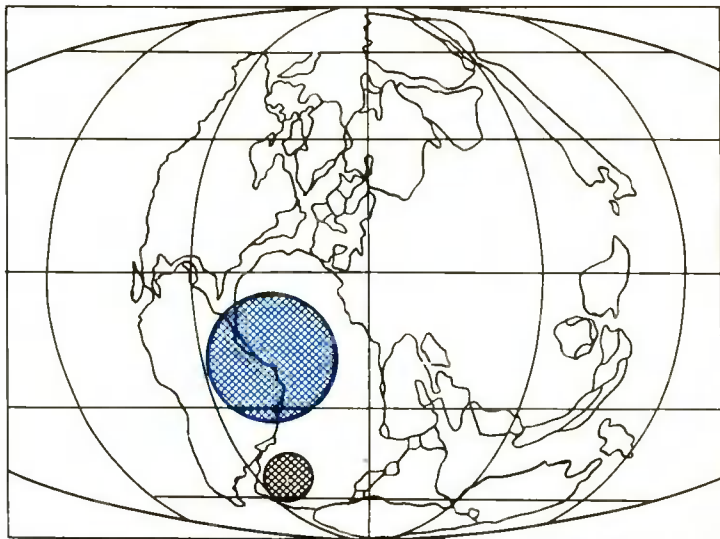
Доклады АН СССР. 1989. Т. 305. № 2. С. 412—416.

#### Палеогеография

### Климат Пангеи

Континентальный климат отличается, как известно, крутыми перепадами температур зимы и лета. Проверить, насколько это применимо к древним геологическим эпохам, решили американские климатологи во главе с Т. Кроули (Т. Crowley). С помощью ЭВМ они построили математическую модель климата, существовавшего на Земле 225 млн лет назад, когда вся суша была сконцентрирована в едином континенте — Пангее.

Наибольшее для того времени среднемесячное значение температуры ( $38^{\circ}\text{C}$ ) немного превышает нынешний аналогичный показатель на Земле. Обычно средние температуры быва-



Пангея 225 млн лет назад. В центральных областях суперконтинента (большой голубой круг) температура летом могла достигать  $45^{\circ}\text{C}$ , а в отдельных районах (малый круг) перепад сезонных температур составлял  $50^{\circ}$ .

ют на  $6\text{--}10^{\circ}$  ниже суточного максимума. Отсюда можно предположить, что в те времена температура летом около  $30^{\circ}$  ю. ш. могла превышать  $45^{\circ}\text{C}$ . Максимум межсезонных перепадов температуры приходился на область около  $60^{\circ}$  ю. ш., где он мог составлять  $50^{\circ}$  (зимой  $-25^{\circ}\text{C}$ , летом  $+25^{\circ}\text{C}$ ). Среднемесячная зимняя температура в отдельные годы была ниже  $-30^{\circ}\text{C}$ .

Хотя предложенная модель и упрощена (не учитывает мощность атмосферы в различные эпохи), она позволяет сделать общие выводы. Для проверки модели были определены на ЭВМ современные климатические условия: межсезонных перепадов в  $50^{\circ}$  ЭВМ не выдала, как это реально имеет место сегодня, а на возможность перепадов в  $40^{\circ}$  указала лишь при условиях, которые ныне наблюдаются в Канаде и Сибири (однако площадь таких регионов в 8 раз меньше, чем во времена Пангеи).

Реконструкция древнего климата существенна не только для палеоклиматологии. Палеозоологи и палеоботаники, например, давно пытаются выяс-

нить, почему столь редки находки ископаемых остатков растений и животных в центральной части Пангеи. Очевидно, температурные крайности оказались чрезмерными для выживания большинства организмов. Исключение составляют некоторые виды пресмыкающихся, населявших 225 млн лет назад Южную Африку. Возможно, многие животные, чтобы избежать сильных холодов, совершали дальние миграции.

Одновременно математическую модель климата Пангеи разработала группа исследователей, руководимая Дж. Кутцбахом и Р. Галлимором (J. Kutzbach, R. G. Gallimore; Университет штата Висконсин, Мадисон, США). Их выводы подтверждают сказанное выше. Согласно этой модели, центральные районы древнего суперконтинента были крайне засушливы: даже в экваториальной зоне среднемесячное количество осадков не превышало 2 мм.

New Scientist. 1989. Vol. 123. № 1672. P. 40 (Великобритания).

#### Палеонтология

### Паук — и прядильщик, и ткач

Палеонтологам известны ископаемые остатки пауков,

живших 300 млн лет назад и уже снабженных специальным прядильным органом, который позволял им сооружать ловчую сеть. Но способности бы были столь древние предки современного паука еще и ткать, тем самым совершенствуя свое орудие охоты, оставалось неясным. Недавно английский арахнолог (специалист по паукам) П. Селден (P. A. Selden; Манчестерский университет), работая на северо-востоке Испании, в горах Сьерра-дель-Монтсек, впервые обнаружил вещественные доказательства этого.

В 50-метровом слое известняков, отложившихся примерно 138 млн лет назад, в мезозое, на дне озера или морской лагуны, руководимая им группа исследователей нашла остатки четырех пауков из разных родов, которых можно отнести к двум современным надсемействам — *Araenoidea* и *Dinopioidea*.

Внешне наружные покровы пауков (кутикула) выглядят невинными. Но ткани разложились, и провести биохимический анализ невозможно. Зато наружные очертания животных сохранились в неприкосновенности, и можно разглядеть даже тончайшие щетинки на их конечностях. Совершенно уникальными оказались коготки на лапке пауков — срединный и зазубренный вспомогательный. Такие есть и у современных пауков, пользующихся таким приспособлением при строительстве прочной ловчей сети. Аранеидные пауки при этом выделяют капельки клея, который, попав на спиральную часть паутины, делает сеть липкой. У динопоидных пауков принято шелк спиралей специально «шерстить», лохматить: жертва впу-

тывается в сеть механически, подобно репейнику в вязаный свитер (на этом принципе основаны модные ныне «липучие» застежки). Сооружая сеть, пауки обоих надсемейств используют срединный коготок для быстрой протяжки нити сквозь зазубрины вспомогательного коготка, участвующего в ткаческих операциях. Остальные же из современных пауков обладают куда меньшими срединными коготками или вовсе их не имеют.

Очевидно, испанская находка служит доказательством, что эти древние пауки были превосходными ткачами. Теперь палеонтологам предстоит выяснить, приобрели они эту способность независимо или у них был общий предок.

Nature. 1989. Vol. 340. № 6236. P. 711—713 (Великобритания).

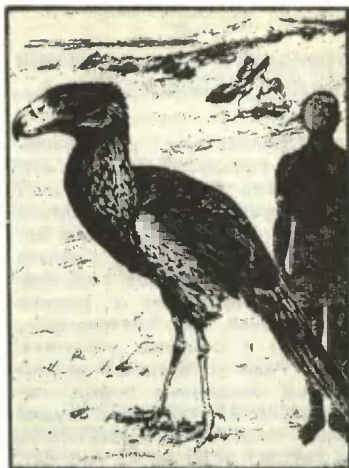
#### Палеонтология

### Ископаемые связывают Антарктиду с другими континентами

Американо-чилийская экспедиция, работавшая на о. Сеймур, расположенном у берегов Антарктиды, обнаружила необычное скопление древних ископаемых остатков. Были найдены череп, позвонок и несколько ребер кита, тело которого достигало 10 м в длину; это давно исчезнувший вид, населявший мелководные бассейны Южного полушария. Обнаружены также окаменелые остатки неизвестных рыб и пингвинообразных птиц.

Особый интерес вызвал найденный палеонтологом Д. Чени (D. Chaney; Смитсоновский музей естественной истории, Вашингтон, США) отлично сохранившийся клюв, принадлежавший до сих пор не встречавшемуся пернатому, жившему в конце эоценовой эпохи (более 40 млн лет назад).

Реконструкция показала, что это была хищная птица, достигавшая 2 м в высоту и имевшая непропорционально крупное тело. Вследствие большой массы эта птица летать не могла, но, опираясь на относительно



Реконструкция хищной птицы.

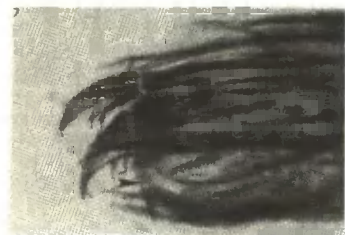
тонкие и высокие ноги, бегала быстрее современной лошади.

Важность находки состоит и в том, что она значительно расширяет область распространения в южном направлении гигантских доисторических птиц и свидетельствует, что они существовали раньше, чем полагали до сих пор.

Помимо животных на о. Сеймур обнаружено большое количество ископаемых растительных остатков эпохи палеоцена (66—57 млн лет назад). Эти находки были исследованы Дж. Кейзом (J. Case; Университет штата Калифорния, Риверсайд, США). Судя по ним, в это время на территории нынешней Западной Антарктиды росли леса, а климат был умеренно прохладным. Флора о. Сеймур в ту пору была сходной с растительностью крайнего юга Америки, юго-востока Австралии и Новой Зеландии. Сейчас потомки этих видов встречаются во всех данных регионах, за исключением ныне безлесного Антарктического п-ова и примыкающего к нему о. Сеймур.

Все это проливает новый свет на эпоху, когда континенты Южного полушария еще составляли единый материк Гондвану.

Antarctic Journal of the U. S. 1989. Vol. 22. № 5. P. 4—5 (США); Geotitles. 1989. Vol. 34. № 4. P. 22 (США).



Коготки лапки ископаемого паука. Хорошо виден срединный коготок (указан стрелкой). Увел. в 250 раз.

## Палеоантропология

**Неандерталец и наши предки на Балканах**

Экспедиция, возглавляемая К. Раннелсом (С. Runnels; Бостонский университет, штат Массачусетс, США), проводила археологические раскопки в Восточной Греции: было вскрыто 32 стоянки древнейшего человека, расположенные в долине р. Пенейос, в близлежащих пещерах и скальных укрытиях.

Радиоуглеродный анализ речных осадочных пород, содержащих 211 каменных орудий труда, позволил установить, что их возраст от 27 до 45 тыс. лет.

Найдены каменные листообразные наконечники копья или дротика, заостренные с обеих сторон, скребки, сходные с теми, что обычно связывают с деятельностью неандертальца. Другие же, включая тщательно оббитые лезвия, фрагменты камня со скошенными фаской краями и листообразные наконечники с закругленным основанием, аналогичны орудиям, изготовлявшимся древнейшими предками современного человека, но не неандертальцами. Подобные предметы ранее находили на стоянках человека каменного века на территориях современных Венгрии и Болгарии; их датировали тем же временем.

По мнению Раннелса, неандертальцы Греции жили одновременно с морфологически подобными им древними людьми и контактировали с ними, начиная с периода, отстоящего от нас на 38 тыс. лет. Так, форму, характер и «стиль» каменных орудий неандерталец мог частично позаимствовать у более развитых соседей.

Это подтверждает гипотезу, по которой неандерталец и современный человек длительное время развивались независимо, хотя неандерталец и оказался эволюционно тупиковой ветвью и постепенно исчез с лица Земли.

Обнаруженные экспедицией стоянки, очевидно, не посещались человеком в отрезке времени между 9 и 27 тыс. лет тому назад. По-видимому, район

был необитаемым вплоть до возникновения здесь сельскохозяйственных поселений в конце каменного века.

Science News. 1989. Vol. 135. № 3. P. 39 (США).

## Палеоантропология

**Современные шимпанзе и предки человека**

К. Беш и Х. Беш (С. Boesch, H. Boesch; Цюрихский университет, Швейцария) 10 лет изучали поведение шимпанзе (*Pan troglodites*) в Национальном парке Тай на территории Республики Кот-д'Ивуар и пришли к выводу, что человекообразные обезьяны данного района являются более эффективными охотниками, чем шимпанзе Центрально-Восточной Африки (Национального парка Гомбестрим, Танзания).

Тайские шимпанзе чаще и успешнее охотятся на крупную дичь. В охоте участвуют группы из пяти и более особей, и между ними при этом осуществляется сотрудничество. Кроме того, западно-африканские человекообразные более разборчивы при выборе жертвы, а добыв ее, чаще делятся мясом между собой. В отличие от восточно-африканских шимпанзе, уносящих затем пищу на деревья, тайские обычно едят на земле.

Тайские обезьяны используют более разнообразные орудия, чем другие: например, применение специально «обработанной» палки при поедании мяса (для извлечения костного мозга) явилось для ученых новостью.

До настоящего времени было мало известно о хищнических особенностях поведения шимпанзе во влажных тропических лесах Западной Африки. Информация относилась в основном к человекообразным, населявшим Центрально-Восточную Африку с ее сухими саваннами, и все выводы делались лишь на основании этого.

Таким образом, для изучения группового поведения и отношений сотрудничества у

приматов еще одной моделью явились западноафриканские шимпанзе. Очевидно, более трудные природные условия существования в засушливой саванне привели к совершенствованию и усложнению общественных связей между отдельными особями.

Этот вывод особенно важен для палеоантропологов, которые предполагали, что наши отдаленные предки — гоминиды стали эффективными охотниками вследствие трудностей, встречавшихся им в условиях засушливой саванны. Методы коллективной охоты у ранних гоминид, очевидно, были близки к наблюдаемым теперь у западноафриканских лесных шимпанзе.

Согласно существовавшим представлениям, гоминиды впервые появились в долине Рифт-Велли в Кении, Танзании и Уганде (Восточная Африка) 5 млн лет назад или несколько более. В тот период и вплоть до времени, отстоящего от нас на 2,5—3,0 млн лет, эта область была покрыта лесами, подобными тем, что занимают сейчас значительную часть Западной Африки. Следовательно, начальная стадия эволюции гоминид и переход их к прямохождению происходили еще в «лесистое» время Восточной Африки. В период похолодания (3 млн лет назад) климат стал суше и значительные площади тропических лесов уступили место смешанному ландшафту, кустарникам и травянистым просторам. Первые гоминиды смогли выжить при этих изменениях среды обитания также благодаря тому, что мясо стало занимать большее место в их питании. Их экологическая ниша расширилась, а сами они приобрели навыки сложного поведения, связанного с возникновением «сотрудничества» в ходе групповой охоты и необходимостью делиться добычей между собой.

Теперь, в свете новых данных, вероятно, придется дополнить некоторые положения существующей устойчивой теории. American Journal of Physical Anthropology. 1989. Vol. 78. P. 547. (США); New Scientist. 1989. Vol. 123. № 1674. P. 30 (Великобритания).

Комитеты обеих палат Американского конгресса вынесли решение сократить ассигнования НАСА в нынешнем финансовом году на 1 млрд долл. НАСА запросило 13,2 млрд, в том числе 2,1 млрд — на разработку космической станции «Фридом», и если выделенные на станцию средства будут всего на 100 млн долл. меньше, начало вывода на орбиту ее элементов придется отложить.

Aviation Week and Space Technology. 1989. Vol. 130. № 19. P. 21 (США).

НАСА предстоит выбрать скафандр для космической станции «Фридом». Предложено два типа: тканево-металлический «Марк III», разработанный инженерами Центра им. Джонса, и металлический «АХ-5», созданный в Центре им. Эймса. Их главное преимущество по сравнению со скафандрами, используемыми на кораблях «Спейс шаттл», — более быстрая, менее 30 с, подготовка к работе в открытом космосе, а также срок службы — 2000—3000 ч, что в 10 раз превышает общую продолжительность всех операций, выполненных до сих пор в открытом космосе.

Space News. 1989. 18 сентября. P. 45 (США).

Фирма «Сандиа нэйшнл лабораториз» (Альбукерке, штат Нью-Мексико, США) разработала двухслойные солнечные батареи для космических аппаратов, КПД которых достигает 31 %. Слой арсенида галлия поглощает солнечное излучение на длине волны  $\lambda$  меньше 0,87 мкм (КПД=27,2 %) и прозрачен для излучения с  $\lambda$  от 0,87 до 1,2 мкм, поглощаемого нижней кремниевой батареей (КПД=3,8 %). В ближайшие годы КПД двухслойных батарей будет повышен до 35 %, а разрабатываемых трехслойных — до 38 %.

Design News. 1989. Vol. 45. № 8. P. 38 (США).

Фирма «Кросфилд кемикалз» (Англия) разработала высокостабильные катализаторы гидрирования, отличающиеся избирательностью действия и низким содержанием никеля. Новый катализатор предназначен для восстановления ароматических соединений, например продуктов пиролиза бензина, смол и восков. Он содержит небольшие кристаллы никеля, осаждаемые на пористый носитель: размеры пор выбираются в зависимости от свойств восстанавливаемого вещества. Это снимает ограничения, налагаемые диффузией в катализаторе.

Chemical and Engineering News. 1989. Vol. 67. № 29. P. 24 (США).

Лампа накаливания, одновременно освежающая воздух, разработана американской фирмой «GTE Sylvania» (штат Массачусетс). В специальное углубление в ее баллоне закладывается таблетка с ароматическими веществами, испаряющаяся под воздействием выделяемого тепла.

Design News. 1989. Vol. 45. № 14. P. 32 (США).

Химики Манчестерского университета нашли катализатор, с помощью которого двуокись серы, содержащаяся в дымовых газах тепловых электростанций, превращается в серную кислоту (придающую кислотность дождям) при обычной температуре. Это комплексное соединение, содержащее трифенилфосфиноксидные и тиоцианатные группы, связанные с атомом марганца.

Применение такого катализатора на электростанциях, работающих на угле, позволит дополнительно получать значительные количества серной кислоты и уменьшать выпадение кислотных дождей.

New Scientist. 1989. Vol. 123. № 1674. P. 30 (Великобритания).

Крысы, выращенные без контактов с вирусами и большинством микробов, более чувствительны к наркотическому действию алкоголя, чем развивавшиеся в обычных виварных условиях. Причины этого пока не известны.

Alcohol. 1988. Vol. 5. № 6. P. 495—497 (США).

Значительное увеличение концентрации ионов кальция внутри клетки часто связано с началом цитотоксических процессов, таких как разрыв молекул ДНК, разрушение цитоскелета и других клеточных компонентов.

Trends in Pharmacological Sciences. 1989. Vol. 10. № 7. P. 281—285 (Нидерланды).

Для разрушения желчных камней можно успешно использовать YAG-Nd-лазер (длина волны 1,06 мкм, энергия в импульсе при длительностях 2 мс и 400 мкс — 5 Дж и 1 Дж). При этом молодые камни, преимущественно пигментные, как правило, испаряются, а старые — раскалываются. В механизме лазерной литотрипсии более существенную роль играют возраст камня и его строение, чем его химический состав.

Тезисы докладов международной конференции «Лазеры и медицина». Ташкент, 1989. Ч. 1. С. 17—18.

В первые 10 мин после введения мышам этанола в желудок или внутрибрюшинно его концентрация в мозгу выше, чем в крови. Это удивительно, так как этанол попадает в мозг с током крови.

Alcohol. 1989. Vol. 6. № 12. P. 33—38 (США).



## Рецензия на неизданную книгу

Г. А. Заварзин  
Член-корреспондент АН СССР  
Москва

С. В. Мейен. ОБЩАЯ ПАЛЕОБОТАНИКА. М., 1987\*.

В 1989 г. Сергею Викторовичу Мейену посмертно присуждена Государственная премия СССР за труд «Основы палеоботаники». Книга вышла в издательстве «Недра» незадолго до кончины автора в 1987 г. Это, безусловно, первоклассный труд выдающегося ученого. Но те, кто знал С. В. Мейена как глубокого мыслителя, склонного к широким теоретическим обобщениям, прочитав книгу, почувствовали себя обманутыми в своих ожиданиях.

Обман действительно был. Вот что по этому поводу писал С. В. Мейен: «В русское издание из-за ограниченного издательством объема книги не вошли главы, посвященные принципам типологии и номенклатуры ископаемых растений, палеоэкологии растений и взаимосвязи палеоботаники с другими разделами естествознания. Остальной текст русского издания также несколько сокращен, в том числе выпущены многие места, снабженные ссылками на литературу, список которых был уменьшен по требованию издательства до 50 названий (в английском издании в списке литературы свыше тысячи названий)».

Опущенная издательством часть депонирована ВИНТИ,

имеет название «Общая палеоботаника» и читается как самостоятельная книга (слова С. В. Мейена взяты из предисловия к ней). Полностью книга вышла на английском языке<sup>1</sup>.

Цель рецензии — донести до читателя, хотя бы отрывочно и кратко, но по возможности текстуально точно те общие положения С. В. Мейена, которые не вошли в русское издание. Это система взглядов, которая отличается от широко распространенной. Разумеется, в рецензии нельзя изложить научный труд, к тому же написанный талантливым писателем, но можно заставить почувствовать, что этот труд нужно знать.

Рассматривая типологию и номенклатуру ископаемых растений, С. В. Мейен утверждает, что они нуждаются в самостоятельных принципах. Описание современного таксона (этаксона) дается на основании изучения целого организма, в то время как для ископаемого паратаксона это описание основано на изучении лишь сохранившихся частей. Систему современных таксонов (естественную) Мейен рассматривает как базовую по отношению к системе паратаксонов. Последняя представляет собой формальную классификацию, в которой используется бинарная номенклатура (включающая название рода и вида), аналогичная принятой в естественной системе.

Чтобы перейти от паратаксонов к современным таксонам, следует доказать принадлежность отдельных частей ископаемых растений целому, т. е. «ансамбль-виду». Эта реконструкция далеко не всегда может быть сделана с достоверностью. Дело здесь не только в непол-

ноте находок, причина лежит более глубоко: «Палеоботаники продолжают верить в привычные корреляции признаков и в выдержанность некоторых признаков в пределах крупных таксонов», — пишет С. В. Мейен и выдвигает противоположные постулаты, утверждающие «(1) отсутствие жестких корреляций между признаками, (2) возможность невыдержанности любого признака в таксоне, (3) возможность параллелизма между признаками разных таксонов... Сейчас под эти три постулата можно подвести и общее теоретическое обоснование. Оно заключается в том, что в признаковом пространстве растений есть свои регулярности, которые не находятся во взаимнооднозначном соответствии с распределением этаксонов в естественной системе растений». Далее С. В. Мейен дает правила, которые он считает существенными для номенклатуры ископаемых растений.

По моему мнению, приведенные С. В. Мейеном различия между номенклатурой ископаемых и современных растений не носят принципиального характера, а обусловлены разрозненностью палеонтологического материала. Палеонтолог в большой мере сознает невозможность исследовать недостающее, но исследователи современных организмов так же часто ограничиваются неполным описанием. Случаев, когда стадия развития организма принималась за самостоятельный организм, известно много. Для палеоботаника современная система живых существ представляется базовой, но о «естественности» ее идут бесконечные споры, которые С. В. Мейен обошел молчанием.

Распространено убеждение, что естественной является система, отражающая последо-

\* Заварзин Г. А. Рецензия на неизданную книгу.

\* Рукопись депонирована в ВИНТИ. Копии можно заказать в Центре информационного обеспечения науки и техники по адресу: 140010, г. Люберцы 10, Московской области, Октябрьский проспект, 403, ПИК ВИНТИ, ЦИОНТ. Ц. 20 р. 20 к. Заказы принимаются только на бланках установленного образца.

<sup>1</sup> Meyen S. V. Fundamentals of Paleobotany. L.; N. Y.: Chapman and Hall, 1987.

вательность происхождения, наиболее точно записанную в информативных макромолекулах, прежде всего в нуклеиновых кислотах. В этом подходе вообще нет места для палеонтологии, коль скоро не удается установить однозначное соответствие между современным организмом с исследованной ДНК и датированным ископаемым. Но именно относительно возможности доказательства такого соответствия С. В. Мейен придерживается скептической позиции. Вместе с тем не следует забывать, что только палеонтология обладает действительным знанием времени события и служит одной из основ стратиграфии.

Дискуссии о системе организмов бесконечны, но все же я воспользуюсь случаем высказать свое мнение о проблеме. Биологические объекты могут быть классифицированы различным образом. Каждая непротиворечивая классификация естественна, поскольку она отражает имеющиеся в природе закономерности. Более того, она есть способ обнаружения и выражения этих закономерностей, иной, чем алгебраическая формула, но такой же строгий. Каждая классификация может иметь свою номенклатуру (в том числе латинскую биномиальную).

Систематика палеонтологических объектов довольствуется лишь частью пространства признаков, используемых для систематизации современных биологических объектов. Поэтому установление соответствия ископаемого объекта современному есть операция не вполне достоверная: подмножество признаков, определенных на ископаемом объекте, может принадлежать перекрывающимся множествам признаков, свойственным разным современным объектам. Справедливость требует отметить, что это рядовая ситуация в систематике и ныне живущих организмов, большинство из которых описано неполно и не унифицировано. Таким образом, описанные С. В. Мейеном погрешности и ограничения систематики ископаемых растений суть погрешности практической систематики вообще.

Очень характерно, что С. В. Мейен рассматривает эво-

люционные представления отдельно от систематики и после того, как обращается к палеонтологии растений, ссылаясь на монографию В. А. Красилова «Палеоэкология наземных растений» (Владивосток, 1972). При оценке возможностей палеоботаники для экологических реконструкций С. В. Мейен предостерегает от слишком поспешных заключений, не учитывающих мультифункциональность признаков. Ошибочные гипотезы, несомненно, возможны, но для меня всегда остается вопросом, что продвигает знание более — ошибочная гипотеза, которая может быть обоснованно отвергнута, или же неопровержимое отсутствие обобщения.

Палеоэкология растений представляется сейчас важнейшим компонентом реконструируемой истории биосферы. Очевидно, что растительный покров стал играть определяющую роль во всех процессах, происходящих в наземных экосистемах, еще до карбона. Появление листьев, вынесенных в воздушную среду, и корневой системы, способной использовать подземную воду, — крупнейшее событие в истории биосферы, изменившее весь биогеохимический механизм планеты. Мнение палеоботаника об этом революционном событии в истории Земли наиболее весомо.

С. В. Мейен подходит к этой проблеме с позиций скорее аналитических, чем синтетических. Палеоботаника включает в себя и палеоэкологию растений, эквивалент геоботаники, основными понятиями которой служат жизненная форма, сообщество, растительность. «...Каждая модификация, — считает он, — повторяющаяся в разных таксонах и связанная с определенными экологическими факторами, называется жизненной формой... именно набором жизненных форм определяется облик растительного покрова и структура сообществ растений».

Характерно, что, рассматривая палеоэкологию растений, автор не пользуется понятием экологической ниши. Более того, образованнейший геолог, он очень мало использует фацальный анализ: вынесенная в особый раздел связь с литологией проходит во втором плане,

как иллюстративный материал. В своей работе С. В. Мейен стремится остаться в рамках палеоботаники. При этом он предостерегает от слишком поспешных и далеко идущих заключений прежде всего из-за многозначности признаков. В этом отношении естественно применение понятия «жизненная форма», а не «экологическая ниша», различающихся как взгляд изнутри и снаружи.

Но вот самая существенная формулировка: «Параллелизм жизненных форм в разных таксонах приводит к тому, что смена таксонов в сообществах может происходить без существенного изменения структуры сообщества и облика растительного покрова». Иными словами, изменяясь в частях, система в целом остается самой собою. Пожалуй, это генеральная идея, режиссерская мысль, проходящая через все исследование. Она настолько близка рецензенту, что я позволю задаю вопрос: не навязана ли мною эта интерпретация, не извлечена ли из текста по созвучию?

В научном творчестве важна мера: рассматривая предмет в общих чертах, видишь иные закономерности, чем при детальном рассмотрении. Мне кажется неправильным предъявлять одинаковые требования вне зависимости от масштабов. Тем более это опасно для биологов, пытающихся частным примером разрушить целое.

Как уже упоминалось, С. В. Мейен очень осторожно переходит к обобщениям вне собственно палеоботаники, и некоторые крупные проблемы он разбирает скорее в качестве примеров, чем специально. Так рассматривается связь палеоботаники с палеоклиматологией. Растительный покров не дает абсолютных значений температуры и влажности, но говорит о последовательности изменения этих показателей, отражая усредненные многовековые характеристики климата. Начиная с палеозоя растительный покров — определяющий фактор для наземных экосистем, и биосферный подход должен был бы базироваться на порядке смены флор, четко связанном с изменениями климата. «...Многие фитостратиграфические границы,



резко различающиеся в разных регионах характером своего выражения, — говорится в работе С. В. Мейена, — являются следами одного глобального климатического эпизода — похолодания или потепления.

Далее приводятся примеры, подробнее разобранные в «Основах палеоботаники»: девон — карбон, нижний — средний карбон и т. д. Сообщества растений наиболее чутко реагируют на изменения климата. Кстати, сопоставление данных палеоботаники и тектоники показывает, что мобилистские и фиксисские представления контролируются палеофлорами: например, сравнение флор по обе стороны Атлантического океана прекрасно согласуется с представлениями мобилистов о сравнительно позднем его возникновении.

Общих биогеографических планетарных моделей, которые описывали бы становление и преобразование всей совокупности ландшафтов, пока еще нет. Историческая (эволюционная) биогеография еще не поднялась до таких обобщений, а располагает лишь отдельными схемами биогеографического районирования и многочисленными филогенетическими схемами. С. В. Мейен ограничивается вопросом о том, в каких ландшафтно-географических условиях генерируются главные группы высших растений. Вопрос этот разбирается автором подробно, но краткий очерк гипотезы был опубликован в «Природе»<sup>2</sup> и поэтому можно подчеркнуть лишь основной вывод: интенсивная макроэволюция (не имеющая принципиально иных движущих сил, чем микроэволюция) шла в тропическом поясе из-за ослабления давления отбора. Мысль о возникновении и сохранении новаций в тропиках не так уж нова и восходит к А. Р. Уоллесу, считавшему экваториальные страны миром, в котором владычествовали законы, управляющие прогрессивным развитием жизни. Это прямо противоположно мнению И. И. Шмальгаузена, который был убежден,

что возможности прогрессивной эволюции в тропиках невелики.

В 1987 г. одновременно с «Основами палеоботаники» в серии «Академические чтения» (М.: Наука) вышла книга палеонтолога академика Л. П. Татаринова «Очерки по теории эволюции». Ботаники в ней почти не упоминаются, хотя эрудиция автора всеобъемлюща. Интересно, что между «Очерками по теории эволюции» Л. П. Татаринова и главой «Палеоботаника и эволюционное учение» в работе С. В. Мейена имеется примечательный параллелизм, вплоть до совпадения названий разделов. Ученых одного поколения привлекают одни и те же четко поставленные вопросы. Тем важнее для читателя сопоставить выводы, полученные на совершенно различном материале: совпадающие заключения с большим основанием могут претендовать на достоверность.

Прежде всего, взгляды обоих авторов совпадают по отношению к эволюционному аспекту палеоботаники. Л. П. Татаринов просто игнорирует его, а С. В. Мейен пишет: «Вклад палеоботаники в становление и развитие эволюционного учения невелик... Среди палеоботаников почти не было эволюционистов, выдвинувших влиятельные и оригинальные эволюционные концепции... фактически это было лишь распространением на растения тех концепций, которые ранее обсуждались детальнее и полнее в отношении животных... Пока нельзя привести ни одного примера, когда палеоботаникам удавалось достоверно продемонстрировать преобразование одного вида в другой». Затем Л. П. Татаринов и С. В. Мейен обращаются к сопоставлению пунктуализма (гипотеза прерывистого равновесия) и градуализма (континуальный процесс эволюции), и оба приходят к заключению об этих типах эволюции как крайних тенденциях. Далее оба переходят к рассмотрению параллелизма.

«Многочисленные явления параллелизма в изменчивости растений убеждают в том, — читаем мы на страницах депонированной рукописи, — что признаковое пространство растений не аморфное скопление различных параметров, а отчетливо

структурировано... из типов (правил) преобразований, за которые эволюция не может выпрыгивать». Это представление о правилах и типах преобразования существенно отличается от обычных представлений о параллелизме.

В качестве примера С. В. Мейен приводит переход от простых листьев к сложным у папоротников и покрытосеменных, усматривая в обеих группах одинаковые упорядоченные ряды форм. Такое множество форм, связанных одним правилом преобразования, было предложено им называть рефреном (удачно или нет это слово, можно спорить). «Разнообразие разворачивается по инвариантным правилам», — заключает С. В. Мейен.

«Становится все более очевидным, — в свою очередь пишет Л. П. Татаринов, — что в определении направленности эволюционных процессов существенную роль играет не только отбор, но и некоторые организменные факторы, такие как механизмы морфогенеза, выступавшие в роли факторов, до известной степени канализирующих не только онтогенез, но и филогенез»<sup>3</sup>.

Совпадение конечных выводов, сделанных палеоботаником и палеозоологом, очевидно. Позвольте добавить к нему и вывод бактериолога: признаковое пространство у бактерий упорядочено таким образом, что в нем присутствуют все возможные комбинации, кроме включающих несовместимые признаки. Но, с моей точки зрения, это говорит об иной (не кладистической) структуре системы, а не о невозможности вообще построить систему бактерий, как это обычно утверждают (в том числе и С. В. Мейен в «Основах палеоботаники»). Таким образом, среди всех групп живых существ возможны все разрешенные формы, численность которых потом контролируется отбором, от обилия до полного вымирания.

Причину параллелизма С. В. Мейен усматривает в мозаичном типе эволюции частей целого. «Независимо эволю-

<sup>2</sup> Мейен С. В. Флорогенез и эволюция растений // Природа. 1986. № 11. С. 47—57.

<sup>3</sup> Татаринов Л. П. Очерки по теории эволюции. М., 1987. С. 5.

ционирующие компоненты организмов называют блоками. Наличие достаточно автономных блоков дает возможность растениям осуществлять сальтационные гетеротопии без нарушения остальных черт организации, меняя количество одинаковых органов (олигомеризацию и полимеризацию)... Мы приходим к выводу о высокой автономии биологических систем, их способности производить структуры, признаки которых зависят от специфики внешних факторов лишь очень косвенно. Внешние факторы скорее разрешают признаки, чем детерминируют их».

Насколько рассмотренный блочный принцип эволюции может быть универсальным? Может ли идти автономная эволюция рибосомы, митохондрии, хлоропласта? Если это так, а это, вероятно, так, то организм представляет эволюционную комбинацию, химеру, мозаику, и в этом отношении эволюционная система, построенная на одном

типе информационных молекул (например, рибосомных РНК), оказывается частной, неоднозначно соответствующей эволюции целого. В этом принципиальном аспекте позиция С. В. Мейена, основанная на палеонтологическом материале, близка к позиции других палеонтологов и биологов, использовавших сравнительный метод изучения многообразия, в том числе и позиции рецензента.

Однако следующее положение С. В. Мейена я уже не могу принять: «...Прежний фундамент адаптивизма оказался непрочным... мы должны быть готовы к тому, что функциональность в принципе непригодна к объяснению всего разнообразия живого и в дальнейшем будет приложима лишь к отдельным особенностям организмов». Это справедливо, если говорить о всем многообразии форм живого, а не о тех его особенностях, которые определяют вхождение организма в

большую систему, определяющую его существование. Да, в живом организме не все целесообразно, но эта нецелесообразность не превосходит таких пределов, которые препятствовали бы существованию организма как жизненной формы в системе.

Взгляды С. В. Мейена, безусловно, разделяются далеко не всеми, но столь же безусловно — это взгляды ученого и мыслителя. Неопубликованная часть его работы затрагивает интересы широкого круга естествоиспытателей. Она была в руках наших издателей четыре года назад. Два года назад стала доступной англоязычному читателю. Почему мы так обкрадываем себя? Да дело в том, что издатель научного труда чувствует себя спокойно, когда «все как у всех». Не стоит думать, что только художественные произведения пылились в рукописях по причине «несозвучия».

## Археология и индоевропейская проблема

П. М. Долуханов,  
доктор географических наук  
Ленинград

**ПОСТАНОВКА** индоевропейской проблемы относится к концу XVIII в. В 1786 г. сэр Уильям Джонс, английский судья в Индии, в докладе, адресованном «Азиатскому обществу Калькутты», впервые сформулировал мысль о близости санскрита латинскому, греческому, древнеперсидскому и даже кельтскому языку, а также предположил происхождение всех этих языков из общего, возможно, более не существующего источника... Существенный вклад в разработку индоевропейской проблемы внесли языковеды XIX в.: Ф. Бопп, А. Шлейхер, а в более позднее время Ф. Соссюр, А. Мейе, Ф. Фортунатов, К. Бругман и многие другие. В результате сформировалось индоевропейское сравнительное языковедение — научное направ-

ление, по словам выдающегося советского языковеда И. М. Дьяконова, «более точное, чем любое другое в гуманитарной области».

Считается установленным, что современные индоевропейские языки возникли в результате длительной эволюции, уходящей своими корнями в язык-основу, или праязык. Большая часть исследователей склонна полагать, что носителем праязыка был какой-то компактный этнос. Так, в книге классика индоевропеистики А. Мейе можно прочитать: «Единство языка... мыслимо лишь в том случае, если в течение некоторого периода времени существовал соответствующий народ, представлявший некоторое единство. Нет никаких данных для того, чтобы говорить об „индоевропейской расе“, но неизбежно должен

был существовать — мы не знаем точно где и когда — „индоевропейский народ“<sup>1</sup>».

Однако такая точка зрения не является единственно возможной. Ее категорически отвергал Н. С. Трубецкой: «...нет никакого основания предполагать единый индоевропейский праязык, из которого развились все индоевропейские языки. С таким же основанием можно предполагать и обратную картину развития, то есть, что предки индоевропейских ветвей были первоначально непохожи друг на друга и только с течением времени, благодаря постоянному контакту, взаимным влияниям и заимствованиям значительно сблизились друг с дру-

<sup>1</sup> Мейе А. Введение в сравнительное изучение индоевропейских языков. М.; Л., 1938. С. 108.

гом. История языков знает конвергентное и дивергентное развитие<sup>2</sup>.

Сейчас широко принято, что индоевропейский «народ», равно как и индоевропейская «прародина» суть исторические реалии, определение которых во времени и пространстве — одна из основных задач индоевропеистики. Но усилиями одного лишь сравнительного языкознания задача эта разрешена быть не может. С самого начала при разработке этой проблемы используются данные археологии и антропологии.

Вопрос о соотношении археологических культур с этническими, языковыми или какими-либо иными общностями широко дебатировался. При этом большинство исследователей придерживается мнения, что археологические культуры адекватны этническим и языковым общностям (свое мнение по этому вопросу я выскажу позднее). Таким образом, задача отыскания индоевропейской прародины обычно сводится к поиску археологических культур, динамика развития которых соответствовала бы представлениям об эволюции данного этноса.

В начале века немецкий археолог Г. Косина выступил с теорией, отождествляющей экспансию индоевропейцев («ариев») с распространением культур линейно-ленточной и шнуровой керамики из Центральной и Северной Европы. Эта теория, в свое время взятая на вооружение идеологами нацизма, ныне всерьез в науке не рассматривается.

В конце 40-х годов американский археолог литовского происхождения М. Гимбутас выступила с гипотезой, по которой предки индоевропейцев отождествляются с носителями древнейшей культуры, распространенной в степях Северного Причерноморья в конце III — начале II тысячелетия до н. э. По мнению исследовательницы, именно оттуда древние индоевропейцы переселились в Европу, на Кавказ и Ближний Восток (где древнейший из известных индоевропейских языков — хеттский — документально за-



Colin Renfrew. *ARCHAEOLOGY AND LANGUAGE. The Puzzle of Indo-European Origins*. L.: Penguin Books, 1989. 346 pp.

Коллин Ренфрю. *АРХЕОЛОГИЯ И ЯЗЫК. Загадка происхождения индоевропейцев*. Лондон: Пенгвин Букс, 1989. 346 с.

фиксирован начиная с рубежа I тысячелетия до н. э.). Эта теория получила широкое распространение и в той или иной форме ныне принимается большинством исследователей.

Положение теории М. Гимбутас сильно поколебалось в самое последнее время в связи с выходом капитального исследования Т. В. Гамкрелидзе и В. В. Иванова<sup>3</sup>. На основании разработанной ими системы индоевропейского консонантизма они предложили хронологию членения индоевропейских диалектов, значительно отличающуюся от классической схемы. При этом такие языки, как германский, армянский и, вероятно, анатолийский и тохарский рассматриваются как наиболее близкие к исходной системе, т. е. наиболее архайские. Проследив лексические соответствия реконструируемого индоевропейского праязыка с картвельскими, прасемитским и древнеписьменными неиндоевропейскими языками Передней

Азии (хеттским, эламским, хуррито-урартским), исследователи локализируют индоевропейскую прародину в районе от Закавказья до Верхней Месопотамии и предлагают отождествить ее с халафской или чатал-хююкской культурами (V—IV тысячелетия до н. э.).

Отношение к гипотезе Гамкрелидзе и Иванова со стороны научной общественности было и остается неоднозначным. В частности, вызывает обоснованные сомнения корректность привлечения археологических данных для обоснования постулируемых авторами передвижений древних индоевропейцев.

Такова была ситуация в науке к моменту появления рецензируемой книги. Несколько слов о ее авторе. К. Ренфрю, профессор факультета археологии Кембриджского университета, ныне является крупнейшей величиной в западной археологии. Его творчество отличается сочетанием наиболее прогрессивных черт «новой археологии» (экологизм, широкое применение количественных и естественнонаучных методов исследования, системный подход) с историзмом, традиционным присущим британской археологической школе. Наиболее крупное сочинение К. Ренфрю — монография «Происхождение цивилизации», в которой он, опираясь на разработанную им концепцию развития первобытного общества как саморегулирующей системы, проследил зарождение раннегосударственных структур в Эгейском мире. Значительным научным достижением К. Ренфрю было доказательство независимого (от переднеазиатских центров) развития металлургического производства в Европе. Этот вывод сделан на основании введения поправочных коэффициентов в радиоуглеродные датировки. Сам К. Ренфрю считает своим главным вкладом в археологию разработку и применение «процессуального подхода» — реконструкции (на основании археологических данных) демографических и социальных трансформаций, происходивших в первобытном обществе.

В качестве крупнейшей трансформации, вызвавшей наиболее крупномасштабную смену

<sup>2</sup> Трубецкой Н. С. Избр. тр. по филологии. М., С. 46.

<sup>3</sup> Гамкрелидзе Т. В., Иванов В. В. *Индоевропейский язык и индоевропейцы*. Ч. I, II. Тбилиси, 1984.

культур и населения в Европе, К. Ренфрю с полным основанием называет «неолитическую революцию»: распространение земледелия и скотоводства. Опираясь на многочисленные палеоботанические материалы (в частности, обобщенные в книге Дж. Ренфрю<sup>4</sup>), К. Ренфрю вполне обоснованно заявляет, что большая часть культурных знаков и сельскохозяйственных животных была занесена в Европу с Ближнего Востока. Распространение в Европе производящего хозяйства английский археолог связывает с крупной миграцией из Малой Азии. При этом он использует демографическую модель «расходящейся волны» (wave of advance), предложенную американскими исследователями А. Аммерманом и К. Кавалли-Сфорца. Предполагается, что в большинстве случаев распространение земледельцев и скотоводов сопровождалось полным вытеснением предшествующего (мезолитического) населения охотников и собирателей. Центральная мысль рецензируемой книги сводится к тому, что именно распространение земледельцев и скотоводов в Европе сопровождалось распространением на этом континенте индоевропейских языков и диалектов. В тех же районах, где существовали достаточно устойчивые в хозяйственном отношении мезолитические сообщества, сохранялись «островки» экономики присваивающего типа. Этим обстоятельством объясняется существование в Европе неиндоевропейских языков: баскского, иберийского, этрусского и других.

Исходя из достаточно твердо установленной к настоящему времени хронологии неолитических культур, К. Ренфрю реконструирует 10-ступенчатую схему неолитизации Европы, связывая ее с процессом формирования индоевропейских языков и диалектов.

Рассматривая процесс неолитизации в Азии, К. Ренфрю критикует, и, на мой взгляд, вполне обоснованно, ставшую уже традиционной интерпретацию знаков письменности (обнаруженных на памятниках культуры долины Инда — Мохен-

джо-даро, Хараппа и др.) как относящихся к дравидским языкам. В противоположность этому он высказывает предположение, что эти знаки написаны на каком-то диалекте индоиранского языка. Соответственно предполагается и индоиранская принадлежность знаков, обнаруженных на печатях в поселении Алтын-депе в южной Туркмении.

Такова в кратком изложении концепция происхождения индоевропейцев, изложенная К. Ренфрю в его последней монографии. Опираясь на эту концепцию, английский исследователь сделал попытку по-новому подойти к решению таких «классических» задач, как этногенез кельтов и происхождение индоевропейской мифологии.

Рассматривая монографию К. Ренфрю и сформулированную в ней гипотезу, нельзя не признать их стимулирующего значения для дальнейшего развития индоевроведения. В ряде случаев книга К. Ренфрю снабжает гипотезу Гамкрелидзе — Иванова столь необходимыми ей археологическими аргументами.

Следует отметить, что автор настоящей рецензии независимо пришел к сходным в принципе выводам относительно происхождения народов, говорящих на индоевропейских языках<sup>5</sup>.

Как всякое крупное междисциплинарное исследование, книга К. Ренфрю, естественно, не свободна от недостатков. Основной ее дефект, свойственный большинству подобных исследований, связан с неразработанностью механизма, посредством которого выводы одной науки (археологии) сопоставляются с выводами другой (лингвистики). Дело в том, что, применяя классические методы археологического анализа, невозможно проследить пути расселения индоевропейцев, сводя их к цепочкам плавно переходящих друг в друга археологических культур. Не увенчались успехом и попытки отождествить индоевропейскую «прародину» с какой-либо конкретной археологической культурой.

По моему мнению, все это требует дополнительной методологической проработки. В частности, кажется необходимым признать то обстоятельство, что археологические культуры никогда (за редким исключением) не адекватны конкретным этносам, языкам или диалектам. При палеолингвистических реконструкциях необходимо пользоваться более общими (надкультурными) категориями, а также отыскивать в археологических комплексах этно- и лингварелевантные признаки, особые в каждом конкретном случае.

Существенные возражения вызывает постулируемый К. Ренфрю механизм расселения индоевропейцев, и в частности неkritически воспринимаемая им «волновая» модель Аммермана и Кавалли-Сфорца. Новые исследования<sup>6</sup> убедительно показывают, что «волновая модель» не подтверждается археологическими фактами. Более обоснованным кажется представление о том, что индоевропейский язык распространился не путем крупномасштабной миграции, а воспринимался разноразными охотниками и собирателями по мере того, как в их среду внедрялись навыки земледелия и скотоводства и, одновременно с этим, новые хозяйственные и культурные связи, новая идеология, новая символика.

В ряде случаев К. Ренфрю пользуется устаревшими данными. В частности, исследования советских археологов<sup>7</sup> убедительно показали, что культуры бронзового века евразийских степей, имевших многоукладную экономику с преобладанием подвижного скотоводства, ранее появились в восточном (Волжско-Уральском) ареале и лишь потом охватили черноморские степи.

Эти замечания не умаляют неоспоримых достоинств книги К. Ренфрю — важной вехи в развитии мировой археологии.

<sup>6</sup> Hunters in Transition. Mesolithic Societies of Temperate Eurasia and Their Transition to Farming. Cambridge, 1986.

<sup>7</sup> Мәргәрт Н. Я. Древние скотоводы Волжско-Уральского междуречья. М., 1974. С. 147.

<sup>4</sup> Renfrew J. M. Palaeoethnobotany. L., 1973.

<sup>5</sup> Долуханов П. М. География «неолитической революции» на территории Передней Азии и Европы // Природа. 1978. № 11. С. 116—123.

**Общие вопросы науки**

ГИПОТЕЗЫ. ПРОГНОЗЫ. (Будущее науки). Вып. 22 / Отв. ред. Е. Б. Этингер. М.: Знание, 1989. 272 с. Ц. 65 к.

В предлагаемом сборнике видные ученые разных стран знакомят читателей с новыми научными идеями. Так, прочитав статью А. А. Самарского и С. П. Курдюмова, читатели узнают, что благодаря новым математическим построениям и методам расчета на мощных компьютерах мы приблизились к ответу на вопрос, как «управлять» процессами мира нелинейности, в котором мы живем. В. В. Липаев размышляет о том, как преодолеть противоречие между высоким уровнем вычислительной техники и, по сути, кустарным уровнем разработки программ. Ж. Шарпак (Франция) и Б. А. Долгошеин рассказывают о детекторах излучений — инструменте, с помощью которого наука получила и будет получать все более полную информацию о микромире и космосе. З. Пиша (Чехословакия), И. С. Глазунов, Я. Горжейши (Чехословакия) высказывают свои соображения о том, почему успешное развитие кардиологии — одной из наиболее технических оснащенных областей медицины — так и не обеспечивает пока во всем мире снижения сердечно-сосудистых заболеваний.

Другие статьи посвящены проблемам экологии; изучению, использованию и охране подземных вод; рассказу о «газовом льде» (газогидратах) как будущем источнике топлива и др. Особый и понятный в наши дни интерес вызывает работа, в которой дается анализ этнических процессов на пороге XXI в. (авторы Б. В. Андрианов и С. А. Арутюнов).

Книга дает ответы на многие волнующие вопросы современного научного знания.

**Экология**

Ю. С. Лынов. ТРОПЫ ЗАПОВЕДНИКОВ. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 112 с. Ц. 70 к.

Автор проработал много лет в Сары-Челекском и Чаткальском заповедниках, которые недавно переведены в разряд биосферных. Книга знакомит читателя с растительным и животным миром Западного Тянь-Шаня, климатом и высотными поясами, столь ярко выраженными в этих красивейших уголках горного района Средней Азии, с повседневными заботами сотрудников заповедника. Одной из главных своих задач они считают сохранение леса, который представляет бесценное богатство в засушливом климате — сберегает воду и почву, смягчает климат, защищает от горных лавин, и, наконец, имеет бальнеологическое значение.

В Сары-Челекском и Чаткальском заповедниках ведется работа по восстановлению исчезающих растений и животных. Год от года возрастает роль этих двух заповедников в природоохранном просвещении местного населения и экскурсантов.

Книга снабжена списком растений, в том числе лекарственных, которые произрастают в Западном Тянь-Шане, и украшена цветными фотографиями.

**Ботаника**

С. М. Скорняков. «ЗЕЛЕНАЯ» РОДОСЛОВНАЯ. М.: Агропромиздат, 1989. 172 с. Ц. 35 к.

Если сопоставить интерес, который широкий круг читателей проявляет к миру растений, то культурные спутники человека (тем более не те, что ярко и прямо цветут в садах и парках, а те, что родят «хлеб насущный» в поле) вряд ли по-

падут в число фаворитов. Однако, прочитав эту книгу, написанную увлекательно и в то же время вполне научно, многие изменят свое отношение к пшенице или подсолнечнику. В книге пятнадцать глав, посвященных пшенице, ржи, ячменю, овсу, рису, просо, кукурузе, гречихе, сое, гороху, картофелю, сахарной свекле, льну, хлопку, подсолнечнику. Каждая глава, названная нетрафаретно (например, «Сын воды и солнца» — рис, «Фабрика белка и жира» — соя), знакомят читателя с предками культурных растений (за исключением кукурузы, чей предок по сей день не найден), их историей, как правило, изобилующей драматическими коллизиями, культурной эволюцией вида под влиянием селекции, современным сортовым разнообразием, урожайностью и перспективами возделывания. Автор привлекает много литературы, но чаще других встречаются две фамилии — Н. И. Вавилова (на его представлениях в основном и строится рассказ) и А. Т. Болотова, агронома-исследователя, который в своих трудах дал достаточно полную картину развития растениеводства во второй половине XVIII в.

Текст украшают многочисленные легенды, связанные с культурными растениями, которыми особенно богат Восток. Каждая культура получает исчерпывающую хозяйственную характеристику. В книге, тем не менее, есть один недостаток. Автор упорно избегает каких-либо критических оценок развития растениеводства в нашем отечестве. Не говоря уже о том, что на фоне современных реалистических представлений чрезмерно оптимистично звучит в «Послесловии» фраза: «Советский Союз — одна из самых экономически развитых стран на земном шаре».

© Б. М. Миркин,  
доктор биологических наук  
Уфа



## Как проводить реформу школ?

Г. И. Смагина  
Ленинград

**Ш**КОЛЬНАЯ реформа. Эти слова вот уже несколько лет не сходят со страниц газет и журналов. Новые программы, нетрадиционные методы преподавания и воспитания, новые типы учебников заинтересованно обсуждают все. Становится более очевидной еще одна беда — отток интеллектуального потенциала из педагогических институтов и средних школ: бурное развитие науки и техники притягивает к себе лучшие силы и мало соприкасается со «школьной рутинной». В связи с этим не так давно директор Пушкинского научного центра АН СССР, народный де-

путат СССР Е. Л. Головлев обратился через газету «Известия» с призывом создать ассоциацию «Интеллигенция — в школу!». Классы в первую очередь ждут ученых.

Новы ли эти проблемы? По большому счету — не очень. Некоторое подобие их можно, например, найти... в истории екатерининских времен. Итак, речь пойдет о реформе народного образования в России, осуществленной в 1786 г. Документы позволяют восстановить канву событий следующим образом.

По поручению Екатерины II российский академик Ф. У. Т. Эпинус составил в 1780-х годах «План об организации в России низшего и среднего образования»<sup>1</sup>. Он убеждал

императрицу принять австрийскую систему и суть ее выражал такими словами: «Для того чтобы иметь хорошие школы, прежде всего нужно приготовить для них учителей, которые разумеется, чему и каким образом, по какой методике обучать».

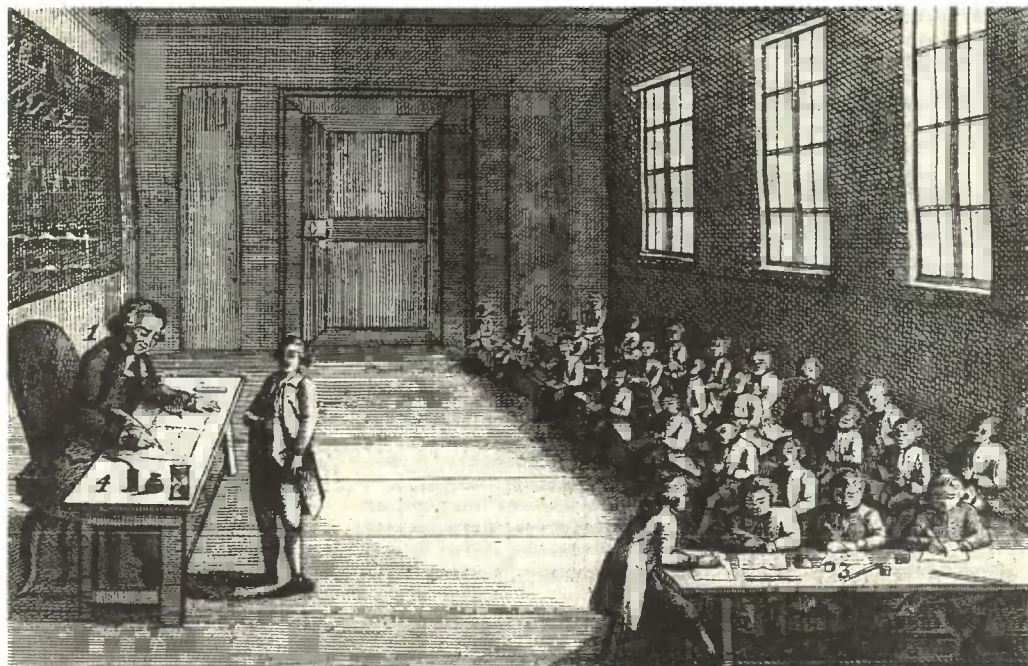
Как водится, была создана Комиссия об учреждении народных училищ, под председательством сенатора П. В. Завадовского<sup>2</sup>, и 5 августа 1786 г. утвержден «Устав народным училищам Российской импе-

мостях», издаваемых в Геттингене. Staats-Anzeigen. Heft XI. Dritter Band, 1783. S. 257—278. Перепечатано на немецком языке: Толстой Д. А. Городские училища в царствование Екатерины II. СПб, 1886. С. 132—147.

<sup>2</sup> Полное собрание законов Российской империи (ПСЗ). СПб, 1830. Т. XXI. № 16507. С. 663.

© Смагина Г. И. Как проводить реформу школ?

Школьный учитель. Гравюра 1780-х годов.





# РУКОВОДСТВО КЪ АРИѦМѦТИКЪ

для употребленія  
въ народныхъ училищахъ  
россійской имперіи  
изданное  
по высочайшему повелѣнію  
царствующей Императрицы  
ЕКАТЕРИНЫ ВТОРЫЯ.

Часть первая.

Цѣна безъ переплета 15 коп.  
Въ Санктпетербургѣ,  
1786 года.

Титульные листы учебников, составленных адъюнктами М. Е. Головиным, И. Ф. Гакманом, В. Ф. Зуевым.

рии<sup>3</sup>. В губернских городах предписывалось открыть главные народные училища, а в уездных — малые, соответственно с 5-летним и 2-летним сроком обучения.

Для школ, конечно же, срочно требовались учебники. Комиссия заблаговременно, еще в 1782 г., обратилась в Академию наук с просьбой перевести некоторые австрийские учебники на русский язык, имея в виду, что «книги сии могут переведены быть исправнее от людей, науки сии разумеющих»<sup>4</sup>. Лишь через год, после неоднократных напоминаний, директор Академии княгиня Е. Р. Дашкова дала разрешение приступить к переводам.

Напомним, что в XVIII в. русскоязычной литературы по многим областям науки и культуры вообще не существовало, а следовательно, не было и терминологии. Это требовало от переводчика специальных глубоких знаний и творческих способностей. Первоначально такую работу выполняли переводчики

# ПРОСТРАННОЕ ЗЕМЛЕОПИСАНІЕ

Россійскаго Государства,  
изданное  
въ пользу учащихся  
по  
Высочайшему повелѣнію  
Царствующей Императрицы  
ЕКАТЕРИНЫ ВТОРЫЯ.

Цѣна безъ переплета 60 коп.

Въ Санктпетербургѣ 1787 года.

Академии наук, а затем к ней подключились адъюнкты и академики.

М. А. Ковалев, учитель академической гимназии и переводчик Академии наук, перевел «Руководство учителям 1 и 2 классов», раскрывающее содержание, методы и формы обучения. Перевод был выполнен в 1783 г., очень быстро, и в том же году книга вышла в свет (впоследствии она выдержала еще 3 издания). Более 15 лет «с усердием, прилежностью и рачением редким» выполнял Ковалев обязанности секретаря Комиссии, за что был награжден орденом Св. Владимира IV степени<sup>5</sup>.

Большая работа легла на плечи переводчика Академии наук Т. П. Кирьяка. Он перевел «Пространное землеописание Россійскаго государства...», «Краткое землеописание...», «Шрекову Всемирную историю для обучения юношества», «О нравах и обычаях римлян Лефевр де Морсана», т. 1—2, «Книгу, нужную для поселян» — о правилах по домоводству и сельскому быту. Судя по документам, он за все это неоднократно награждался денежными премиями<sup>6</sup>. В течение 17 лет Кирьяк обучал истории, географии и

# НАЧЕРТАНІЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ИСТОРИИ,

изданное  
для народныхъ училищъ  
россійской имперіи  
по  
Высочайшему повелѣнію  
царствующей Императрицы  
ЕКАТЕРИНЫ ВТОРЫЯ.

Часть I.

Изданіе второе.

Цѣна безъ переплета 35 копеекъ.

Въ Санктпетербургѣ, 1789 года.

французской грамматике воспитанниц Смольного института благородных девиц.

При переводе Н. К. Карандашовым «Бергманнова естественного землеописания», ч. 1—2 (1791—1794), оригинал подвергся заметной переработке: в книгу вошли примеры из русской географии, а факты «слишком чудесные и сомнительные» были опущены.

Однако австрийские школьные пособия не всегда отвечали формирувавшимся требованиям. Все сильнее ощущалась необходимость в оригинальных русских учебниках. К этому делу были привлечены профессионалы высокого класса — адъюнкты Академии наук. Один из них — В. Ф. Зуев (в дальнейшем академик) написал «Начертание естественной истории» (СПб, 1786) — первый русский учебник по естествознанию, содержавший описание «трех царств природы» — ископаемого, растительного и животного. П. С. Паллас так сказал об этой книге: «Должен выразить автору этого курса самую лестную признательность как за метод, коим он излагал свою работу, так и в отношении выбора материала, который он ввел в эту работу». Паллас нашел, что этот учебник «выше всего, что сделано в этом роде на других языках для обучения юношества в школах»<sup>7</sup>.

<sup>3</sup> ЦГИА. Ф. 730. Оп. 2. Д. 2. Л. 64.

<sup>4</sup> Там же. Оп. 1. Д. 11. Л. 1.

<sup>5</sup> Там же. Д. 134. Л. 1 об.

<sup>6</sup> Там же. Д. 135. Л. 1.



Здание, в котором размещалась Учительская семинария. Васильевский остров, 6 линия, д. 15.

Заметный след в истории развития математического образования в России оставил адъюнкт Академии наук, ученик Л. Эйлера, племянник М. В. Ломоносова, М. Е. Головин. Ему принадлежит авторство семи учебных пособий, в частности по математике, физике, географии, которые пользовались широкой известностью и неоднократно переиздавались. Наибольшей удачей Головина стала «Плоская и сферическая тригонометрия с алгебраическими доказательствами» (СПб, 1789). А. П. Юшкевич считает, что «Плоская и сферическая тригонометрия...» представляла собой выдающееся и передовое руководство. Уроки Л. Эйлера не пропали даром, и его ученик написал курс тригонометрии, значительно превосходящий в научном отношении не только более ранние, но и многие последующие

русские и иностранные учебники»<sup>8</sup>.

Превосходные отзывы имели и учебники географии, написанные адъюнктом И. Ф. Гакманом: «Краткое землеописание Российского государства...» (СПб, 1787) — учебник для 3—4 классов народных училищ — и «Пространное землеописание Российского государства...» (СПб, 1787) — пособие для учителей и в «пользу учеников, старающихся приобрести основательное сведение о своем отечестве». Руководства Гакмана давали обширные сведения по физической и особенно экономической географии, показывали своеобразие развития и размещения промышленности, сельского хозяйства и населения в России во второй половине XVIII в. К учебникам были составлены географические карты — одна общая, всей России, и восемь более подробных, представлявших империю по частям.

Академическому переводчику, учителю русского языка в академической гимназии В. П. Светову было поручено

составление российской грамматики. Первая часть задуманного им труда состояла из «Таблиц о познании букв, о складах, о чтении и правописании» (СПб, 1783).

За время деятельности Комиссии об учреждении народных училищ (1782—1802) было выпущено около 80 названий книг, из которых около 30 подготовили члены Академии наук. Многие учебные пособия печатались в академической типографии.

Оригинальные учебники отличались высоким научным уровнем, были написаны с учетом новейших достижений, подчеркивали связь науки с жизнью, носили практический характер, были прекрасно иллюстрированы. Их авторы, снабдившие свои труды продуманными рекомендациями, стали первыми методистами по своим предметам.

Параллельно шла работа по организации Учительской семинарии, «чтобы иметь всегда нарочитое число учителей в готовности»<sup>9</sup>. Через год после создания Комиссии об учреждении народных училищ в Петербурге состоялось торжественное открытие первого в России учебного заведения по подготовке

<sup>7</sup> Цит. по: Райков Б. Е. Академик В. Ф. Зуев. М.; Л., 1955. С. 231.

<sup>8</sup> Юшкевич А. П. Эйлер и русская математика в XVIII в. // Тр. Ин-та истории естествознания и техники АН СССР. 1949. Т. 3. С. 64.

<sup>9</sup> ЦГИА. Ф. 730. Оп. 2. Д. 2. Л. 69.

профессиональных педагогов. Штат семинарии состоял из директора, 3 профессора и 6 учителей. Директором пригласили иноземца Ф. И. Янкович де Мирево, имевшего большой опыт по организации школ в Австрии. Профессорские должности были предложены адъюнктам Академии наук Головину, Зуеву и Гакману.

Преподавание велось по классно-урочной системе. Учебный план был довольно разнообразен. «Предметы учения положены не многочисленны, — вспоминал ученик семинарии, а затем профессор Петербургского университета Е. Ф. Зябловский, — но, главное, нужнейшие для каждого благовоспитанного, как для частной жизни, так и гражданской службы достаточные»<sup>10</sup>.

Большое значение придавалось наглядности обучения. Впервые в России здесь были созданы хорошо оборудованные физический, минералогический, зоологический и ботанический учебные кабинеты. В семинарии при участии учеников народного училища выпускался журнал «Растущий виноград» — опять же первый в России студенческий ежемесячник.

Трудоемкая работа на благо просвещения не обходилась без ведомственных тренировок. Педагогическая деятельность членов Академии наук вызыва-

ла недовольство у Дашковой, которая воспринимала ее как злостное нарушение непосредственного служебного долга. Адъюнкт Зуев в 1784 г. в связи с этим был даже исключен из академической службы. В протоколах сохранилась собственноручная приписка Дашковой: «Хотя с сожалением, но для примера другим»<sup>11</sup>. Паллас обратился к Екатерине II, и императрица издала указ, в котором говорилось: «Кто из академиков, профессоров или адъюнктов употреблен будет Комиссиею (о народных училищах) для дел, ей порученных, в том не надлежит препятствовать или затруднения делать. А ежели кто... употреблен или же употреблен будет, оный место свое в Академии или в университете сохранить неотъемлемо долженствует»<sup>12</sup>. Справедливость была восстановлена.

В 1786 г. Учительская семинария готовилась к первому выпуску студентов. Для завершения образования по разрешению Дашковой выпускники получили возможность посещать публичные лекции, традиционно читаемые в Академии наук.

За годы своего существования семинария подготовила более 400 воспитанников, которые впоследствии, несмотря на тяжелое положение учителя, с честью несли это звание. Многие стали украшением русской науки

и педагогики. Среди них академик В. В. Петров — выдающийся русский физик и химик, основоположник отечественной электротехники; А. М. Теряев и Е. Ф. Зябловский — ученые-естествоиспытатели, профессора Петербургского университета; И. Ф. Яковкин — историк, ректор Казанского университета; Т. Ф. Осиповский — известный математик и многие другие.

Создание первого специального педагогического учебного заведения позволило 22 сентября 1786 г. открыть народные училища в 25 губернских городах одновременно и «единообразно», а в 1788 г. — еще в 14 городах России. В конце века действовало уже 288 таких школ, где обучалось 22 тыс. учащихся. Так в России была создана государственная система бесплатных общеобразовательных городских школ, доступных низшим сословиям.

Академия наук сыграла ведущую роль в подготовке и проведении «школьной реформы» екатерининских времен. Как справедливо подчеркнул С. И. Вавилов, «почти все, что было достигнуто в области науки и образования в России в XVIII веке, непосредственно или косвенно исходило из Петербургской Академии наук»<sup>13</sup>.

Согласитесь, есть повод для размышлений.

<sup>10</sup> Зябловский Е. Ф. Историческая повесть об учительской семинарии. СПб, 1833. С. 27.

<sup>11</sup> ЛО ААН СССР. Ф. 3. Д. 556. Л. 153 об.

<sup>12</sup> ПСЗ. СПб, 1830. Т. XXII. № 15948. С. 61.

<sup>13</sup> Вопросы истории отечественной науки. Доклады на общем собрании АН СССР 5—11 января 1949 г. М., 1949. С. 47.

Научные редакторы:  
И. Н. АРУТЮНЯН,  
О. О. АСТАХОВА,  
Л. П. БЕЛЯНОВА,  
М. Ю. ЗУБРЕВА,  
Г. В. КОРОТКЕВИЧ,  
Г. М. ЛЬВОВСКИЙ,  
Л. Д. МАЙОРОВА,  
Н. Д. МОРОЗОВА,  
Е. М. ПУШКИНА,  
Н. В. УСПЕНСКАЯ

Литературный редактор  
Г. И. ПАНКОВА

Художник  
П. П. ЕФРЕМОВ  
Художественные редакторы:  
Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией  
О. В. ВОЛОШИНА

Корректор  
О. Н. БОГАЧЕВА

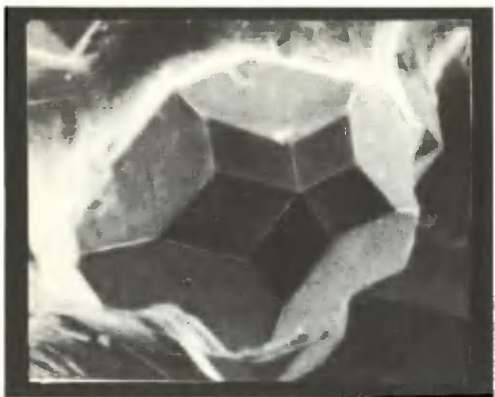
В художественном оформлении  
номера принимали участие:  
Н. Х. БУТЫРИНА,  
Б. КУВШИНОВ,  
В. А. СКРЕБНЕВ,  
Е. К. ТЕНЧУРИНА

Ордена Трудового Красного  
Знамени издательство «Наука»

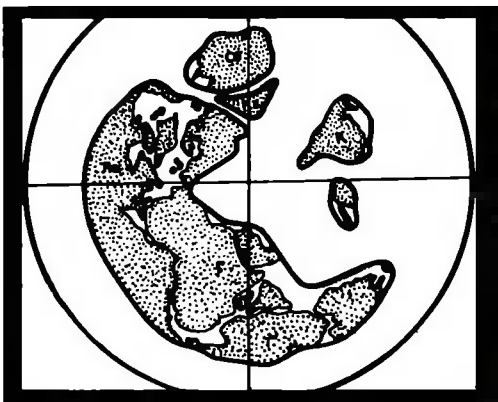
Адрес редакции:  
117049, Москва, ГСП-1,  
Мароковский пер., 26  
Тел. 238-24-56, 238-26-33

Сдано в набор 29.01.90  
Подписано в печать 13.03.90  
Т-07716  
Формат 70×100 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. 237  
Цена 80 к.

Ордена Трудового  
Красного Знамени  
Чеховский полиграфический  
комбинат  
Государственного комитета СССР  
по печати  
142300, г. Чехов  
Московской области



Существуют ли кристаллы с пятиугольной симметрией? Долгое время считалось, что нет, однако недавние открытия опровергли эту догму.  
Левитов Л. С. КВАЗИКРИСТАЛЛЫ



Тектоническую обстановку прошлых эпох реконструируют пока в основном по геологическим индикаторам. Между тем в магнитном, гравитационном и тепловом полях Земли сохранились ее следы.

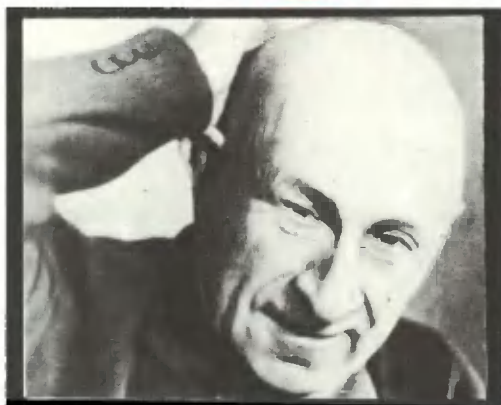
Аппонов С. В. ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ПАЛЕОГЕОДИНАМИКЕ

В 1957 г. на Южном Урале произошла авария со значительным выбросом радиоактивности. Итоги многолетнего изучения ее последствий и опыт их ликвидации подробно освещены в подборке статей, специально подготовленной для «Природы».

КЫШТЫМСКАЯ АВАРИЯ КРУПНЫМ ПЛАНOM

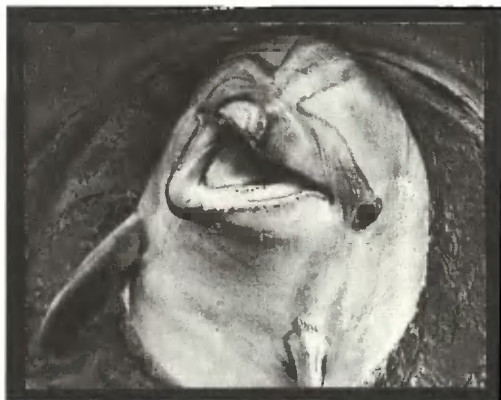
# ПРИРОДА

# 5<sup>90</sup>



«Возвысить голос против монополии, установленной в биологии Лысенко...» — такова была позиция А. А. Любичева, крупнейшего энтомолога, теоретика биологии и философии.

Голубовский М. Д. ПРОТИВОСТОЯНИЕ.  
(К 100-летию со дня рождения А. А. Любичева)



В незапамятные времена человек научил собаку помогать ему на охоте. Сейчас он нуждается в подводных помощниках и находит их среди морских млекопитающих.

Соколов В. Е., Стародубцев Ю. Д.  
В ПОДВОДНОМ ПОИСКЕ — ДЕЛЬФИНЫ

