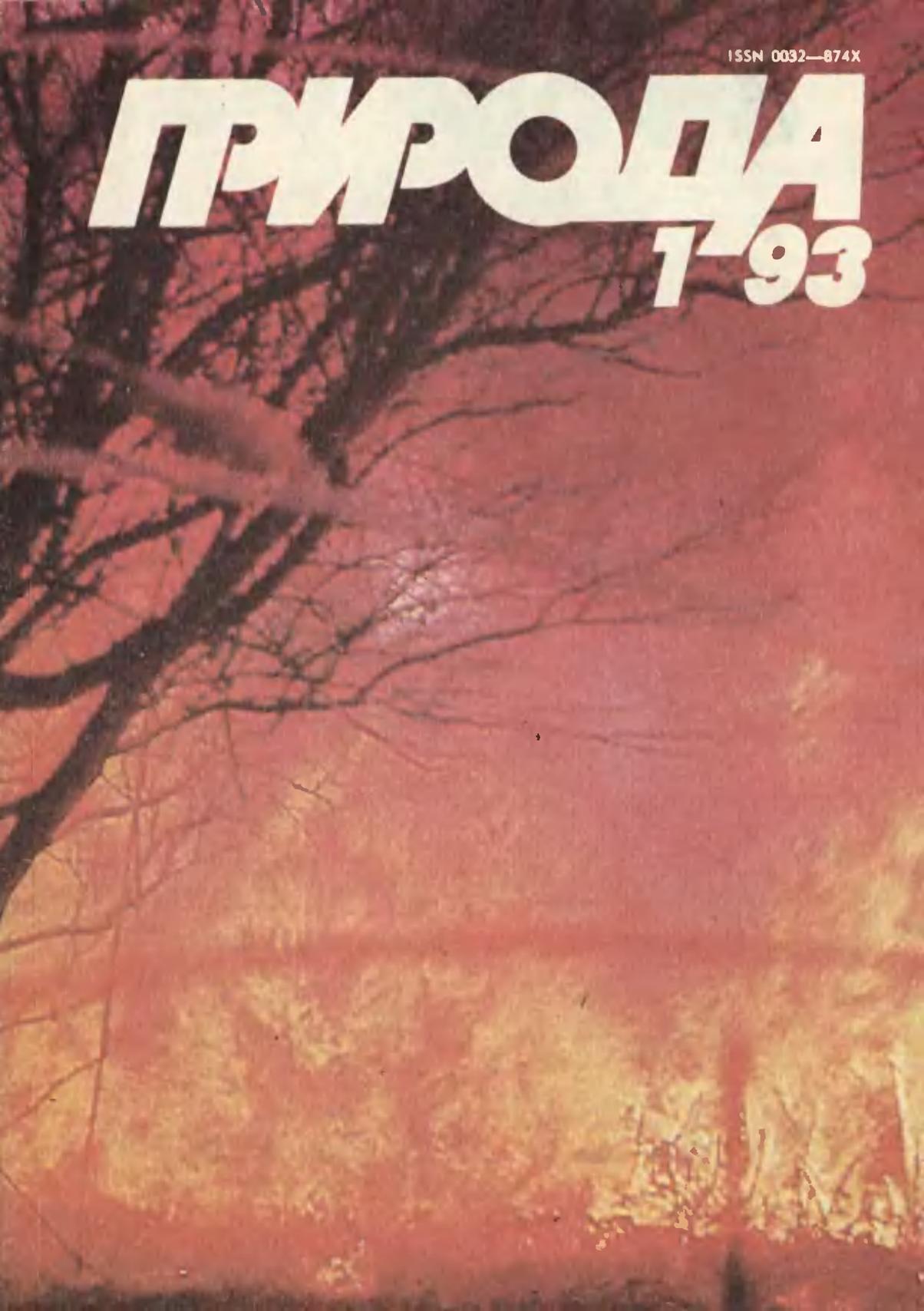


ISSN 0032-874X

# ПРИРОДА

1-93



Главный редактор академик Л. Д. ФАДДЕЕВ  
Заместитель главного редактора доктор биологических наук А. К. СКВОРЦОВ

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Академик АМН А. И. ВОРОБЬЕВ (медицина), доктор биологических наук Н. Н. ВОРОНЦОВ (биология, охрана природы), доктор геолого-минералогических наук Г. А. ГАБРИЭЛЯНЦ (геология), академик Г. П. ГЕОРГИЕВ (молекулярная биология), член-корреспондент РАН С. С. ГЕРШТЕЙН (физика), академик Г. С. ГОЛИЦЫН (физика атмосферы), академик И. С. ГРАМБЕРГ (океанология), академик В. А. ЖАРИКОВ (геология), член-корреспондент РАН Г. А. ЗАВАРЗИН (микробиология, экология), член-корреспондент АПН В. П. ЗИНЧЕНКО (психология), академик В. Т. ИВАНОВ (биоорганическая химия), академик В. А. КАБАНОВ (общая и техническая химия), доктор физико-математических наук С. П. КАПИЦА (физика), член-корреспондент РАН Н. С. КАРДАШЕВ (астрофизика, космические исследования), академик Н. П. ЛАВЕРОВ (геология), член-корреспондент РАН В. А. СИДОРЕНКО (энергетика), академик В. Е. СОКОЛОВ (зоология), член-корреспондент РАН В. С. СТЕПИН (философия естествознания), член-корреспондент РАН В. Н. СТРАХОВ (геофизика), член-корреспондент РАН Л. П. ФЕОКТИСТОВ (физика).

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И. Н. АРУТЮНЯН (редактор отдела физико-математических наук), О. О. АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), кандидат химических наук Л. П. БЕЛЯНОВА (редактор отдела экологии и химии), член-корреспондент РАН Н. А. БОГДАНОВ (геология), член-корреспондент РАН В. Б. БРАГИНСКИЙ (физика), член-корреспондент РАН А. Л. БЫЗОВ (физиология), доктор географических наук А. А. ВЕЛИЧКО (палеогеография), доктор физико-математических наук Л. П. ВИННИК (геофизика), доктор географических наук Н. Ф. ГЛАЗОВСКИЙ (география), доктор физико-математических наук А. А. ГУРШТЕЙН (астрономия, история науки), член-корреспондент РАН Г. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), член-корреспондент РАН Л. П. ЗОНЕНШАЙН (геотектоника), М. Ю. ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), член-корреспондент РАН С. Г. ИНГЕ-ВЕЧТОМОВ (генетика), доктор физико-математических наук М. И. КАГАНОВ (физика), доктор физико-математических наук Н. П. КАЛАШНИКОВ (физика), доктор физико-математических наук А. А. КОМАР (физика), Л. Д. МАЙОРОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), доктор биологических наук Б. М. МЕДНИКОВ (биология), Н. Д. МОРОЗОВА (редактор отдела научной информации), доктор технических наук Д. А. ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН И. Д. РЯБИЧКОВ (геология), доктор философских наук Ю. В. САЧКОВ (философия естествознания), доктор биологических наук А. К. СКВОРЦОВ (ботаника), Н. В. УСПЕНСКАЯ (редактор отдела философии, истории естествознания и публицистики), доктор биологических наук М. А. ФЕДОНКИН (палеонтология), доктор физико-математических наук А. М. ЧЕРЕПАШУК (астрономия, астрофизика), член-корреспондент РАН В. Д. ШАФРАНОВ (физика), доктор биологических наук С. Э. ШНОЛЬ (биология, биофизика), доктор геолого-минералогических наук А. А. ЯРОШЕВСКИЙ (геохимия).

НА ПЕРВОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Всепожирающий огонь в лесном массиве. См. в номере: **Абдурегимов И. М., Однолюбо А. А.** Пожары на радиационно загрязненных территориях.

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Взрослый углозуб в природе. См. в номере: **Кузьмин С. Л.** Сибирский углозуб — уникал среди земноводных.

Фото Е. А. Дунаева



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



© Российская академия наук  
журнал «Природа» 1993

## В НОМЕРЕ

### 3 Никольский Н. К. «СОВЕТСКАЯ МАТЕМАТИКА»: РАС- ПАД ИЛИ ИНТЕГРАЦИЯ?

Советское математическое сообщество распадается. Мировой рынок труда трещит под напором профессионалов из бывшего СССР. Является ли этот процесс однозначно негативным или это начало долгожданной космополитизации советской математики, дотоле искусственно изолированной в определенных географических пределах?

### 13 Полянский Ю. И. ПРОТИСТЫ И БИОСФЕРА

Считают, что современные одноклеточные эукариоты — сохранившиеся до наших дней и приспособившиеся к новым условиям остатки «одноклеточной» жизни на Земле. Однако такая привычная концепция не укладывается в рамки нынешних представлений о роли этого огромного царства в биосфере.

### 21 Иин Ксянгу НОВЫЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗУ ЗЕМ- ЛЕТРЯСЕНИЙ

Китайскими сейсмологами предложен новый метод прогноза землетрясений, основанный на количественной оценке реакции конкретного объема земной коры на его циклическую нагрузку и разгрузку.

### 28 Абдуррагимов И. М., Однолюбо А. А. ПОЖАРЫ НА РАДИАЦИОННО ЗА- ГРЯЗНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

### 32 Емельянов Е. М., Харин Г. С. ФОРМИРОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА ОКЕАНСКОМ ДНЕ

Океан — настоящая природная лаборатория, в которой изучают современные процессы образования минерального сырья. Это открывает новые возможности для прогнозирования и поиска полезных ископаемых.

### 40 Шноль С. Э. БИОГРАФИИ СОВРЕМЕННИКОВ БОРИС НИКОЛАЕВИЧ ВЕПРИНЦЕВ

Герой этого очерка оставил огромное наследие — оригинальные труды по биофизике, уникальные записи голосов в фонотеке, международную программу сохранения генома исчезающих видов.

### 56 Кузьмин С. Л. СИБИРСКИЙ УГЛОЗУБ — УНИКУМ СРЕДИ ЗЕМНОВОДНЫХ

### 60 Кроуз Р., Гриненко В. А. ИЗОТОПНЫЕ МЕТКИ АНТРОПОГЕН- НОЙ СЕРЫ

Работы последних лет показали, что изотопные методы контроля за загрязнением окружающей среды серой и другими биогенными элементами в большинстве случаев более эффективны, чем обычные химические методы.

### 69 Богданов Н. А. МЕЖДУНАРОДНАЯ ПРОГРАММА ГЛУ- БОКОВОДНОГО БУРЕНИЯ В ОКЕАНАХ

### 70 Поляк Б. Г., Мищенко М. В. 142-Й РЕЙС «ДЖОЙДЕС РЕЗОЛЮШН»

### 72 Дольник В. Р. ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ ПО ЗАПРЕТНЫМ САДАМ ГУМАНИТАРИЕВ

Многие особенности поведения человека, кажущиеся уникальными или загадочными, в действительности сходны с образцами поведения разных видов животных.

### ДРЕВНИЕ ПЛЕМЕНА И НАРОДНОСТИ

### 86 Рябинин Е. А. ВЕСЬ

Этническая история древней веси и ее генетическая связь с современными весами прослеживается по материалам археологии в сочетании с летописными и другими источниками.

### 94 Соини А. С. ГРУСТНАЯ СУДЬБА ВЕЛИКОГО ОТКРЫТИЯ

Сделана попытка объяснить, почему в течение долгих лет концепция А. А. Фридмана о нестационарной расширяющейся Вселенной замалчивалась в нашей стране.

### 100 ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 1992 Г.

#### ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 1992 Г.

Лучков Б. И. ПО ФИЗИКЕ — Ж. ШАР-  
ПАК [100]

Кожушнер М. А. ПО ХИМИИ —  
Р. МАРКУС [102]

Ткачук В. А. ПО ФИЗИОЛОГИИ И  
МЕДИЦИНЕ — Э. КРЕБС И Э. ФИШЕР  
[103]

### 106 НОВОСТИ НАУКИ

### 120 КОРОТКО

### 121 РЕЦЕНЗИИ

### 122 НОВЫЕ КНИГИ

#### ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

### 124 Миркин Б. М. В. Р. ВИЛЬЯМС КАК ПРЕДТЕЧА РОС- СИЙСКОЙ АГРОЭКОЛОГИИ

## CONTENTS

- 3** Nikol'skii N. K.  
"SOVIET MATHEMATICS": DESINTEGRATION OR INTEGRATION?  
The Soviet mathematical community collapses. The world labour market is highly overstocked with professionals from the ex-USSR. Should this be definitely classified as a negative development? Or is it the long expected time when Soviet mathematics, formerly artificially isolated in strict geographical borders, is becoming cosmopolitan?
- 13** Polyansky Yu. J.  
PROTOZOA AND BIOSPHERE  
It is considered that unicellular Eucaryota of our times are indeed remnants of the unicellular life which managed to preserve itself and adapt to the new conditions on Earth. However usual conception does not suit the contemporary ideas on the role of this huge empire existing in the biosphere.
- 21** Y. Xiang-chu  
A NOVEL APPROACH TO EARTHQUAKE PREDICTION  
Chinese seismologists developed a new method of earthquake prediction based on quantitative estimates of response of a given portion of the Earth's crust to cyclic loading.
- 28** Abduragimov I. M., Odnol'ko A. A.  
FIRES ON RADIOACTIVE CONTAMINATED TERRITORIES
- 32** Emelyanov E. M., Kharin G. S.  
FORMATION OF MINERAL RESOURCES ON THE OCEAN'S FLOOR  
The Ocean is a perfect natural laboratory where contemporary processes of mineral resources' formation are being studied. This reveals new possibilities for the prognosis and search of fossils.
- BIOGRAPHIES OF THE CONTEMPORARIES
- 40** Shnol' S. E.  
BORIS NIKOLAEVICH VEPRINTSEV  
The hero of this essay has left us rich heritage — original works on biophysics, unique tapes of birds' voices, international program of reservation of the disappearing species' genom.
- 56** Kuz'min S. L.  
SIBERIAN SALAMANDRELLA KEYSERLINGII — AN UNIQUE AMONG AMPHIBIA

- 60** Krouse R., Grinenko V. A.  
ISOTOPIC FINGERPRINTS OF THE ANTHROPOGENIC SULPHUR  
Recent investigations have shown that stable isotopic trassers of the environmental pollution caused by sulphur and other biogenic elements in many cases are more effective than customary chemical methods.
- 69** Bogdanov N. A.  
INTERNATIONAL PROGRAM OF DEEP-WATER DRILLING IN THE OCEANS
- 70** Polyak B. G., Mischenko M. V.  
THE 142D VOYAGE OF "JOIDES RESOLUTION"
- 72** Dol'nik V. R.  
ETOLOGICAL EXCURSIONS IN THE FORBIDDEN GARDENS OF HUMANISTS  
Many of the peculiarities in man's behaviour that seem unique or mysterious are indeed similar to the patterns of behaviour of different animal species.
- ANCIENT TRIBES AND PEOPLES
- 86** Ryabinin E. A.  
VESI  
The ethnical history of the ancient Vesi and its genetic ties with contemporary Veps is traced on the basis of archaeological finds and ancient Russian chronicles.
- 94** Sonin A. S.  
THE SAD HISTORY OF THE GREAT DISCOVERY  
This is an attempt to explain why in this country Friedman's conceptions of nonstationary expanding Universe had been ignored for so many years.
- 100** 1992 NOBEL PRIZE WINNERS
- 106** SCIENCE NEWS
- 120** NEWS IN BRIEF
- 121** BOOK REVIEWS
- 122** NEW BOOKS
- MEETING THE FORGOTTEN PAST
- 124** Mirkin B. M.  
V. R. WILLIAMS AS A PRECURSOR OF RUSSIAN AGROECOLOGY

# «Советская математика»: распад или интеграция?

(опыт анализа)

Н. К. Никольский



Николай Капитонович Никольский, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Санкт-Петербургского отделения Математического института им. В. А. Стеклова РАН, профессор Петербургского университета и Университета Бордо-1 (Франция). Специалист в области математического анализа, автор нескольких монографий и многих работ по спектральной теории операторов и комплексному анализу.

## ПРОЛОГ

Американские и европейские университеты переполнены «советскими» математиками, ищущими работу... И без того напряженный математический рынок труда трещит под напором массы квалифицированных (и иногда суперквалифицированных) профессионалов из бывшего СССР и стран Восточной Европы. Ну а в России (и шире — во всей бывшей империи) все более пустеют залы заседаний некогда многолюдных семинаров, становится некому читать лекции в прославленных университетах и нечего печатать во вчера еще блистательных журналах... Все смешалось в нашем математическом доме...

Нижеследующие заметки — это попытка не только систематизировать некоторые личные впечатления от близкого — в упор —

наблюдения за этими поистине драматическими процессами, но и понять ретроспективу<sup>1</sup>: как все начиналось, от чего зависело и есть ли в происходящей катастрофе вклад самих ее участников-жертв. Я позволил себе включить в текст высказывания двух людей, Л. и З., которые помогли мне уяснить некоторые темные места картины. Я весьма признателен им за это, как и за возможность цитирования.

Я благодарен также... но рука не поднимается перечислить здесь своих друзей и коллег, в спорах и согласии с которыми добыто излагаемое ниже понимание предмета... Ибо в нашем большом отечестве, где и сегодня — после августа 91-го и последовавшего за ним распада государства — все еще живы и прежние структуры, и прежние взаимоотношения между людьми, не все из них будут рады видеть свое имя, хоть и помянутое с благодарностью, но в ряду с суждениями, которые одним покажутся спорными или нелцеприятными, другим — попыткой освободиться от «комплекса соучастия», что витает над всеми нами, пережившими (таки пере-жившими!) тоталитаризм. Поэтому всем им, не упомянутым, — искреннее спасибо. Но, разумеется, я один несу ответственность за все невольные неточности текста, если таковые в него вкрались.

Я благодарен также программе научного обмена Петербургского отделения Математического института им. В. А. Стеклова (ПОМИ) — Университета Париж-6 — Университета Париж-11, которая позволила закончить статью, и Университету Париж-11 (Орсэ) за гостеприимство. И, наконец, но не в последнюю очередь, я благодарен Чандлеру Дэвису, главному редактору журнала «Mathematical Intelligencer», предложившему мне написать эти заметки.

<sup>1</sup> Оптимистический очерк с описанием математической жизни Ленинграда — Санкт-Петербурга я читал в рукописи: Тихомиров В. М. Опыт истории советской математики. Отметим также интереснейшие записки с панорамой «верхнего этажа» академической жизни: Новиков С. П. На Общем собрании — с Леонтовичем // Воспоминания об академике М. А. Леонтовиче. Изд. 2-е, доп. (в печати).

## ЧАСТЬ I

### ЧТО МЫ ЕСТЬ СЕЙЧАС: ПОПЫТКА ДИАГНОЗА

Что же происходит? И с кем это происходит?

Речь идет о «советских математиках», число которых, к сожалению, не поддается учету. Но не потому, что оно чрезмерно велико, а потому, что оно просто неизвестно: математики-профессионалы, живущие от Бреста до Петропавловска-на-Камчатке и от Таймыра до Кушки и обозначаемые далее — за неимением лучшего — как «советские математики», не образуют фактически профессионального сообщества (социума) и тем более не имеют ни определенной структуры (организации или союза), ни какой-либо статистики и т. д. Они, однако, реально существуют, несмотря на отсутствие определения. В 1966 г. при подготовке московского Международного конгресса математиков, на котором «советские математики» (наконец!) должны были быть представлены все, в ошеломляющем Запад количестве, было — если я не ошибаюсь — принято определение, по которому математиком считался человек, опубликовавший не менее трех работ (статей, заметок) в «рецензируемых» журналах. Таковых оказалось тогда 1479 чел.<sup>2</sup> Если считать математиками кандидатов (и докторов) наук по математическим специальностям, то это число, по-видимому, несколько возросло бы (возможно, до 2—2,5 тыс.). За неимением статистики, с некоторой долей произвола можно полагать, что за прошедшие 25 лет произошло удвоение-утроение популяции математиков-профессионалов в СССР, и тем самым принять, что теперь нас примерно 5—6 тыс.

Это сообщество людей — будем обозначать его Советским математическим сообществом (СМС) — составляет заметную часть мирового количества математиков-профессионалов, а известные достижения советской математической школы позволяют утверждать, что оно само и процессы, происходящие в нем, оказывают значительное влияние на развитие математики в целом. Сейчас общепризнано<sup>3</sup>, что

СМС — как, разумеется, и бывшая страна — находится в состоянии глубокого кризиса, развитие которого далеко не завершено.

Что же происходит? Уже беглый взгляд на теперешнее состояние СМС позволяет описать его следующими словами.

1. Быстрый, катастрофический исход наиболее продуктивных поколений СМС за рубежи страны, сопровождаемый двумя неприятными следствиями (п. 2 и 3).

2. Разрушение системы «математических школ» в СНГ, складывавшейся десятилетиями (отсутствии поколения 30—40-летних практически ликвидирует «школы»).

3. Истощение математических публикаций в отечественных журналах — ориентация основной части СМС на Запад — заставляет печататься в западных математических изданиях; портфели многих уважаемых советских журналов пусты... Издательствам, переходящим на рыночную модель, невыгодно печатать математику. Да и продуктивность математиков в СНГ не может не падать: элементарные жизненные заботы требуют все больше времени и нервов.

4. Возросшая нестабильность системы академических ценностей в СНГ (довольно вяло, но все же идущие дискуссии о том, что то ли введут контрактную систему, подобную американским грантам, то ли сформируют ВАК и т. д. — все это, мягко говоря, мало стимулирует остающихся математиков).

5. Ожидаемый (а в других науках уже и начавшийся) спад общественного интереса к высшему образованию, который выведет из игры сильнейшую карту СМС — изобилие талантливых студентов, ежегодно обновляющих сообщество. (Впрочем, это всемирное явление. Возможно, по этому «показателю» бывший СССР быстрее всего «интегрируется» в Западную Европу.)

6. Экономический и политический хаос торпедирует даже те программы развития СМС, которые давно приняты на высоком уровне (проблематично полноценное функционирование Международного математического института им. Л. Эйлера в Санкт-Петербурге, другие инъекции в СМС остаются явно на бумаге, издательства, даже академические, проявляют нарастающее нежелание печатать убыточные математические издания).

7. Быстрое понижение реальной заработной платы ученых, и в частности математиков, грозит поставить их в ряд наименее защищенных слоев населения.

Какие-то важные черты этой ужасной картины, возможно, пропущены, и уж без-

<sup>2</sup> Тростников В. Н. Всемирный конгресс математиков в Москве. М., 1967.

<sup>3</sup> Важное замечание: это сейчас, равно как и большинство суждений и оценок этой статьи, относится к лету и осени 1991 г., т. е. к эпохе до (и сразу после) путча 19 августа 1991 г. Время, прошедшее после этого, слишком невелико, а перемены — несмотря на их очевидную грандиозность — слишком неопределенны (и все еще!) неустойчивы, чтобы можно было делать новые выводы.

условно, перечисленные пункты расположены мной не по степени их важности для реальных живых людей — членов СМС. Я заранее прошу у них прощения, ибо в предлагаемом тексте содержится невольная попытка «объективизации» явлений, в которых мы участвуем, попытка подменить вниманием к драматическим меняющимся судьбам сотен людей «исследованием процессов» в СМС, что звучит гораздо более успокоительно... А чувства живых математиков, еще вчера составлявших одно из крупнейших интеллектуальных сообществ мира и ныне столкнувшихся с катастрофическим нарастанием «бытовых трудностей», с которыми они не умеют бороться, с разрушением математических коллективов, где прошла (и проходит) их профессиональная жизнь, и с игнорированием их нужд государством, бессильным что-либо сделать в обстановке политического и экономического коллапса, — эти чувства все более колеблются от неуверенности к отчаянию.

В общем, однако, если, забегая вперед, заглянуть в конец этого субъективного (и, кажется, слишком эмоционального) исследования, то вывод из сказанного может быть только один: ввиду большой инерции социальных и экономических процессов, которые продолжают носить деструктивный характер, перечисленные выше беды сохраняются еще несколько (возможно, десятков) лет, что приведет к исчезновению самого СМС, по крайней мере в том виде, в каком оно было известно последние 70 лет, если... если, конечно, распад СМС не будет остановлен силой — внутренней или внешней (как, скажем, силой останавливались албанские и курдские беженцы в августе 1991 г.). Другой вопрос: является ли этот процесс однозначно негативным и разрушительным для русской культуры (и нежелательным для мирового математического сообщества) или это — неизбежно бурное — начало долгожданной космополитизации советской математики, дотеле искусственно изолированной в определенных географических пределах? Даже если отвлечься от (очень важного!) гуманитарного аспекта проблемы, для меня ответ ясен: полная интеграция в мировую культуру, конец изоляционистского периода русско-советской математики — наше неизбежное будущее.

И здесь нельзя удержаться от общего замечания. Попытки интеграции, не только математики — всей русской ментальности, в западную культуру имеют, конечно, солидную историю, и сам процесс време-

нами протекал довольно быстро (Петр, Екатерина, начало XIX и начало XX в.). Но эти попытки всегда оказывались болезненными для русской «особости» и «державной озабоченности», которые блокировали нормальную реакцию на процесс и брали верх, играя на «квасном патриотизме» и концепции «великой державы», т. е. стратегии, пагубной для страны, не решившей еще базовых проблем и не имеющей достаточной инфраструктуры. Точно так же большой ошибкой научных стратегов бывшего СССР может стать продолжение «политики великой научной державы» и игнорирование того факта, что «железный занавес» рухнул, сосуд открыт, давление внутри резко падает и движение в этом новом — европейском или мировом — научном пространстве определяется уже совсем другими уравнениями.

## КАК МЫ СТАЛИ ТАКИМИ: ПРОЦЕССЫ И ПРИЧИНЫ

Остановимся на некоторых процессах в советском математическом сообществе, на его достоинствах и болезнях, усугубляющих драму, навязанную ему строем, который и сам, похоже, ушел в небытие. Но чтобы понять статику, нужно знать динамику...

Еще 5—10 лет назад здание СМС выглядело весьма внушительно, хотя и значительно раньше трезвые голоса били тревогу (как в известных дебатах на Общем собрании АН СССР 1977 г.)<sup>4</sup>. Однако происхождение всех достоинств и недостатков СМС нужно, конечно, отнести к началу его формирования — к 20—30-м годам этого века.

### 1. Подъем

В 20—30-х годах математические (и другие, так называемые «фундаментальные») науки испытали в пределах СССР резкий и в общем толком не объясненный подъем — количественный и качественный. Да, сработал и набранный Россией на протяжении предыдущих десятилетий потенциал здорового научного развития, а новый режим открыл возможности научной (и социальной) активности новым слоям населения. Некоторую роль сыграла и относительная дешевизна постановки математических наук (можно начинать с минимальной материальной базы), но, скорее всего, основную услугу быстрому развитию фундаментальных, универси-

<sup>4</sup> Новиков С. П. На Общем собрании — с Леонтовичем. Воспоминания.

тетских наук оказали печально известная политика «лишения в правах» и насильственная идеологизация общества. Последнее, как читатель хорошо знает, состояло, в частности, в том, что никто — от академика до истопника — не мог ступить и шагу без громогласных уверений в верности «делу пролетариата», «материализму» и т. д., без всех этих жертвоприношений новым богам, наконец, без риска просто быть раздавленным машиной новой «классовой справедливости». Чуть ли не единственной нишей для еще не вполне вымерших интеллектуалов и стали фундаментальные науки: математика и физика не подавались (и так и не поддались)<sup>5</sup> «пролетаризации», в отличие, скажем, от экономики, социальных наук, языкознания, медицины, где «передовая философия» надолго стала тормозом всякого развития. Физико-математические же науки, с их неприступным для дилетантов аппаратом, оказались единственным убежищем, «интеллектуальным гетто», по выражению одного известного математика.

Упомянутое «лишение в правах» также сыграло свою роль: большая часть того, что осталось от мощной русской интеллигенции (светской и духовной), равно как и вообще представители бывшего среднего (более образованного) слоя, оказались отрезанными от высшего технического образования: советская власть, объявив индустрию сферой государственных интересов, занялась строительством новой «советской технической интеллигенции», куда в первые 20—25 лет допускались лишь представители «социально надежных» слоев общества.

**Свидетельство очевидца (из записи беседы с Л., апрель 1991 г.):**

«Увлечение техникой было повальным, энтузиазм строительства, индустриализации... юношеская наивность... Интеллигенции же путь на инженерные специальности был прегражден, это очень способствовало фундаментальным наукам... В конце 20-х годов я два года подряд сдавал вступительные эк-

замены в Новочеркасский политехнический институт, но, будучи сыном «служащего», получал только справки, что «экзамены сданы, но не принят за отсутствием мест»... Там же сдавал экзамены и Коля Геометр [Н. В. Ефимов, известный геометр, профессор механико-математического факультета МГУ], и тоже получал справки... Чтобы заработать производственный стаж и поступать по разряду «рабочих», я пошел на Южный механический завод в Туапсе, затем сварщиком на строительство газопровода, где варил швы на 50-дюймовых трубах.

Когда мы с Колей Ефимовым сдавали в третий раз, кто-то сказал нам, что есть место, куда можно поступить, — Ростовский университет, но на физмат. Это объяснялось тем, что в университеты рабочие не очень шли, поэтому туда брали детей «служащих». И мы оба поступили на физмат, считая, что все-таки физика недалеко от техники; жили довольно долго в одной комнате и дружили до самой его (Ефимова) смерти в 1981 г.»

И такие истории можно рассказать о многих. Но, конечно, не только перечисленные объективные обстоятельства обусловили быстрое развитие математики в СССР почти сразу после Октябрьской катастрофы, но и «субъективные» особенности появления нескольких «центров кристаллизации», или «учителей милостью Божьей» (Д. Ф. Егоров и особенно Н. Н. Лузин в Москве, В. И. Смирнов в Ленинграде, еще раньше — С. О. Шатуновский в Одессе), сумевшие создать вокруг себя особую интеллектуальную атмосферу, притягивавшую талантливых молодых людей.

В результате математика и фундаментальные науки в целом испытали значительный подъем в 20—30-е годы. Возникло более или менее связанное поле математических исследований, тогда как в прошлые времена в России были крупные, но разрозненные фигуры (Н. И. Лобачевский в Казани, П. Л. Чебышев и затем А. А. Марков, Е. И. Золотарев, А. М. Ляпунов в Петербурге, Д. Ф. Егоров, С. П. Фиников в Москве и т. д.). Начинают возникать научные центры и школы, ставшие впоследствии знаменитыми; об этом процессе несколько слов будет сказано ниже. Конечно, это важное явление следует рассматривать как часть общемирового процесса техноло-

<sup>5</sup> Лишь в конце 40-х годов началась эксплуатация ранее купленных и переведенных «математических рукописей» К. Маркса (которые, вероятно, мыслились основой истинно советской, материалистической математики), начала разыгрываться трагическая для других наук карта «космополитизма», которой оказалась бита и близкая математике кибернетика («буржуазная лже-наука», «продажная девка империализма», по выражению иных тогдашних академиков). К счастью, встал 1953 год, и правящая верхушка потеряла монолитность, переключилась на выяснение внутренних взаимоотношений; затем наступила «оттепель»...

гизации науки в XX в. — из разновидности искусства, «рукоделия» или натурфилософии наука в XX в. быстро превращается скорее в технологию добывания знаний, становится массовой профессией более, чем призванием. Однако в нашем отечестве все это происходило под несколько иные песни, под другой барабанный бой... Так или иначе, но официальное признание роста науки, в том числе математики, получил уже в 1934 г., когда были восстановлены (отмененные ранее) ученые степени и звания<sup>6</sup>. (Защиты диссертаций начались в 1935 г., ВАК — Высшая аттестационная комиссия — была образована в 1936 г.). По всем наукам было выдано дипломов (по устному сообщению Н. С. Ермолаевой, 1991):

Период	Кандидаты наук	Доктора наук
На 1.01.1936 г.	3000	1800
1937—1940 гг.	12 000	2500

Складывалась новая «общность людей» — советская научная (и в частности, математическая) интеллигенция.

## 2. «Гражданская математическая война» и советизация математики

Одновременно развивались и процессы другого знака, которым впоследствии суждено было победить. Речь идет о противостоянии «согласных служить» новому режиму и — в крайней форме — насаждать в науке нравы государства рабочих и крестьян, и «несогласных», но вынужденных терпеть (сначала меньше, а затем все больше и больше). Этот процесс начался, в некотором смысле, с кульминации — известного исхода (и затем высылки) не согласных с Октябрьским переворотом, который (исход) нанес отечественной интеллигенции огромный ущерб.

Математике, однако, повезло: потери не были катастрофическими. Сколько-нибудь связную картину должен, по-видимому, нарисовать историк-профессионал, но вот некоторые известные эпизоды, от 1918 г. до середины 30-х годов.

...1918. А. М. Ляпунов, спасаясь от хаоса революции, едет вместе с больной женой в Одессу, где его жена умирает, а он кончает жизнь самоубийством.

...1918. Репрессирован И. Г. Бубнов (впрочем, вскоре выпущен).

...1925. Я. Д. Тамаркин, ведомый контррабандистами, уходит пешком через советско-эстонскую границу. Обстановка на границе крайне напряжена, страны Прибалтики, как в наши дни — страны Запада, пропускают беглецов от коммунизма с большим разбором... Легенда, которую я когда-то слышал от В. И. Смирнова (есть другие версии), гласит, что Тамаркин, выглядевший оборванцем, но назвавший себя профессором математики, был допрошен офицером, который (слава образованию! — то, может быть, была цена жизни...) помнил нечто из гимназической или университетской математики. В качестве доказательства офицер требует написать уравнение эллипса. Получив ответ, пропускает... В дальнейшем, переехав в США и став крупным математиком, Я. Д. Тамаркин сыграл, как известно, весьма заметную роль в развитии математики в Америке.

...1925. А. С. Безикович покидает Ленинград, кажется, перейдя границу с Латвией. На родине тут же был рассыпан уже готовый набор его книги «Почти-периодические функции», впоследствии изданной в Англии и ставшей математическим бестселлером и, возможно, остающейся лучшим введением в предмет и по сей день...

Немало описано и других случаев<sup>7</sup>. С оставшимися учеными, в частности математиками, началась «гражданская война», война с любыми проявлениями независимости, инакомыслия.

...1928—1931. На эти годы приходится «обострение классовой борьбы» в ленинградской математике, завершившееся само закрытием в 1931 г. Ленинградского физико-математического общества, травлей его президента Н. М. Гюнтера (и В. И. Смирнова, Г. М. Фихтенгольца и др.) и изданием позорно известной брошюры «На ленинградском математическом фронте», как бы закреплявшей победу «красных профессоров» во главе с Л. А. Лейфертом. Эта тяжелая история теперь, слава Богу, прослежена во многих подробностях, и можно ее здесь не повторять.

...1930—1931. Преследования С. Н. Бернштейна в Харькове. В 1930 г. на I съезде советских математиков, который состоялся в Харькове, происходит конфронтация независимой старой профессуры и нарождающегося советизирован-

<sup>6</sup> Чуть ранее, в 1933 г., были вновь открыты университеты, «отмененные» на Украине в 1920 г., в России — в 1931 г. (кроме Московского и Ленинградского).

<sup>7</sup> Виленкин Н. Я. Формулы на фанере // Природа. 1991. № 6. С. 95—104; № 7. С. 77—83; Ермолаева Н. С. Первые годы русской математической эмиграции // Вопр. истории естествознания и техники. 1992. № 2. С. 50—61.

ного истэблишмента. Председатель оргкомитета С. Н. Бернштейн, чтобы добиться участия в работе съезда зарубежных ученых (Ж. Адамар, А. Данжуа и др.), просит и получает от наркома Украины Скрыпника гарантии, что на съезде математиков не будет сделано никаких политических заявлений... Однако в ходе съезда О. Ю. Шмидт предлагает послать приветствие XVI съезду ВКП(б)<sup>8</sup>. Бернштейн категорически возражает, его поддерживают Н. М. Гюнтер, Д. Ф. Егоров... Шмидт, однако, настаивает, и компромиссом было «Приветствие от партийной части съезда».

Затем в Харькове пошли собрания, шельмовавшие С. Н. Бернштейна: идеалист, попутчик (и даже!) монархист (слова Блудова, впоследствии ректора университета). Заставляли выступать всех. Нашли мужество отказаться лишь единицы (механик Сырокомский, например). Бернштейн выдержал стояние у позорного столба в течение нескольких месяцев и затем уехал в Ленинград, где преследования прекратились.

...1934. Д. Ф. Егоров сослан в Казань, арестован и вскоре умер, едва выйдя (по другим данным — не выходя) из тюремной больницы (см. подробности в статье Н. Я. Виленкина).

...Середина 30-х. Борьба с «лузинщиной» — образцовый процесс травли любой формы интеллектуальной независимости. Ни официальные обвинения против Лузина (в «преклонении перед Западом» — сильные работы публикуются на Западе, слабые — в СССР; «в лицемерии» — восхваление заведомо слабых работ; или в прямом плагиате — мифическое заимствование неких идей у П. С. Новикова, который сам не поддерживал таких выступлений), ни их мотивация близостью Лузина к своему учителю Д. Ф. Егорову, уже подвергнутому остракизму, не дают, по мнению очевидцев, полного объяснения. Это была лишь внешняя канва событий, а содержание состояло в том, что старой профессуре с ее интеллектуальной независимостью и негибкой моралью просто не было места в стране победившего пролетариата.

Организованная травля интеллигенции развернулась по всей территории СССР:

<sup>8</sup> Вот еще одно, любопытное высказывание этого известного алгебраиста (и советского деятеля, возглавлявшего в 1918 г. Математическое отделение Комкадемии): «Учебные заведения служат не для развития личностей, а для снабжения их орудиями практических знаний» (цит. по неопубликованной работе Н. С. Ершовой).

ее «застрельщики» — комсомольцы и партийцы на местах — создавали обстановку истерии и неуверенности, а рядом было государство и ГПУ, которые преследовали свои далеко идущие цели — гигантское «промывание мозгов» миллионам людей, интеллектуальную кастрацию народов, оказавшихся в мышеловке «нового общества». И немотивированность, иррациональность большинства обвинений (вспомним, Сергей Натанович Бернштейн — монархист!) должна была наискорейшим образом внушить каждому: даже небольшая независимость поведения или суждений недопустимы... В случае же с Н. Н. Лузиным достойно удивления лишь то обстоятельство, что столько прекрасных математиков — учеников Николая Николаевича — участвовали в шельмовании ученого. Выступления были столь страшными, что, казалось, Лузина уведут в тюрьму прямо с собрания... Теперь же механико-математический факультет МГУ укрывает символическое «древо советской математики», у которого почти все ветви «растут» от ствола с надписью «Н. Н. Лузин».

Как уже было сказано, это только примеры, небольшая часть известных случаев гонений, целью которых и был порядок, достигнутый повсеместно и очень быстро: чтобы местный партком (университета, института) — из людей какой бы квалификации он ни состоял — решал, какие теории верны или ложны, какие из них следует развивать и кому надлежит быть профессором и где.

За этим последовало моральное переорождение изнасилованных интеллектуалов, к которому мы еще вернемся, а сейчас только отметим, что обозначенный в этом пункте процесс «коммунизации» науки (в частности, математики) отнюдь не ограничился описанной эпохой. Он не только продолжался, но и нарастал вплоть до конца (!) 80-х годов (небольшую статистику этого роста см. далее), но уже на, так сказать, бытовом уровне — многим, в том числе и математикам, было просто «удобно» состоять в безраздельно правившей партии, тогда как в 20—30-е годы эта большевизация и сопротивление ей еще имели следы морально-политического противостояния. Кроме того, в послевоенные 40—70-е годы возникли и набрали силу и другие явления, также подрывавшие развитие науки и также инспирированные и подерживавшиеся партией: «лысенковщина» (отнюдь не только в биологии — попытки были практически во всех науках), антисемитизм, мафиозность.

### 3. Плюнь, барин, да поцелуй злодею ручку...

Батюшка Петр Андреич! — шептал Савельич, стоя за мною и толкая меня. — Не упрямясь! что тебе стоит? плюнь да поцелуй у злод... (тьфу!) поцелуй у него ручку.

А. С. Пушкин. Капитанская дочка

К сожалению, нравственную проблему, которую гениально обозначил классик, нельзя обойти в этих заметках и потому, что мы должны осознать ее сами, и потому, что неплохо было бы объяснить ее остальному миру, который мало о ней осведомлен, разве лишь на немецком примере, но то была другая история (хотя, как известно, она также коснулась и математиков: Бибербаха, Бляшке, Тейхмюллера, Хассе). Речь, конечно, идет о «коллораборационизме», т. е. о согласии соучаствовать и о степени соучастия честных (или, так скажем, изначально честных) людей в той машине морального (а иногда и физического) насилия, которая сначала перемальвает жертву, а затем вовлекает ее в свою дьявольскую работу. Основой этого «вовлечения» был, как известно, тотальный ужас каждого перед чудовищем, в которое внезапно обратилось Российское государство. У тоталитарного государства с самого начала основой его взаимоотношений с гражданами стала презумпция виновности: все должны были доказывать свою лояльность «делу коммунистической партии» или приспосабливаться, создавая видимость такой лояльности. Пирамида страха начиналась, конечно, в недрах карательной машины, во всех этих ГПУ — НКВД — МГБ — КГБ, но имела продолжение и в ученом мире. Во все времена здесь были люди, «стоящие на страже» и игравшие роль цепных псов режима, т. е. попросту осуществлявшие политику партии в научной среде (как, скажем, в 30-е годы в Ленинграде — малоизвестный, но уже упоминавшийся Л. А. Лейферт или уж совсем неизвестный А. И. Буравцев, в 70-е и 80-е годы секретарь парторганизации математического факультета Ленинградского университета). Не останавливаясь на этом (ввиду полной ясности такого рода фигур), обратимся к основной массе ученых-математиков, для которых не было, увы, выбора между компромиссом и бескомпромиссностью, но лишь между формами (и степенями) компромисса...

Простейшая форма компромисса между ученым (скажем, математиком) и системой состояла просто в желании первого профессионально функционировать, т. е. в желании ученого «сделать научную карьеру»

(вовсе не в смысле карьеризма, но в смысле отыскания естественного амплуа для реализации своих способностей). Такая карьера — на всех уровнях и всецело — зависела от партийных функционеров. Она началась с небольших уступок режиму, которые язык не повернется назвать плохим словом. Скажем, делается ли человек коллаборационистом, если он хочет напечатать свою статью на машинке и отослать ее в журнал? Еще недавно (даже 5—10 лет назад) многие математики в СССР встречали большие трудности даже на этом первом шагу: ведь чтобы отослать статью в журнал, ее нужно было не только сначала напечатать на машинке, но и представить справку (направление) с места работы, клятву в «неразглашении государственных тайн» и заключение «первого отдела» (т. е. представительства КГБ в институте, на предприятии) на ту же тему. Поэтому представление статьи в журнал зависело от склонности «начальства» сделать вам все эти вещи. Да, во многих местах «начальство» обязано было это делать, но далеко не везде. Скажем, не в какой-нибудь конторе по бытовому обслуживанию населения, где бывали «трудоустроенные» прекрасные математики. Эту техническую работу можно было сделать за неделю, за месяц, а можно было тянуть и полгода... Хотите ли вы по таким пустякам иметь трудности в жизни? Тогда вы можете себе позволить (в 70-е годы, но не в 50-е!) занимать «независимую позицию», скажем, в вопросе о (добровольно-принудительной) поездке на сельхозработы. Далее, если вы уже руководите семинаром и хотите, например, чтобы вышел в свет (вовремя или хоть когда-нибудь) том работ, выполненных сотрудниками, вы должны уступить «системе» значительно больше: не только вести себя, как предписывает «система», но в какой-то степени участвовать и в принуждении других.

**Вот снова мнение очевидца (из беседы с Л., апрель 1991 г.):**

«...Да, работать было невозможно... Они и меня в конце концов приучили... И я читал «вступительные лекции» (в университете) с обязательной там марксистской «философией»<sup>9</sup>... И при рекомендации в аспи-

<sup>9</sup> Насколько это было серьезным занятием, говорит история жизни другого известного математика, И. М. М., который, прочитав политическую часть первой лекции (в Военно-воздушной академии, 1947 г.), произвольно заключил: «Ну а теперь перейдем к делу...». Криминал был столь велик, что И. М. был уволен и отправлен в Иркутск, где и вынужден был находиться до начала 60-х годов (!).

рантуру принимал во внимание, как это требовалось, национальность. Не было другого выхода: если назвать, скажем, В. Мильмана кандидатом в аспирантуру, это вызывало страшное раздражение и не давало другого эффекта, кроме отрицательного... И я не называл... Виноват. И никто не мог себя иначе вести, и трудно было установить границу, где надо остановиться... Вот, вспоминая «дело Лузина»... Основное обвинение ведь и было в лицемерии, в неискренности — Лузин «хвалил посредственности»... Что ж, он просто потерял чувство дистанции, сделал чрезмерный шаг навстречу властям. И другое обвинение, в «преклонении перед Западом» (хорошие работы публиковал во Франции, плохие — дома), тоже с этим связано, хотя были и другие причины: рано потеряв математическую силу, уступил давлению делать прикладные работы, т. е. вынужден был заниматься тем, в чем не был специалистом... Ну и, конечно, не хотел, чтобы это читали Адамар или Борель...»

Итак, приспособление было единственным путем к сохранению профессиональной активности, особенно если в вашей биографии были «слабые места». Даже тогда, когда речь шла о заведомых гигантах математики.

#### Из беседы с Л., апрель 1991 г.:

«...Вот А. Н. Колмогоров был дворянином (его дед был даже предводителем дворянства одного из уездов), а чтобы дворянина в свое время взяли на работу в университет и потом не выгнали, он должен был все время чем-то поступаться... Это вырабатывало характер и манеру поведения... Да, и компромиссов было много. Но много было сделано и для буквального спасения математики от тех же марксистских «философов»... Скажем, уже после войны был один страшный момент, когда издали математические рукописи Маркса (который, изучая учебник Лакруа, делал записи по поводу вещей, которых он не знал и не понимал). Да, когда издали, стало страшно, ибо нужно было учить этому студен-

тов и вообще перестраивать математику «по Марксу»... И тут Колмогоров поддержал С. А. Яновскую (отвечавшую за «философию математики» в МГУ) и сразу сказал, что написанное Марксом представляется правильным и соответствующим духу современной математики и что философы и математики должны это глубоко изучить, прежде чем излагать эти вещи для молодежи... И это было очень разумно, ибо «изучать» их можно было до бесконечности...»

Уже совсем другой уровень компромисса требовался, если математик (или любой другой ученый) имел в виду научно-административную карьеру.

#### Из беседы с Л., апрель 1991 г.:

«...Скажем, Б.— блестящий математик, ставший физиком и признанный физиками как физик... 12—13-летним мальчиком выступает на известном семинаре Н. М. Крылова и затем воспитывается в его доме... И до определенного момента руководствуется чисто научными принципами... Но после войны, в 1949 г., после вызова и беседы в ЦК КП Украины, Б. сильно изменился... И если до этого, скажем, боролся против наступления на М. Г. Крейна в Одессе, то в 1949 г. все это поменялось...»

Да, внутренняя («тайная») свобода, о которой так любил говорить Пушкин, противопоставляя ее «внешним» проявлениям свободы, конечно, лежит в основе любой интеллектуальной деятельности... Но, к сожалению, эта двузначная, черно-белая философия с ее гениальным «плюсом да поцелуй...» оказалась эффективной только до изобретения общества тотальной несвободы. Ибо, если раньше речь шла о мимолетной уступке злу, необходимой для продолжения жизни и самого противостояния этому злу, то теперь все стало не так — зло не уходило, его нельзя было обойти, и ручку нужно было целовать постоянно и учить этому целованию новые поколения молодых людей... Боюсь, этого бы Савельич не одобрил...

#### 4. «Гуревичей мы брать не будем...»

В некотором смысле, гражданская война в советском обществе не прекращалась никогда. Идеологии тоталитаризма нужны враги, и такой новый враг — после

расправы фактически над всеми нелюмпенизированными слоями населения (духовенство, интеллигенция, купечество, вообще — деловые люди, крестьянство) — был найден в евреях... Зная последующую эволюцию режима, можно предположить, что вожди большевизма — еще в конце 30-х годов, но особенно в ходе и сразу после войны, своим особым «классовым чутьем» почувствовали, что исторически марксистско-ленинская идея классовой борьбы выдыхается, что пора ставить на новую (старую) лошадку — на русский национал-шовинизм, на национальные инстинкты, на исключительность «загадочного русского пути»... Так или иначе, но после войны антисемитизм становится одной из основных догм внутренней политики государства, среди которых первая, как известно, — это примат партии над обществом.

Возможно, первым, еще не явным указанием на зарождающийся государственный национал-шовинизм была поразившая многих речь Молотова 1938 г., где он заявил об «объединении славян». В 1942 г. прошла партийная установка в армии о сокращении представлений евреев к орденам и медалям, а в 1943 г. — установки о вытеснении евреев со всех существенных постов прошли по всем учреждениям и ведомствам (фраза, вынесенная в заголовок, сказана, по свидетельствам очевидцев, именно тогда председателем КВШ — Комитета по делам высшей школы — в ответ на предложение взять инспектором КВШ известного специалиста — еврея). В 1944—1945 гг. евреям чинились препятствия при возвращении из эвакуации и устройству на (прежнее) место работы. Давление монотонно увеличивалось, а в 1949 г. произошел взрыв антисемитизма.

Как же реагировало на это СМС? Увы, как все советские люди — практически единодушным одобрением. Конечно, посев пришелся на удобренную почву — российское общество всегда было не чуждо антисемитизма. Не пытаясь его преуменьшить, стоит все же отметить, что в XIX в. и вплоть до 1912 г. антисемитизм — хотя бы внешне — выглядел не как ущемление части населения по антропологическому признаку, но как «отбрасывание инноваторов». И лишь в предвоенном угаре (1910—1914), на явно поднимающейся волне шовинизма появились махрово-антисемитские формулировки. Большевики пошли гораздо дальше: после короткого реванша еврейского самовыражения (1917—1937) антисемитизм сделался нормой, ежедневной установкой советской жизни, действие кото-

рой было двояким: она поражала одних и растлевала других. (В этом, кажется, и была особая притягательность антисемитизма для большевистских идеологов: не прямое принуждение, как известно, делает мафиозное общество устойчивым, а соучастие большинства в творимых верхушкой беззакониях.)

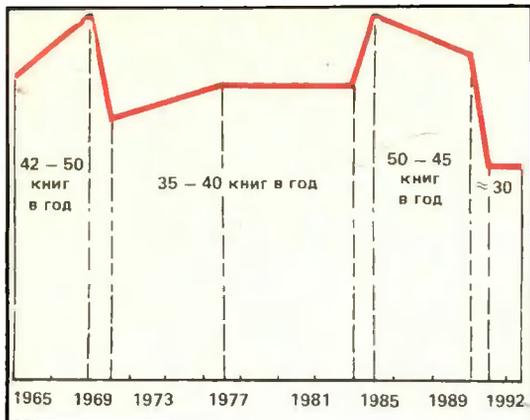
#### Из беседы с Л., апрель 1991 г.:

«Вначале в научной среде эти действия встречали отрицательное отношение... Даже у Понತ್ರягина, с которым я много беседовал, в 1943 г. обо всем и совершенно открыто. Хотя, он всегда был злой... и в истории с Лугоным вел себя хуже других..., но вот еще до войны он ездил читать лекции в Воронеж, где вокруг него даже сплотилась группа математиков-евреев. Нет, тогда Понತ್ರягин был лишен какого-либо чувства национальной неприязни, это возникло существенно позже... И со многими другими это было так же: развизалось постепенно — у одних из желания сделать карьеру, других убедила пропаганда, третьи просто следовали за мнением начальства... А это мнение стало совершенно определенным в 1949 г. ... Выступить против антисемитизма было то же, что против указаний партии и правительства».

Да, большинство, в том числе большинство ученых, приняло предложенные «правила игры». Физики больше других чувствовали под собой почву — в то время они уже были «государственными людьми», они делали нужные отечеству А- и Н-бомбы... У них было и больше сопротивления антисемитизму; П. Л. Капица, М. А. Леонтович, И. Е. Тамм и позднее А. Д. Сахаров (можно, конечно, назвать еще несколько имен) были центрами неприятия национального подхода к формированию научных кадров.

Математики... Ну а математики породили И. М. Виноградова и Л. С. Понತ್ರягина (с их последователями), чьи деяния составляют историю близкую и уже описанную<sup>10</sup>. Стоит все же упомянуть несколько

<sup>10</sup> См., например: Freiman Gr. It seems I am a jew / Transl. and ed. by M. Nathanson, with Appendices by an Unknown, M. Nathanson and A. Sakharov. Carbondale, 1980. Справедливости ради: и среди математиков были люди, которых тошнило от антинаучной антисемитской атмосферы, и даже такие, которые ей — по мере сил — противодействовали (В. И. Смирнов в Ленинграде, И. Г. Петровский в Москве).



Выпуск книг по математике издательством «Наука»: за 1965—1985 гг. — по данным каталогов книг, изданных Главной редакцией физико-математической литературы издательства «Наука»; за 1986—1990 гг. — по данным Главной редакции физико-математической литературы; за 1992 г. — по плану издательства. Данные по годам ощутимо колеблются, и поэтому они усреднены. 1965—1969 гг. — умеренный рост; скачки 1969—1970, 1983—1984 гг. — это годы начала и конца контроля Л. С. Понтрягина над Математической секцией РИСО АН СССР; 1976—1984 гг. — стагнация; 1985—1989 гг. — либерализация «перестройки». С начала 1989—1990 гг. в дополнение к хозяйственному хаосу (бумага, оборудование, кадры — всего нет) появляется и новый элемент: научные издательства тоже хотят выпускать коммерчески выгодные книги.

фундаментальных, видимых через десятилетия достижений этой группы:

абсолютное освобождение Математического института АН СССР (центрального в стране) от евреев;

радикальное сокращение и качественное ухудшение математического книгоиздания; Редакционно-издательский совет (РИСО) АН СССР, будучи захваченным Л. С. Понтрягиным, блокировал выход десятков монографий по подозрению в еврействе их авторов (см. график);

создание трудно и унизительно проходимой системы преград для диссертаций еврейских авторов (и авторов, заподозренных в еврействе);

резкое ограничение доступа работам еврейских авторов в ведущие математические журналы страны (статистику этого ограничения см. у Гр. Фреймана);

уничтожение огромной работы десятков авторов — тома обзоров «Математика в СССР за 50 лет», где, по мнению упомянутой группы, не был соблюден «эквilibр» по национальному признаку (и вышел из печати только биобиблиографи-

ческий указатель к «зарезанной» книге, в двух толстенных томах).

Да, это мы, советские математики, допустили, чтобы вписывались несуществующие ошибки в экзаменационные работы абитуриентов-евреев, в том числе в ведущих, известнейших университетах. Это было растлением научной среды, более всего — самих исполнителей, это путь к полному культурному развалу. (Многие подробности таких «экзаменов» приведены в книге Гр. Фреймана вместе с редакцией потрясенного А. Д. Сахарова, а также в «Воспоминаниях» самого А. Д.)

Можно приводить десятки примеров гонений — от травли М. Г. Крейна и его школы в Одессе, продолжавшейся не один десяток лет, и до сравнительно скоротечной, но эффективной кампании по разгону школы В. А. Рохлина в Ленинградском университете. Но закончим, однако, небольшой коллекцией образцово-анекдотических историй, почерпнутых из известного многим фольклора и страшных именно своим невероятным, анекдотическим цинизмом.

Защита докторской диссертации Э. Б. Винбергом в МГУ. После разгромного отзыва Л. С. Понтрягина заведомо хорошую диссертацию проваливают... Спустя время Л. С. спрашивают: «Что же вы так, ведь он швед...» — «Как?!.. Почему же мне заранее не сказали?!..»

С., влиятельного сотрудника МИАНа, известного своим крайним юдофобством, спрашивают, почему он так активно препятствует поступлению талантливых, но еврейских математиков в институт. Ответ: «Я должен поддерживать эквilibр...» — «Ну, помилуйте, какой же эквilibр? Вот, скажем, умерли М. А. Наймарк, С. Н. Бернштейн, но никого ведь не взяли» — «Я же не виноват, что они умирают...»

К И. М. Виноградову, для которого хотя бы косвенное отношение к еврейству было чуть ли не единственным человеческим недостатком, приходит сотрудник КГБ: требуется убрать из института известного математика Ш., тогда диссидента, мешавшего властям. «Что вы, — горячо возражает И. М. — я это дело внимательно изучил: Ш. — не еврей».

(Окончание в следующем номере)

# Протисты и биосфера

Ю. И. Полянский



Юрий Иванович Полянский, протозоолог, ученик В. А. Догеля, член-корреспондент РАН, советник в Институте цитологии РАН, президент Всероссийского общества протозоологов. Уже почти 60 лет занимается всесторонним изучением простейших. Автор многочисленных, уже ставших классическими работ по цитогенетике простейших, физиологии одноклеточных организмов. Последние годы большое внимание уделяет вопросам эволюции и роли протистов в жизни биосферы.

**О** ГРОМНОЕ многообразие живых существ, населяющих Землю, — не случайный конгломерат миллионов видов — от вирусов и бактерий до млекопитающих, человека, высших цветковых растений, а сложная исторически сложившаяся экосистема — биосфера. Это понятие было предложено австрийским ученым Э. Зюсом в 1875 г., хотя идеи взаимосвязанности компонентов живой природы между собой и неживой природой мы находим еще в трудах выдающегося французского биолога-мыслителя Ж.-Б. Ламарка на рубеже XVIII и XIX вв.

Подлинным творцом современного учения о биосфере стал В. И. Вернадский, труды которого, охватившие систему наук о Земле, биологию, биогеохимию, составляют одно из крупнейших обобщений естествознания XX в.

Согласно Вернадскому, «биосфера представляет оболочку жизни — область существования живого вещества»<sup>1</sup>, основное свойство которой — способность переводить космические излучения (в том числе энергию Солнца) в земную энергию — электрическую, химическую, механическую, тепловую и т. п.

Биосфера Земли — это открытая система. В нее извне поступает поток солнечной энергии, а выходят продукты жизнедеятельности организмов, по выражению Вернадского, входящие в состав косного вещества, например в состав осадочных горных пород, слагающих земную кору.

Совокупность всех живых организмов планеты Вернадский назвал живым веществом, общая масса которого составляет ничтожную часть биосферы (если его распределить равномерно по лику Земли, то толщина слоя будет примерно 2 см). Однако живое вещество биосферы распределено по лику Земли крайне неравномерно, образуя разнообразные «сгущения» и «плен-

© Полянский Ю. И. Протисты и биосфера.  
 1 Вернадский В. И. Сочинения. Т. 1. М., 1926. С. 178.

ки», например, пленку планктона Мирового океана, широколиственные тропические леса, рифтовые скопления животных абиссали и многие другие. Биосфера, помимо процессов биотического круговорота, характеризуется способностью к саморегуляции, к сохранению своей целостности как экосистемы. Ее можно рассматривать как исторически сложившееся целое, куда входят подчиненные экосистемы — биоценозы, для наземных систем — биогеоценозы (термин, предложенный В. Н. Сукачевым). К биосфере применим так называемый «принцип устойчивого неравновесия живых систем», впервые сформулированный Эрвином Бауэром (1890—1942) для организма.

Между тем именно живое вещество в значительной мере определяет облик планеты, состав ее атмосферы, гидросферы, литосферы (земной коры). Характерное свойство живого вещества — его динамизм, наличие биотического круговорота. Анализ протекающих в биосфере процессов показал, что живое вещество Земли в среднем обновляется за восемь лет. Однако темпы этого обновления для различных компонентов живого вещества биосферы различны. Считают, что фитомасса суши (наземные растения) сменяется в среднем за 14 лет, тогда как масса океанического планктона — примерно раз в сутки. Биосфера — гигантский аккумулятор энергии, основу которой составляет энергия Солнца, улавливаемая в процессе фотосинтеза. Но, как показывают исследования последних лет, это не единственный источник энергии, аккумулируемый биосферой. В 1977 г. американская экспедиция открыла поразительное явление — так называемые рифтовые сгущения жизни на абиссальных глубинах Тихого океана. Здесь эндогенным источником энергии служит хемосинтез бактерий за счет выхода из разломов горячих струй сероводорода и других газов. Источник энергии здесь был не экзогенного (как при фотосинтезе), а эндогенного происхождения. Эти факты затем подтвердились многими исследованиями.

Живое вещество биосферы — это активное начало, преобразующее остальные сферы планеты. Ведущая роль живого впервые была доказана трудами Вернадского, а затем развита многочисленной плеядой исследователей: А. П. Виноградовым, Б. Б. Польшовым, И. Б. Вассоевичем, Д. В. Панфиловым, А. В. Лапо, Н. В. Тимофеевым-Ресовским, Э. И. Колчинским, Б. С. Соколовым и многими другими. Живое вещество биосферы — это самая

мощная геологическая сила, преобразующая и определяющая состав и структуру всех сфер планеты Земля. Не вдаваясь в детальное рассмотрение этой проблемы, напомним самое основное.

Современная атмосфера Земли есть продукт деятельности живого вещества биосферы. Как писал Вернадский, «атмосфера всецело создана жизнью, она биогенна». За свою историю она претерпела значительные изменения. Бескислородная восстановительная атмосфера начальных эпох (2—3 млрд. лет назад) постепенно в результате деятельности автотрофных организмов приобрела свободный кислород, что сделало возможным существование современных форм жизни.

Литосфера Земли сформировалась в большей своей части за счет деятельности живого вещества биосферы. В первую очередь это относится к осадочным породам. Большинство карбонатных осадков, на долю которых приходится примерно половина площади донных отложений (известняки, мел, мрамор и др.), почти целиком состоят из остатков скелетов организмов. Осадочные кремнистые породы тоже обязаны своему появлению деятельности различных организмов биогенного происхождения: каменных углей, торфа, нефти.

Химизм вод Мирового океана в значительной степени определяется и регулируется живым веществом биосферы, хотя многие стороны этих процессов еще мало изучены.

Наконец, почвенный покров Земли сформировался и развивался при активном участии живого вещества биосферы. В разработке проблем почвообразования особенно велик вклад отечественных почвоведов во главе с учителем В. И. Вернадского выдающимся ученым, родоначальником современного почвоведения В. В. Докучаевым.

Важная сторона в изучении биосферы связана с выяснением конкретных связей между структурой, функцией и эволюцией ее с эволюцией входящих в состав биосферы организмов. Так, Э. И. Колчинский справедливо утверждает: «Становится очевидной необходимость разработки учения об эволюции биосферы как важнейшего раздела эволюционной теории. Первые шаги в этом направлении были сделаны М. И. Будыко, М. М. Камшиловым, Н. В. Тимофеевым-Ресовским и С. С. Шварцем»<sup>2</sup>.

Еще в своих первых работах, посвященных биосфере, Вернадский указал на огромную преобразующую роль человечества

<sup>2</sup> Колчинский Э. И. Эволюция биосферы. Л., 1990. С. 26.

как геологического фактора. Мысль эта затем оформилась в учение о ноосфере как заключительном этапе развития биосферы. «Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободной мыслищающего человечества как единого целого. Это новое состояние биосферы, к которому мы, не замечая этого, приближаемся, и есть «ноосфера»<sup>3</sup>. И далее Вернадский продолжает: «Ноосфера есть новое геологическое явление на нашей планете. В ней впервые человек становится крупнейшей геологической силой». Он может и должен перестраивать своим трудом и мыслью область своей жизни, перестраивать коренным образом по сравнению с тем, что было раньше. Перед ним открываются все более и более широкие творческие возможности»<sup>4</sup>.

Развиваемое Вернадским представление о ноосфере дышит оптимизмом. К сожалению, этот оптимизм ученого, верящего в прогресс человечества, пока не оправдывается. Деятельность «крупнейшей геологической силы» — человека — в значительной части направлена на разрушение биосферы, а не на ее разумное переустройство. Примеры тому многочисленны и широко известны. Напомним здесь лишь немногие: уничтожение широколиственных тропических лесов — основных поставщиков кислорода атмосферы; загрязнение Мирового океана нефтью, пестицидами, солями тяжелых металлов; выброс в атмосферу избытка углекислоты, окислов серы и т. п. На территории бывшего СССР это — экологическая катастрофа Аральского моря и прилегающих обширных районов бассейна Сырдарьи и Амударьи; загрязнение Азовского и Черного морей; загрязнение когда-то чистого Ладожского озера, Невы и восточной части Финского залива, усугубленного строительством пресловутой дамбы, что ставит на грань экологической катастрофы Санкт-Петербург, и многое, многое другое.

Очевидно, что без выяснения роли отдельных компонентов, слагающих биосферу, невозможно целенаправленное управление ею при создании ноосферы, к чему призывает Вернадский.

Почти за 4 млрд. лет своего суще-

ствования биосфера Земли претерпела глубокие преобразования, прошла вместе со слагающими ее организмами грандиозный эволюционный путь. На некоторых моментах этой эволюции, недостаточно освещенных в литературе, а именно на роли протистов, мы кратко остановимся в настоящей очерке<sup>5</sup>.

Первые биосферы, возникшие около 4—3,5 млрд. лет назад, существовали за счет прокариотных организмов. На том этапе эволюции в атмосфере не было свободного кислорода. Однако древнейшие породы тех времен позволяют утверждать о наличии биотического круговорота. Прокариотное население Земли составляли различные группы хемосинтезирующих бактерий и археобактерий. В недрах древних прокариотных биосфер появились и первые фотосинтезирующие автотрофы. Потомки таких организмов — цианобактерии (синезеленые водоросли) — процветают до сих пор. Понадобилось свыше 2 млрд. лет, чтобы прокариоты дали начало эукариотной клетке с ядром. Как произошел этот решающий перелом в эволюции органического мира, еще неясно. Мы не будем здесь останавливаться на полемике, возникшей вокруг теории симбиогенного происхождения эукариотной клетки, ограничимся лишь констатацией самого факта ее появления. По сравнению с прокариотами эта форма организации жизни оказалась высоко прогрессивной. На ее основе в последующие 1,5—2 млрд. лет сформировалось огромное разнообразие протистов, растений и животных, основные законы эволюции которых были раскрыты великим Дарвином.

Эукариоты появились на Земле в форме одноклеточных организмов (протистов), а многоклеточная организация стала дальнейшим этапом эволюции жизни как растений (автотрофный тип обмена веществ), так и животных (гетеротрофный тип обмена). Массовое развитие многоклеточных форм жизни в океане (на сушу организмы вышли значительно позже) произошло 700—600 млн. лет назад. Эта фауна, ставшая известной относительно недавно как вендская, характерна отсутствием минеральных скелетов. Как показали недавние исследования, она была широко распространена и в настоящее время обнаружена на всех пяти континентах. В течение длитель-

<sup>3</sup> Термин «ноосфера» был предложен французским философом Е. Леруа в 1927 г.

<sup>4</sup> Вернадский В. И. Философские мысли натуралиста. М., 1988. С. 520.

<sup>5</sup> Вслед за Геккелем будем называть протистами все одноклеточные эукариоты. Среди них одноклеточные водоросли, имеющие хлорофилл, обладают автотрофным обменом. Другая часть — простейшие (Protozoa) — одноклеточные гетеротрофы: сарковидные, жгутиковые, инфузории и т. д.

ного времени (примерно 1 млрд. лет) эвкалиотные организмы на Земле представляли протисты. Именно они за счет автотрофного обмена и обогащали атмосферу Земли свободным кислородом. Обычно принималось (а многие принимают и сейчас), что современные одноклеточные организмы (протисты) — это как бы остатки «одноклеточной» жизни на Земле. Сохранившаяся до наших дней часть представителей этого периода приспособилась к жизни в определенных экологических нишах. Однако такая «привычная», я бы сказал, концепция роли протистов в современной биосфере Земли должна быть пересмотрена.

Вспомним, что прокариоты, когда-то единственные организмы в составе древних биосфер, не исчезли и на последующих этапах эволюции жизни, а сегодня они играют иную, чем прежде, но огромную роль. Достаточно указать на участие прокариотов в разложении органических остатков, без чего современная биосфера не смогла бы существовать. Выполняют они и множество других функций в биотическом круговороте.

Исследования последних лет позволяют думать, что и протисты (в том числе и простейшие) суть не просто «реликты» отдаленной истории Земли, частично сохранившиеся и поныне, а особый уровень организации живой материи, играющей в биосфере значительную, во многом еще не ясную роль. А если это так, то и наука, всесторонне изучающая протистов, — протистология (и ее часть — протозоология) приобретает особое звучание в системе биологических наук. Многочисленные исследования последнего десятилетия убеждают, что роль протистов в биотическом круговороте биосферы, в миграции атомов гораздо значительнее, чем это принималось еще недавно.

Вспомним роль простейших в формировании коры нашей планеты. В Мировом океане в несметных количествах обитают простейшие, имеющие минеральный скелет. Их тысячи различных видов, адаптированных к разным условиям жизни и входящих в состав планктона и бентоса. Это обширный класс фораминифер с их разнообразно и сложно устроенными раковинками из углекислой извести, некоторые группы жгутиконосцев и радиолярий (лучевики) с кремневым скелетом. После отмирания и при размножении этих простейших миллиарды миллиардов их скелетов осаждаются на дно, образуя многометровые толщи ила. Подавляющее большинство карбонатных осадков сложено простейшими.

При тектонических процессах дно океана становится сушей, а донные отложения преобразуются в осадочные породы (известняки, мел, мрамор и другие карбонатные породы).

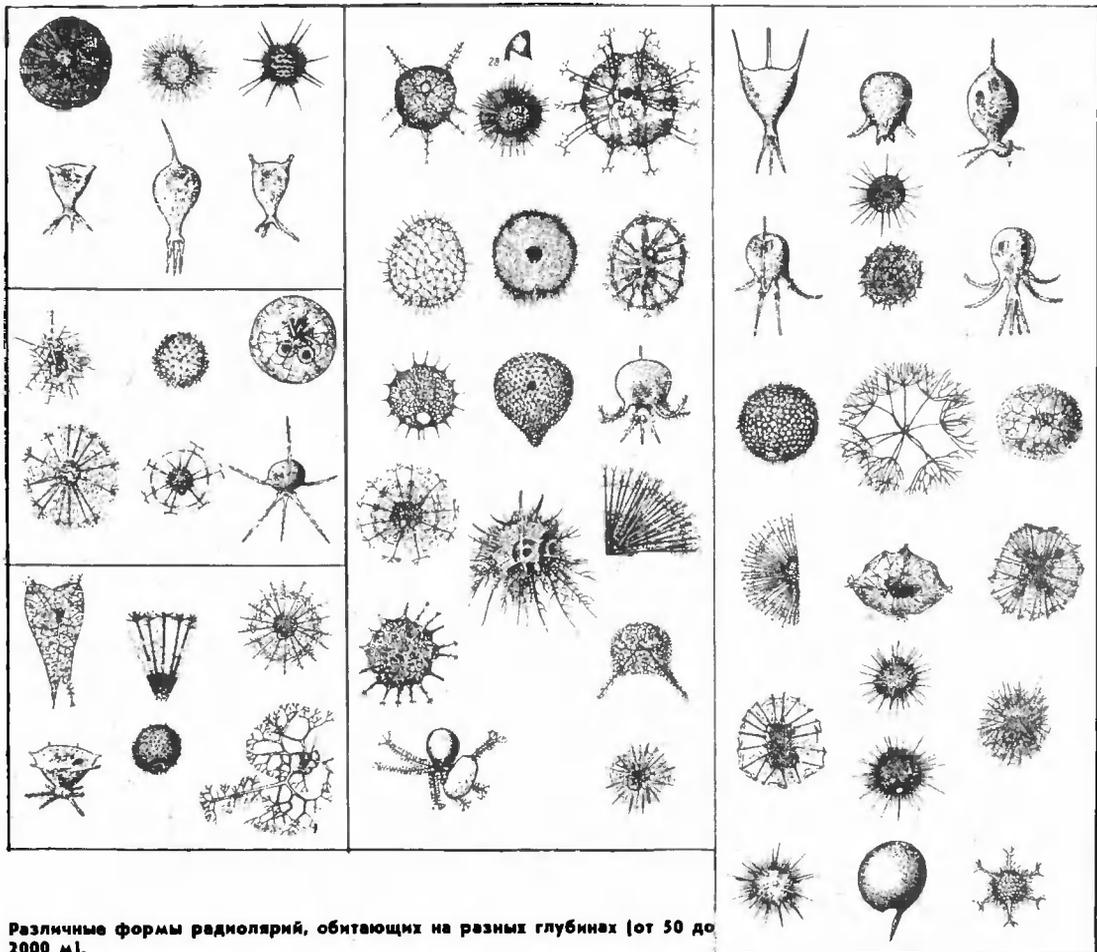
Как справедливо заметил известный отечественный протозолог Л. Н. Серавин в своей талантливо написанной книге «Простейшие... что это такое», пирамида Хеопса — почти 150 метров высоты (1), строго говоря, построена фораминиферами, ибо строительный материал пирамиды целиком образован скелетами морских простейших<sup>6</sup>. Это же относится и к значительному числу памятников древнерусского зодчества.

Велика роль в биотическом круговороте биосферы и автотрофных планктонных протистов — одноклеточных водорослей. Эти первичные продуценты органического вещества обогащают воду и атмосферу кислородом. В литературе имеется множество довольно противоречивых данных об относительной роли фитопланктона в круговороте углекислоты и кислорода биосферы в целом. Не будучи специалистом в области изучения фотосинтеза, не берусь оценивать эти данные, но бесспорно, что фитопланктон не только первичный продуцент органического вещества и поставщик кислорода, но и источник пищи для зоопланктона.

Один из крупнейших современных протозологов Т. Феншел попытожил результаты последних исследований: «Простейшие представляют собой необходимое звено в цепях питания между бактериальными клетками и более крупными зоопланктонными организациями»<sup>7</sup>. К сожалению, в гидробиологических исследованиях это звено часто не учитывается, и в результате картина связей и пищевых цепей в экосистемах водоема искажается (это одинаково справедливо как для морских, так и для пресных вод). Почему же протисты (в особенности гетеротрофные простейшие) оказались в «немилости» у исследователей, почему их в большей или меньшей степени «игнорируют»? Причин тому несколько. Укажем лишь две из них. В гидробиологической практике, как правило, используют методы, при которых простейшие просто «исчезают» и поэтому не учитываются. Обычно планктонной сеткой или батометром берут пробу, которую здесь же, на борту судна, фикси-

<sup>6</sup> Серавин Л. Н. Простейшие... что это такое? Л., 1984.

<sup>7</sup> Frenchel T. Ecology of Protozoa. The Biology of Free-living Phagotrophic Protists. Berlin, 1986. P. 87.



Различные формы радиоларий, обитающих на разных глубинах (от 50 до 2000 м).

руют формалином. Дальнейшую обработку (определение видового состава, количественный учет и т. п.) проводят уже в лаборатории. В этом случае большая часть простейших, не имеющих скелета (инфузории, бесцветные жгутиковые и т. п.), распадается. Для изучения простейших необходимы другие методы фиксации материала, а также исследование объекта в живом состоянии, что крайне редко применяется в обычной гидробиологической практике. Для инфузурий необходимы специальные методики (например, серебрение), которыми исследователи хорошо владеют. Важны также методы культивирования взятых из природы простейших в условиях лаборатории.

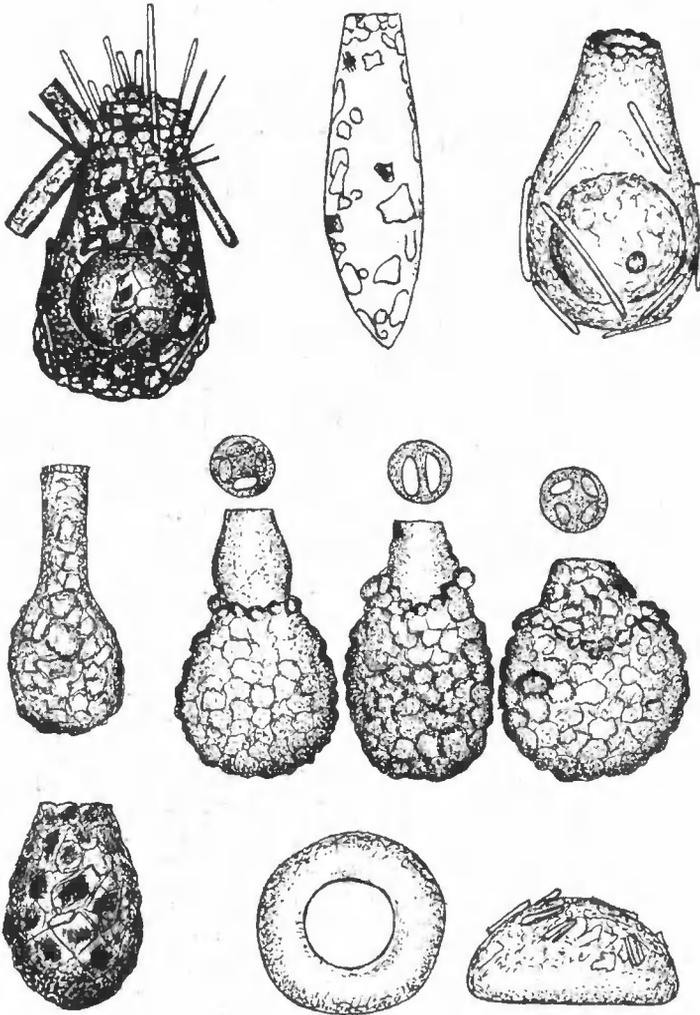
Целая серия исследований, проведенных за последние годы с применением современных методик в разных областях бывшего СССР и в Мировом океане, выяви-

ла активное участие протозойного звена в пресноводных и морских экосистемах<sup>8</sup>. Протозоологи из Института биологии внутренних вод РАН на Рыбинском водохранилище указали на большое значение в пищевых цепях водных экосистем не только инфузурий, но и бесцветных жгутиконосцев, на которые долгое время просто не обращали внимание<sup>9</sup>.

Изучение фауны свободноживущих пресноводных и морских простейших откры-

<sup>8</sup> Мамаева Н. В. Инфузории бассейна Волги. Л., 1979; Бойкова Э. Я. Простейшие, биомониторы морской среды. Рига, 1989; Агамалиев Э. Т. Инфузории Каспийского моря. Л., 1983; Алекперов И. Х. // Изв. АзССР. Сер. биол. 1979. Т. 6. С. 83—88; Бурковский И. В. Экология свободноживущих инфузурий. М., 1984.

<sup>9</sup> Жуков Б. Ф., Карпов С. А. Пресноводные водоросли-жгутиконосцы. Л., 1984.



Представители почвенных раковинных амёб — [корненожек], постоянных обитателей пресноводных водоемов, мхов и болот. Сегодня известно более 200 видов раковинных корненожек. Форма раковины может быть самая различная, размеры от 15—20 до 120—170 мкм. Широко используются как индикаторы физических и химических свойств почв.

ло еще ряд аспектов и направлений исследований, и представляющих теоретический интерес, и имеющих немаловажное практическое значение.

Еще недавно полагали, что обширные морские песчаные пляжи всех морей во всех широтах и сублиторальные песчаные грунты представляют собой безжизненные минеральные скопления. Но исследованиями последних лет установлено, что морские пляжи густо заселены преимущественно микроскопическими организмами, среди которых ведущую роль играют автотрофные одноклеточные протисты (в особенности диатомовые) и гетеротрофные простейшие (инфузории). Эта так называемая псаммофильная фауна, разнообразная в экологическом плане, насчитывает сотни видов.

Среди псаммофильных инфузорий есть пожиратели бактерий, хищники — охотники за другими простейшими, пожиратели одноклеточных водорослей, виды, вступившие в симбиоз с серными бактериями, хемосинтезирующими сероводород ( $H_2S$ ), и др. Эту обширную экологическую группу простейших изучают и в нашей стране, и за рубежом (во Франции и Румынии). Кроме протистов в песках живут представители и других групп животных: нематоды, ресничные черви, аннелиды и даже некоторые виды кишечнополостных. Таким образом, морские песчаные пляжи — это своеобразная система биоценозов, в которых протисты играют ведущую роль.

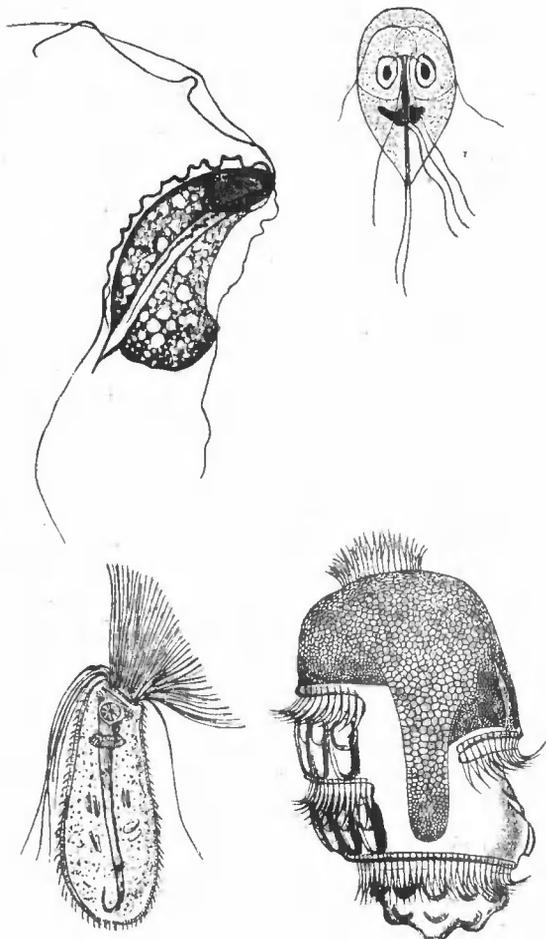
Расширяются исследования и в области почвенной протозоологии. Оказалось,

что простейшие активно участвуют в почвообразовании и в жизни почвенных биоценозов<sup>10</sup>. Велика роль простейших и в очистке сточных вод: они способствуют распаду органических веществ<sup>11</sup>. Будучи весьма чувствительными к малейшим изменениям внешней среды, они служат тонкими индикаторами состояния водной среды, степени ее загрязненности.

Простейшие могут быть чрезвычайно полезны при получении пищевой белковой массы. Дело в том, что одноклеточные организмы имеют большие преимущества перед многоклеточными: большинство из них размножается простым делением. При благоприятных условиях простейшие делятся от одного до нескольких раз в сутки, что позволяет быстро наращивать биомассу, которую можно использовать в разных целях (питание мальков рыб, белковые добавки в пищу животных и человека и т. п.) Уже разработаны методы массового культивирования (размножения) многих свободноживущих простейших, главным образом инфузорий. Таким образом, простейшие могут стать фактором, который поможет решить проблему получения белка. Обнадеживающие результаты в этом направлении в настоящее время получены красноярскими исследователями<sup>12</sup>.

И еще одна форма участия протистов в жизни биосферы. Речь идет о паразитических простейших. В ходе эволюции тысячи видов простейших перешли к паразитическому образу жизни, избрав средой своего обитания другие живые организмы (от простейших до высших млекопитающих и человека). Этот путь эволюции простейших ставит ряд сложных теоретических проблем о формах взаимоотношений паразита и хозяина, о способах преодоления защитных барьеров хозяина паразитами, о путях циркуляции паразитов, и в том числе паразитических простейших, в естественных биоценозах и в искусственно создаваемых человеком агроценозах. Многие паразитические патогенные простейшие вызывают гибель хозяина, воздействуя таким образом на численные соотношения видов в биоценозах биосферы.

Паразитизм — большая многогранная проблема, требующая специального освещения. Мы ограничимся лишь несколькими



Паразитические простейшие. Справа налево: лямблия (*Lambliа intestinalis*), имеющая двойной набор органелл, вызывает лямблиоз; трихомонада (*Trichomonas lacertae*) имеет сложный двигательный аппарат — три своеобразных жгутика и один, проходящий вдоль тела и соединенный с ундулирующей мембраной (трихомонады — паразитируют в различных органах некоторых позвоночных); ения (*Joania annectens*) — представитель большой группы сложноустроенных многожгутиковых, живет в кишечнике термитов; паразитическая инфузория с панцирем, живущая в кишечнике африканских человекообразных обезьян (*Troglodytella gorillae*).

примерами влияния паразитических простейших на биоценозы, на человека и его хозяйственную деятельность. Среди многочисленных протозойных заболеваний человека «пальма первенства» принадлежит малярии, особенно в тропических и субтропических странах. Если в Европе, Северной Америке, на всей территории быв-

<sup>10</sup> Почвенные простейшие Л., 1980. (Сер. «Протозоология». Вып. 5).

<sup>11</sup> Простейшие активного ила. Л., 1983. (Сер. «Протозоология». Вып. 8).

<sup>12</sup> Кокова В. Е. Непрерывное культивирование беспозвоночных. Новосибирск, 1982.

шего СССР малярия как массовое заболевание ценной огромных усилий ликвидирована, то в африканских и азиатских тропических странах она широко распространена. Ежегодно малярия (в том числе ее особо вирулентная форма) поражает десятки миллионов человек (в том числе много детей), высок процент летальности. Возбудитель малярии — паразитические простейшие из класса споровиков — обладает сложным жизненным циклом со сменой хозяев — человека и комара.

В умеренном климате огромный ущерб животноводству и птицеводству наносят простейшие — кокцидии, близкие по своему систематическому положению к возбудителю малярии.

Существенную роль в регуляции численности рыб как при прудовом и озерном рыболовстве, так и в естественных водоемах играют различные паразитические простейшие рыб (микроспоридии, микроспоридии, инфузории), вызывающие иногда массовые эпизоотии и гибель преимущественно молоди рыб.

При массовом размножении насекомых, в том числе вредителей многих культурных растений, некоторые простейшие, относящиеся к типу микроспоридий, вызывают массовую гибель вредителя. Примеров, показывающих значительную роль паразитических простейших в регуляции численности отдельных компонентов в экосистемах, как наземных, так и водных, можно было бы привести великое множество. Вопросы эти еще недостаточно изучены. Они имеют существенное теоретическое значение и представляют, безусловно, практический интерес.

Бесспорное участие протистов в естественных процессах в природе закономерно повышает интерес к их изучению. Такая тенденция отмечается в последние 30—40 лет. Во многих странах образованы научные протозоологические общества. В нашей стране (бывшем СССР) Всесоюзное

общество протозоологов (ВОПР) при АН СССР возникло в 1968 г.— с тех пор регулярно проводятся Всесоюзные съезды протозоологов. Начиная с 1961 г., каждые четыре года проводятся Международные протозоологические конгрессы (третий проходил в Ленинграде в 1969 г.). Очередной, IX конгресс должен состояться в 1994 г. в Берлине. В настоящее время издается четыре международных протистологических журнала — в США, Германии, Франции, Польше. Наше протозоологическое общество до сих пор ежегодно выпускало сборники, посвященные актуальным проблемам протистологии, как теоретической, так и прикладной.

В заключение хочется подчеркнуть некоторые стороны протистологии, представляющие исключительный интерес для биолога, особенно комплексность этой науки, ее органическую связь с наиболее актуальными направлениями биологии. Протисты как бы сочетают в себе природу эвкариотной клетки и целостного организма. Это организмы на клеточном уровне организации. Задачи протистологии, с одной стороны, близки к таковым в зоологии и ботанике (т. е. вопросы систематики). Но изучая морфологию и ультраструктуру одноклеточных эвкариот, протистология решает вопросы биологии клетки, включая цитологию и молекулярную биологию. Протистология непосредственно связана с проблемами генетики и эволюционной теории, но на качественно своеобразном клеточном уровне организации, который не тождествен таковому у многоклеточных.

Итак, царство протистов и в нашу эпоху, и в предшествующие периоды развития жизни на Земле — один из основных компонентов биосферы. Без должного учета этого звена в экосистемах наши представления о взаимоотношениях между компонентами биосферы будут неполными и искаженными.

# Новый подход к прогнозу землетрясений

Иин Ксянгу



Иин Ксянгу, профессор Института геофизики Национального сейсмологического бюро (Китайская Народная Республика), член Совета и вице-директор тектонофизического комитета Сейсмологического общества Китая. Редактор журналов «Earthquake Research in China» и «ACTA Seismologica Sinica». Научные интересы включают изучение механизма землетрясений и вертикальных подвижек в земной коре, прогноз землетрясений, геодинамику, нелинейную динамику, теорию сейсмических источников.

**С** ТЕХ ПОР как в глубокой древности был зарегистрирован первый сейсмический толчок, воззрения на природу землетрясений существенно изменились — от божьей кары до идеи высвобождения энергии земной коры. Однако проблема столь сложна, что и поныне мы все еще далеки от прогноза конкретных сейсмических событий.

Вот всего лишь один пример. В настоящее время нигде на земном шаре землетрясения не происходят с большей регулярностью, чем на разломе Сан-Андреас близ Паркфилда (штат Калифорния, США). На изучение этих землетрясений Геологической службой и другими научными учреждениями США затрачиваются огромные интеллектуальные и материальные ресурсы. И вот несколько лет назад ученые предсказали, что в 1990 г. здесь произойдет землетрясение с магнитудой  $M \sim 6$ . Но прогноз не подтвердился. И это неудивительно, поскольку экстраполяция в будущее даже таких относительно регулярных толчков ненадежна. В более сложных случаях детерминированный прогноз еще ненадежнее.

После того как в поведении неустойчивых нелинейных динамических систем были обнаружены явления фрактальности детерминистского хаоса, перенесение этих представлений на сейсмический процесс позволило рассматривать землетрясения с совершенно новых позиций. Если землетрясения воспринимать как одно из проявлений хаотического характера геофизической среды, то детерминированный прогноз этих событий на длительный срок оказывается несостоятельным. Дело в том, что чувствительность неустойчивых динамических систем (в нашем случае — реальной сложно деформируемой геофизической среды) к начальным условиям возрастает со временем по экспоненте. Таким образом, речь может идти только о статистическом прогнозе.

Однако независимо от того, считать ли землетрясение хаотическим явлением или

нет, по своей физической природе это не что иное, как проявление неустойчивости среды в очаговой зоне, сопровождаемое быстрым, почти мгновенным, высвобождением накопленной механической энергии. В этом принципиальное отличие землетрясений от других тектонических проявлений, таких как горообразование, движение плит, «ползучесть» на разломах и т. п. Поэтому, изучая развитие процесса неустойчивости во времени, можно попытаться разработать метод прогноза землетрясений.

Рассмотрим возникновение землетрясений как чисто механическую проблему и проанализируем поведение неустойчивой механической системы во времени.

Но прежде чем перейти к нелинейным неустойчивым системам, остановимся на линейных системах, деформируемое вещество которых ведет себя как идеально упругое тело. Обратимся к классическому примеру — испытанию образца на одноосное растяжение (рис. 1, а).

Поведение вещества можно охарактеризовать кривой зависимости напряжения от деформации. Для идеального хрупкоупругого тела в области напряжений  $\sigma$ , не превышающих предела его прочности  $\sigma_b$ , она является прямой линией (рис. 1, б). При  $\sigma = \sigma_b$  происходит мгновенное хрупкое разрушение образца.

В случае идеального упругопластичного тела кривая, отражающая связь напряжения и деформации, в целом напоминает аналогичную кривую для хрупкоупругого вещества (рис. 1, в). Пока напряжение не превышает предела текучести ( $\sigma < \sigma_s$ ), она также представляет собой прямую линию. А при  $\sigma = \sigma_s$ , она резко переходит в горизонтальную прямую, означающую, что при одном и том же напряжении деформация может достигать сколь угодно больших значений. Иными словами, линейные системы теряют устойчивость мгновенно, без каких-либо видимых предвестников или постепенных изменений, предвещающих окончательное разрушение материала.

Если бы земная кора также была идеально упругим телом, прогноз землетрясений оказался бы совершенно невозможным. Ведь нам неизвестно не только точное значение предела прочности вещества коры, но и реальное распределение напряжений под земной поверхностью.

Однако реальные вещества крайне редко отвечают требованиям идеальной упругости. Как правило, их поведение определяется в той или иной степени пластичностью, реологией, распределением неоднородностей и неупругостью. В силу этого

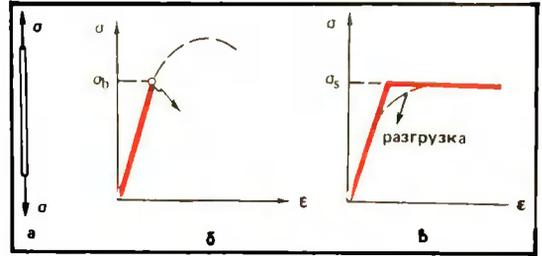


Рис. 1

Испытание образца на одноосное растяжение.

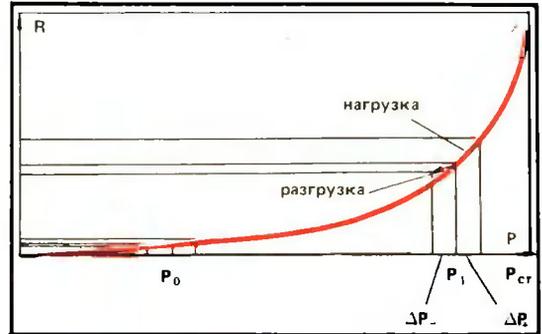


Рис. 2

Зависимость деформации от общей нагрузки в нелинейной системе.

при деформировании за пределами линейной упругости для них характерно появление нелинейности в соотношении «напряжение — деформация».

Обобщая эти представления и распространяя их на иные типы нелинейных систем, приходим к выводу, что параметры нагрузки  $P$ , контролирующей эволюцию системы<sup>1</sup>, связаны с ответной реакцией системы  $R$  экспоненциальной зависимостью (рис. 2).

Пока общая нагрузка  $P$  намного меньше, чем некоторое критическое значение  $P_{cr}$ , зависимость  $P$  от  $R$  описывается линией, близкой к прямой, и отношение  $\Delta R / \Delta P$ , называемое скоростью разгрузки системы, остается постоянным или почти постоянным. Это означает, что система находится в устойчивом состоянии.

<sup>1</sup> Здесь использован общий термин «нагрузка», а в рассмотренном выше примере речь шла о «напряжении». Ответной реакцией системы и в том, и в другом случае является деформация.

По мере того как  $P$  приближается к  $P_{cr}$ , скорость разгрузки возрастает, и при  $P=P_{cr}$  величина скорости разгрузки обращается в бесконечность:

$$\lim_{\Delta P \rightarrow 0} \frac{\Delta R}{\Delta P} = \infty.$$

Это соотношение является точным определением неустойчивости. Чем больше скорость изменения разгрузки  $\Delta R/\Delta P$ , тем более неустойчивой будет рассматриваемая система. Другими словами, когда система близка к состоянию предельной неустойчивости, любая дополнительная нагрузка приводит к большим ее изменениям, в частности к стремительному росту деформаций. Эта нагрузка и есть та «последняя соломинка, которая ломает спину нагруженного верблюда».

Яркий пример неустойчивого состояния системы — огромные массы снега и камней, сходящие с гор в лавиноопасных местах при крике или даже малейшем покашливании. И наоборот, если наш крик на покрытой снегом вершине всякий раз вызывает сход снежных лавин, мы вправе сделать вывод, что это место лавиноопасно.

Но как определить значение, выше которого скорость изменения разгрузки можно считать «опасной»? Поскольку  $\Delta R/\Delta P$  является размерной величиной, численное значение будет зависеть и от единиц измерения, и от конкретных типов нагрузок, и от реакции среды на них. В этой связи удобно ввести коэффициент разгрузки, являющийся безразмерным параметром.

Допустим, скорость изменения разгрузки системы в устойчивом состоянии есть некая константа  $\Delta R_0/\Delta P_0$ , а при нагрузке  $P_1$  она становится равной  $\Delta R_1/\Delta P_1$ . Тогда коэффициент разгрузки в состоянии 1 можно определить как

$$F_1 = \frac{\Delta R_1}{\Delta P_1} / \frac{\Delta R_0}{\Delta P_0}.$$

Очевидно, что если  $P_1 < P_{cr}$  (т. е.  $F_1 \approx 1$ ), система устойчива. При  $P_1 \rightarrow P_{cr}$  величина  $F_1$  постепенно отклоняется от 1 до тех пор, пока система не потеряет своей устойчивости ( $F_1 = \infty$ ). Таким образом, введенный нами коэффициент разгрузки будет отражать степень неустойчивости нелинейной системы.

Однако для большинства реальных систем, в частности для земной коры, величина отношения  $\Delta R_0/\Delta P_0$  неизвестна. Поэтому введем понятие **коэффициента циклической разгрузки**, соответствующего условиям по-

следовательного нагружения и разгрузки исследуемой системы.

Предположим, что в некотором заданном состоянии системе сообщается дополнительная нагрузка  $\Delta P_+$ , которая вызывает ответную реакцию системы  $\Delta R_+$ . Последующее приложение снимающей эту нагрузку величины  $\Delta P_-$  вызовет ответную реакцию системы  $\Delta R_-$ . Только лишь в том случае, если система находится в очень устойчивом состоянии, величины  $\Delta R_+/\Delta P_+$  и  $\Delta R_-/\Delta P_-$  будут одинаковы, тогда как обычно  $\Delta R_+/\Delta P_+ > \Delta R_-/\Delta P_-$ . И чем больше система отклоняется от устойчивого состояния, тем большей становится величина  $\Delta R_+/\Delta P_+$  по сравнению с  $\Delta R_-/\Delta P_-$ . Происходит это потому, что если система неустойчива, то кривая, описывающая ее реакцию на снятие нагрузки, отличается от аналогичной кривой процесса нагружения.

В связи с вышесказанным коэффициент циклической разгрузки определяется следующим образом:

$$F_2 = \frac{\Delta R_+}{\Delta P_+} / \frac{\Delta R_-}{\Delta P_-}.$$

Величина  $F_2$ , как и  $F_1$ , характеризует степень неустойчивости системы, но в практическом отношении она более удобна.

Поскольку литосфера — система нелинейная, можно количественно определить степень неустойчивости какого-то конкретного региона (а значит, и оценить возможность возникновения там землетрясения), непрерывно нагружая и разгружая этот регион и наблюдая за поведением величины  $F$  во времени. Но как нагрузить блок земной коры объемом в тысячи кубических километров?

Техника здесь, конечно, бессильна. Однако такую возможность предоставила нам сама природа, предусмотревшая существование твердых приливов. Гравитационные силы Солнца и Луны, воздействуя на всю Землю, растягивают и сжимают земную кору подобно постоянно действующей установке, предназначенной для сжатия и растяжения. Результатом является непрерывно меняющееся поле напряжений: в каждом цикле нагрузки сначала возрастают, а затем постепенно снимаются. Если бы мы могли следить за соответствующими ответными реакциями  $\Delta R_+$  и  $\Delta R_-$  на воздействиях приливов, нам удалось бы рассчитать коэффициент  $F$  и по нему судить о степени сейсмической опасности исследуемого региона.

Чтобы оценить степень механической неустойчивости определенной области, в качестве ответной реакции можно выбрать та-

кие характеристики, как деформация земной коры, уровень подземных вод, сейсмичность и даже геоэлектрические и геомагнитные параметры. Параметром, характеризующим реакцию системы, мы считали энергию землетрясения и по нему рассчитывали распределение величины  $F$  во времени перед некоторыми крупными землетрясениями. Нами были рассмотрены все землетрясения с магнитудой выше 7 по шкале Рихтера, которые произошли в континентальном Китае в 1970—1988 гг. (всего девять, не считая землетрясений в Кингаи, Тонгаи и Ииджитайкуо, по которым слишком мало сейсмических данных).

Для каждого из них мы вычленили сейсмогенную область размером порядка  $1-2^\circ$  с эпицентром в середине, а затем распределили по группам мелкие землетрясения, предшествовавшие главному толчку. Слабые землетрясения мы объединяли в равновеликие группы (скажем, по 100 землетрясений) и одновременно определяли эффективную величину добавочных сдвиговых напряжений в плоскости главного разрыва, вызванных действием твердых приливов в тот момент, когда происходило конкретное землетрясение. Далее, для каждого землетрясения в каждой группе мы определяли, в каком интервале сдвиговых напряжений — положительных или отрицательных — оно лежит. И наконец, вычислили раздельно сумму энергий  $E_i$ , возведенных в степень  $m$ , всех землетрясений из области положительных  $(\Sigma E_i^m)_+$  и отрицательных  $(\Sigma E_i^m)_-$  нагрузок.

Отношением этих двух величин определяется коэффициент циклической разгрузки  $F$ :

$$F = \frac{(\Sigma E_i^m)_+}{(\Sigma E_i^m)_-},$$

где  $m$  может принимать значения  $0, 1/3, 1/2, 2/3$  и  $1$ . В наших расчетах предполагалось, что  $m = 1/2$  и  $1/3$ .

Покажем теперь, как рассчитывалась величина добавочных сдвиговых напряжений  $\Delta\tau_e$ . Упругую деформацию Земли можно описать системой шести дифференциальных уравнений первого порядка. Основываясь на работах М. С. Молоденского и Такеучи, можно для любого сечения земной коры рассчитать компоненты напряжений, вызываемых приливообразующей силой. Обозначим через  $\tau_n$  и  $\sigma_n$  сдвиговые и нормальные напряжения в плоскости разрыва, главного для данного объема земной коры. Эффективное

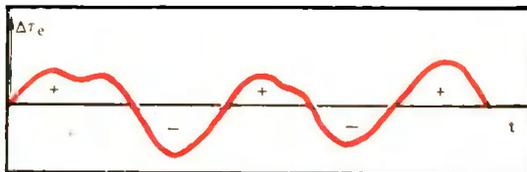


Рис. 3

Временная зависимость эффективного добавочного сдвигового напряжения для некоторой заданной области.

сдвиговое напряжение в этой плоскости можно определить как

$$\bar{\tau}_e = \bar{\tau}_n + f \sigma_n \frac{\tau_n}{|\bar{\tau}_n|},$$

где  $f$  — коэффициент трения.

Затем определим эффективное добавочное сдвиговое напряжение:

$$\Delta\tau_e = \bar{\tau}_e \frac{D}{|D|},$$

где  $D$  — вектор смещения в плоскости разрыва. Величину  $\Delta\tau_e$  можно определить для любой области и построить кривую ее зависимости от времени (рис. 3). В периоды, когда  $\Delta\tau_e$  положительна, тектоническое эффективное сдвиговое напряжение, действующее в плоскости разрыва, усиливается за счет приливного сдвигового напряжения. Тем самым увеличивается вероятность возникновения землетрясения, если, конечно, рассматривать сейсмогенный разлом. И наоборот, отрицательные значения  $\Delta\tau_e$  (в периоды разгрузки) препятствуют такой возможности.

Поскольку обычно величина  $\Delta\tau_e$  на несколько порядков меньше тектонических напряжений, ее влиянием можно пренебречь ( $F \approx 1$ ). Но если рассматриваемая область неустойчива, например накануне землетрясения, любое незначительное воздействие способно вызвать колоссальную ответную реакцию, резко увеличить  $F$ .

Из девяти изученных нами землетрясений в семи случаях (78 %) величина  $F$  явно возрастала перед главным толчком (рис. 4, а — и). Кроме того, для сравнения мы выбрали две области с устойчивой корой и большим набором экспериментальных данных, где в эти годы крупных землетрясений не было (южный участок разлома Танлу,  $35,5 \pm 1^\circ$  с. ш.,  $118 \pm 1^\circ$  в. д., и северо-восток провинции Шаньси,  $40,5 \pm 1^\circ$  с. ш.,  $109 \pm 1^\circ$  в. д.). Вычислив для

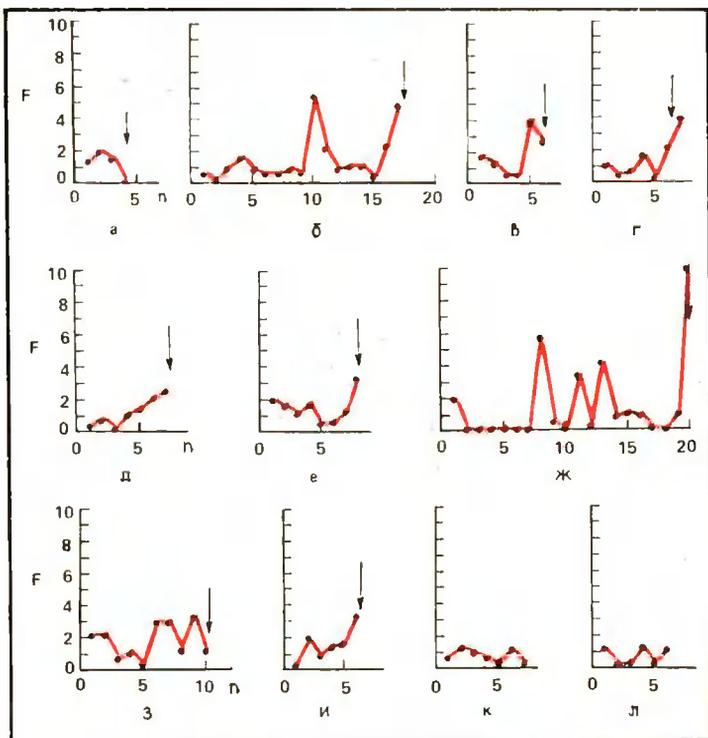
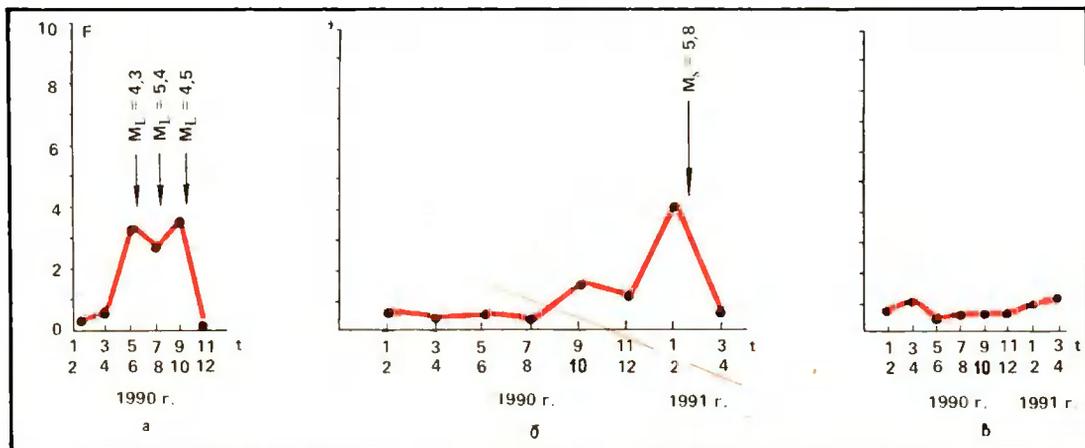


Рис. 4

Зависимость коэффициента циклической разгрузки от времени (в относительных единицах) перед девятью сильными землетрясениями с  $M > 7$ , которые произошли в континентальном Китае в 1970—1988 гг. (а—и), а также в двух областях с устойчивой корой (к, л): а — Люхуо,  $M=7,6$  [провинция Сычуань, 6.02.1978]; б — Ионгшан,  $M=7,1$  [провинция Сычуань, 5.11.1974]; в — Вуча,  $M=7,3$  [автономная область Ксиньянг, 11.08.1974]; г — Хайчэнг,  $M=7,3$  [провинция Ляонин, 4.02.1975]; д — Лонглинг,  $M=7,4$  [провинция Юньань, 29.05.1976]; е — Тянь-Шань,  $M=7,8$  [провинция Хебэй, 28.07.1976]; ж — Сонган,  $M=7,2$  [провинция Сычуань, 23.08.1976]; з — Вуча,  $M=7,1$  [автономная область Ксиньянг, 23.08.1983]; и — Ланканг,  $M=7,6$  [провинция Юньань, 6.11.1988]; к — южный участок разлома Танлу ( $35,5 \pm 1^\circ$  с. ш.,  $118 \pm 1^\circ$  в. д.); л — северо-восток провинции Шаньси ( $40,3 \pm 1^\circ$  с. ш.,  $109 \pm 1^\circ$  в. д.).

Рис. 5

Временная зависимость коэффициента циклической разгрузки в Пекинской области.



них значения  $F$  за период с 1970 по 1988 г., мы установили, что в течение этих 19 лет величина  $F$  флуктуировала около 1 с неизменно малой амплитудой (рис. 4, к, л). Эти результаты доказывают, что коэффициент  $F$  содержит важную сейсмическую информацию. (На каждом графике рис. 4 по вертикальной оси отложены значения коэффициента циклической разгрузки, определяемого формулой (1), по горизонтальной — относительное время. Каждая точка на рис. 4

рассчитывалась для группы из 100 землетрясений.)

Кроме того, нами было сделано несколько попыток практического прогноза в реальном времени. Мы разделили Пекинскую область на три района: западный ( $38,5-41^\circ$  с. ш.,  $113-115^\circ$  в. д.), центральный ( $38,5-41^\circ$  с. ш.,  $115-117,5^\circ$  в. д.) и восточный ( $38,5-41^\circ$  с. ш.,  $117,5-120^\circ$  в. д.). Кривые коэффициента циклической разгрузки  $F$  для этих районов за период с января

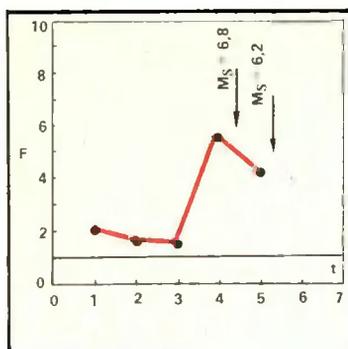


Рис. 6

Временная зависимость коэффициента циклической разгрузки в Спитаке (Армения) за период 1985—1989 гг. Каждая точка объединяет данные за 7 мес.

1990 до февраля 1991 г. показаны на рис. 5 (каждая группа объединяет данные за два месяца).

Начиная с сентября — октября 1990 г. (рис. 5, а) величина  $F$  в западном районе возрастала, достигнув значения 4,1 в январе — феврале 1991 г. Вскоре после этого — 26 марта 1991 г. — произошло землетрясение в Датанге ( $M_s=5,8$ ). На рис. 5.6 показаны данные по центральному району. Здесь значения  $F$  для каждой из трех групп, относящихся к маю — июню, июлю — августу и сентябрю — октябрю, намного превышают 1 и соответствуют землетрясениям, произошедшим в этом районе 23 мая ( $M_L=4,3$ ), 21 июля ( $M_L=5,4$ ) и 22 сентября ( $M_L=4,5$ ). В восточном районе величина  $F$  в тот же период оставалась неизменно малой (рис. 5, в), но и сейсмическая активность здесь была незначительной.

Успех этой первой попытки побуждает нас продолжить разработку данного метода прогноза землетрясений. В принципе, критерий циклической разгрузки может быть применен к предсказанию других геологических катастроф — оползней, селей, извержений вулканов и т. д., поскольку они также являются результатом развития меха-

нической неустойчивости. Единственная трудность заключается в выборе подходящей ответной реакции системы. Хорошими «кандидатами» могут быть, например, такие характеристики, как деформация и акустическая эмиссия.

Конечно, геологические процессы очень сложны, в связи с чем уместной кажется поговорка: «Человек предполагает, а Бог располагает». Всегда могут начать действовать какие-то неизвестные еще механизмы, которые приведут к закрытию трещины непосредственно перед тем, как ее полное разрушение сможет вызвать землетрясение. Поэтому нельзя утверждать, что удастся предсказать любое землетрясение, основываясь только на результатах наблюдения за поведением величины  $F$ . Однако мы убеждены, что в тот момент, когда величина  $F$  становится достаточно большой, соответствующий блок земной коры переходит в неустойчивое состояние и вероятность землетрясения велика.

В заключение рассмотрим характер изменения коэффициента циклической разгрузки во время Спитакского землетрясения 1988 г. в Армении (рис. 6). Рассчитав коэффициент циклической разгрузки за период с января 1985 г. по 1989 г., для которого имеются данные наблюдений, мы убедились, что накануне главного толчка значения  $F$  действительно возрастали. Они оставались высокими и после него, что свидетельствует о сохранении состояния повышенной неустойчивости в течение длительного времени. Большое число сильных афтершоков, следовавших за главным толчком, служит тому подтверждением.

Перевод с английского и подготовка публикации  
А. А. Калачникова

## Комментарий

Исследованию возможной связи сейсмичности с лунно-солнечными приливами в твердой Земле посвящено огромное количество работ по всем сейсмичным регионам мира. Идея этой связи получила хорошее физическое обоснование, поскольку лунно-солнечные приливы вызывают возмущения напряженного состояния земной

коры со скоростями изменения напряжений примерно в 10 раз большими по сравнению с тектоническими напряжениями. Они же приводят к «усталостному» уменьшению прочности горных пород в земной коре и могут оказывать триггерное воздействие на возникновение землетрясений. Имеются сообщения и о приурочен-

ности землетрясений в пространстве и времени к определенным фазам приливных воздействий, что открывает возможность использования этого эффекта для прогноза землетрясений. В частности, можно указать на работу А. Палумбо (1986), где устанавливается наличие сильного влияния растягивающих приливных напряжений на возникновение в районе Апеннинских гор неглубоких землетрясений и высказывается мнение о возможности использования данного эффекта для прогноза в этом районе времени возникновения относительно сильных землетрясений ( $M > 5$ ).

В свою очередь, в работе И. А. Гарагаша и Ж. Ш. Жантаева (1989) обсуждается приуроченность очагов сильных землетрясений к местам максимальных амплитуд приливных возмущений, что позволяет, по мнению авторов, определить места наиболее вероятного возникновения землетрясений. Об усилении интенсивности лунно-солнечных приливных деформаций в зонах тектонических разломов и возможной прогнозной значимости вариаций приливных деформаций в окрестности этих разломов сообщалось в работах Л. А. Латыниной и др. (1975, 1976).

Повторяемость картины изменений характера земных приливов при землетрясениях, происходящих в одном и том же месте, которая была установлена Лю Гуангэан и др. (1988) для территории Китая, может оказаться полезной, по словам автора, для предсказания сильных афтершоков сейсмических катастроф.

«Усталостное» уменьшение прочности

различных материалов, возникающее под воздействием циклической нагрузки, хорошо изучено в механике и материаловедении. Перенос этих сведений на реальные горные породы, претерпевшие несколько циклов нагрузки-разгрузки в процессе геологических циклов трансгрессии-регрессии и характеризующихся определенным уровнем сейсмической активности, свойственно и геологии (см., например, серию работ П. Н. Николаева 10—15-летней давности). Тем самым проблема реакции конкретного объема земной коры на его циклическую нагрузку и разгрузку в процессе лунно-солнечных приливов в твердой Земле, поднимаемая Иин Ксянчжу, имеет довольно обширную предысторию.

На этом фоне предлагаемая работа китайских ученых представляется своевременной и интересной, поскольку здесь впервые дается количественный критерий оценки усталостного уменьшения прочности изучаемого объема земной коры. Изменение величины этого параметра во времени предлагается использовать в качестве характеристики степени неустойчивости рассматриваемой геофизической системы и в конечном итоге в качестве возможного прогнозного критерия потери устойчивости системы — возникновения сильного сейсмического события.

А. А. Лукк,  
доктор физико-математических наук  
Институт физики Земли  
им. О. Ю. Шмидта РАН

# Пожары на радиационно загрязненных территориях

**И. М. Абдурагимов,**  
доктор технических наук

**А. А. Однолько**  
Высшая пожарно-техническая школа МВД РФ  
Москва

**Б**ОЛЬШЕ шести лет назад произошла авария на ЧАЭС, выбросами которой оказались загрязнены огромные пространства не только бывшего СССР — воздушными массами радионуклиды перенесены далеко за его пределы. Как выяснилось, они продолжают распространяться с дымом пожаров, возникающих на радиационно загрязненных территориях.

Пожары и сами по себе, особенно лесные, приносят много бед. В настоящее время на Земле ежегодно случается 5—6 млн. пожаров, в которых выгорают десятки миллионов гектаров леса. Горящие огромные лесные массивы из «легких планеты» превращаются в «дымовые трубы», несущие в атмосферу сажу (до 150 млн. т в год) и углекислый газ, усугубляют парниковый эффект планеты. Такие «трубы» падают не только в хвойных массивах Канады и Сибири, но и во влажных тропических лесах Малайзии и Южной Америки.

Лесные пожары уничтожают животных и растения, вызывают эрозию почвы, меняют режим рек, что ведет к наводнениям в одни времена года и к обмелению — в другие. До глубины 25 см огонь губит все живое в почве, лишает ее плодородного слоя. Мировая история знает случаи, когда плодородные земли после опустошительных пожаров постепенно превращались в пустыню, высыхали источники воды и жители пострадавших районов вынуждены были покидать их.

Опасен и сам дым, по-

**Количество и площадь (га) лесных пожаров на радиационно загрязненных территориях**

Территории и области	1991 г.		1992 г.	
	Количество	Площадь	Количество	Площадь
<b>Россия</b>				
Алтай	424	338	476	126
Белгородская	39	64	85	87
Брянская	148	60	570	533
Воронежская	625	285	702	215
Калужская	39	42	299	490
Кемеровская	105	695	26	160
Курганская	3085	1327	116	488
Липецкая	57	84	76	53
Мордовия	48	90	62	66
Екатеринбургская	994	18 133	437	3179
Тамбовская	108	25	160	149
Туменская	2002	44 169	439	5633
Челябинская	1137	2055	368	390
<b>Украина</b>				
Киевская	189	93,75	551	284,1
30-километровая зона ЧАЭС	данных нет	данных нет	7	1230,1
<b>Беларусь</b>				
Гомельская	данных нет	данных нет	720	7500
Могилевская	данных нет	данных нет	403	4232

Примечание. Некоторые исследователи считают, что для получения реальной картины необходимо количество пожаров увеличить в 3—4 раза, а их площадь — в 5—6 раз.

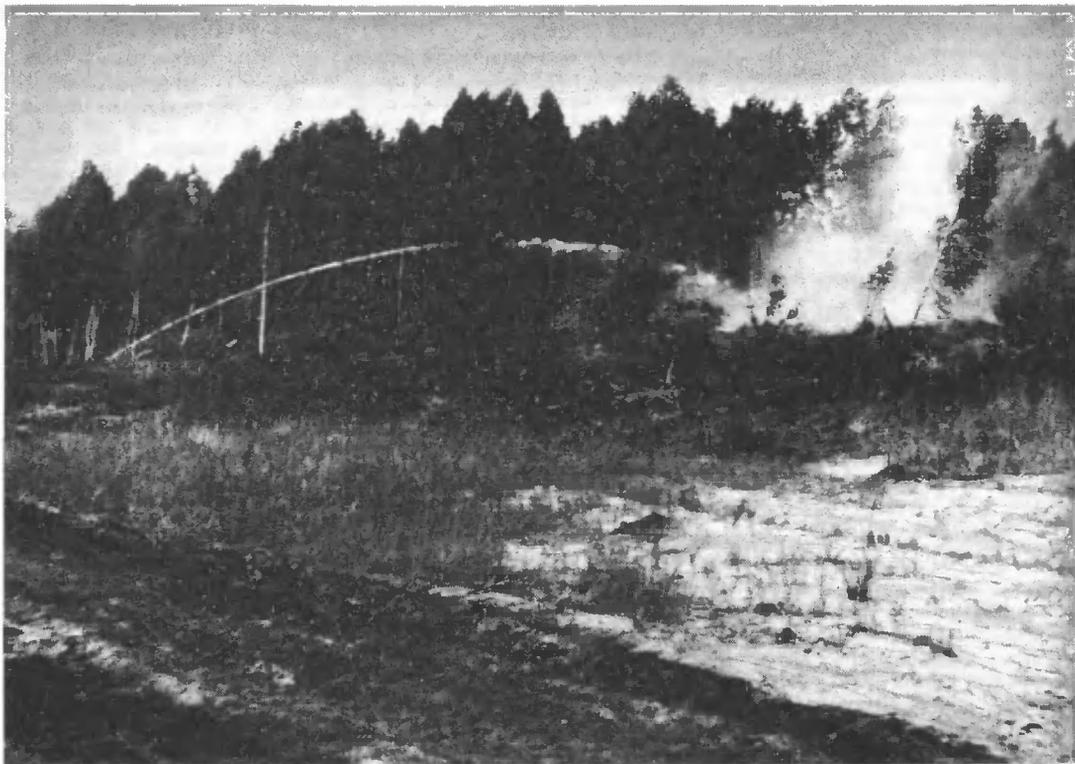
скольку содержит оксид углерода. Если его концентрация достигает 0,4 %, вдыхание дыма в течение всего лишь 5 мин приводит к смерти. С 1986 по 1991 г. в нашей стране от накопившегося отравления пострадали 140 тыс. пожарных, ежегодно от дыма погибали до 6,5 тыс. чел., около 40 тыс. получили отравления разной степени тяжести<sup>1</sup>. Если же горят леса

на загрязненных радионуклидами территориях, ко всему этому добавляется риск облучения.

Площадь, на которой отмечено воздействие выбросов Чернобыльской АЭС, составляет более 20 тыс. км<sup>2</sup>, только в России (по состоянию на март 1992 г.) насчитывается 15 областей<sup>2</sup>, где средняя плотность за-

сти при чрезвычайных ситуациях. М., 1992. Изд. ВНИИТИ. Вып. 2. С. 28—38.

<sup>2</sup> Области России, пострадавшие от Чернобыля // АиФ. 1992. № 16, 17.



**Обычный способ тушения пожаров, где бы они ни случились — в Подмосковье или на радиационно загрязненных территориях.**

загрязнения почвы радиоактивным цезием ( $^{137}\text{Cs}$ ) выше  $1 \text{ Ки/км}^2$ . Если же принять во внимание и другие места с повышенным радиационным загрязнением — Южный Урал, Кольский п-ов, Дальний Восток, Семипалатинск, долину р. Вилюй в Якутии, — опасность, которую уже принимают пожары (в 1989 г. на Южном Урале было более 90 % всех лесных пожаров в СССР) и могут принести еще, станет совершенно очевидна.

Как же в пожарах высвобождаются радионуклиды? Осевшие в лесных массивах, торфяниках и уже включенные в клетки растений, они переходят в газообразное или мелкодисперсное состояние за счет горения и образования продуктов полного и неполного сгорания (до 2 % сгоревшего материала) и поднимаются с конвективной колонкой пожара в верхние

слои атмосферы. Нужно учесть, что продукты сгорания поднимаются на высоту до 6—12 км, а вместе с ними и радионуклиды<sup>4</sup>. «Время жизни» аэрозольного дымного облака в нижней тропосфере — меньше недели, в верхней — около месяца, а в стратосфере, куда продукты сгорания с радионуклидами прорываются при крупных пожарах и неустойчивой стратификации атмосферы, — от года до пяти лет. Распространению столь высоко поднявшихся и долго живущих нуклидов не препятствует ничто, даже такие гигантские природные преграды, как Гималаи или Тихий океан.

Мелкодисперсные частицы (большинство диаметром 5—30 мкм) движутся вместе с газом, в котором взвешены, и в тропосфере переносятся ветром и турбулентной диффузией. За

счет взаимодействия их между собой и с поверхностью земли радионуклиды распространяются на огромные расстояния<sup>4</sup>. Признано, что перенос с дымом пожаров — один из основных путей миграции радионуклидов<sup>5</sup>. В лесных экосистемах это, видимо, главный путь их выноса в атмосферу, так как корни растений, пронизывающие почву, препятствуют смыву аккумулярованных нуклидов. С загрязненными же радиоактивными веществами территорий, где лесов нет, вынос водным путем может быть весьма существенным. Так пожары усугубляют радиационную опасность, поднимая в атмосферу сорбированные нуклиды. На-

<sup>4</sup> Абдурагимов И. М. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. М., 1990. Изд. ВИНТИ. Вып. 10. С. 20—25.

<sup>5</sup> Бадьин В. В., Бородастов Г. В., Дробышевский Ю. В. и др. Проблемы безопасности при чрезвычайных ситуациях. М., 1992. Изд. ВИНТИ. Вып. 2. С. 77—98.

<sup>2</sup> Гостинцев Ю. А., Колылов Н. П., Рыжов А. М., Хасанов И. Р. Загрязнение атмосферы большими пожарами. Черноголовка, 1991.

до помнить, что остается еще и зола, легко разносимая приземными ветрами.

Рассеяние радионуклидов пожарами увеличивает индивидуальную дозу облучения тех, кто участвует в тушении или попадает в зону действия радиоактивных продуктов сгорания, а кроме того, и коллективную дозу. Следовательно, на нет сводится эффективность мер по снижению радиационной нагрузки на население.

Нетрудно заметить, что последствия пожаров на загрязненных радионуклидами территориях, кстати, не только лесов, но и торфяников, строев и т. д., могут сказываться далеко от мест возникновения, из-за трансграничности и даже глобальности таких последствий пожары особенно опасны.

В прошлом году массовые лесные пожары буквально захлестнули радиационно загрязненные территории России, Беларуси и Украины. А в начале мая огонь перекинулся из лесов Гомельской области в 30-километровую зону отчуждения Чернобыльской АЭС. При пожаре там повысилось содержание радионуклидов в воздухе почти в 200 раз. Загорелись два участка — западный и восточный — в 10-километровой зоне, где радиационный фон составлял более 20 мР/ч.

Горение охватило в общей сложности более 2 тыс. га лесов, торфяников и других территорий, лесной пожар неоднократно перерастал в верховой. Некоторые очаги разрослись до 300 и даже 900 га. В тушении принимали участие вертолеты, более 40 единиц пожарной и специальной техники, больше 200 пожарных, сотрудников милиции, рабочих НПО «Припять». Тем не менее в некоторых ме-

стах горение продолжалось неделями.

Из-за задымленности резко выросла радиационная опасность в населенных пунктах. Все участники тушения дополнительно получили значительную дозу облучения, в том числе ингаляционным путем.

Надо сказать, что со времени аварии на ЧАЭС пришлось ликвидировать многие тысячи пожаров на Украине, в Беларуси и западных районах России (таблица), но и до сих пор пожарные работают в клубах радиоактивного дыма абсолютно без всяких средств радиационной защиты, даже без «лепестков».

К сожалению, радиэкологическая опасность пожаров еще точно не оценена, да и нет способов оценки. К этому необходимо привлечь специалистов разных областей, занимающихся радиационной безопасностью, и тогда можно будет выработать концепцию «особой системы противопожарной защиты» зоны отчуждения ЧАЭС и других территорий, сравнимых с ней по уровню радиационного загрязнения.

В такой концепции должна быть разработана не только новая тактика борьбы с пожарами, но соответствующая техника. Эффективной специальной пожарной техники для тушения лесных пожаров у нас нет (впрочем, нет ее и за рубежом). Правда, в нашей пожарнотехнической школе рассматривается вариант пожарного вертолета — имеются технические разработки сравнительно недорогого переоборудования вертолета МИ-8МТ, которое позволит использовать его для тушения сложных лесных пожаров. Для такого переоборудования

годятся также вертолет МИ-6, МИ-17.

«Особая система противопожарной защиты» должна, согласно рекомендациям Международной комиссии по радиационной защите, обеспечить поддержание доз облучения на таких низких уровнях, какие только возможны с учетом экономических и социальных факторов. Она должна включать профилактику пожаров, их раннее обнаружение и максимально быстрое тушение сразу на всей площади горения.

Сейчас борьба с огнем сводится к ограничению его распространения, отставанию населенных пунктов и важных хозяйственных объектов. Ясно, что такая тактика недостаточно эффективна, так как на захваченных огнем территориях догорают любые горючие материалы, а значит, продолжается вынос радионуклидов в окружающую среду.

Напомним, решение проблем пожарной безопасности требует всесторонних исследований с привлечением самых разных специалистов. А пока мы выезжаем на мужестве, героизме и самоотверженности пожарных и привлеченных к тушению добровольцев. Тем не менее так нельзя спасти ни близлежащие территории, ни, как следует из механизма выноса радионуклидов с дымом пожаров, очень удаленные места. Огню не помеха государственные границы, поэтому, хотя «особая система противопожарной защиты» в первую очередь необходима для районов Чернобыль — Гомель — Брянск, она должна носить межгосударственный характер — ведь в радиационной безопасности заинтересован весь мир.



Часы марки «РАКЕТА» пользуются заслуженным успехом на отечественном и международном рынке. Широкий выбор вариантов современного внешнего оформления часов, также традиционно присущие часам «РАКЕТА» качества, как точность хода, надежность и долговечность механизма, способны удовлетворить самый требовательный и изысканный вкус покупателя. Немаловажным достоинством является и приемлемая цена часов.

Выпускается большой ассортимент часов «РАКЕТА»: среди них часы с календарями, часы для определения времени в 24 часовых поясах, часы для лиц, потерявших зрение, и другие. Антимагнитные, пылевлагонепроницаемые, водонепроницаемые, в корпусах из нержавеющей стали, хромированных и позолоченных, а также в корпусах с новым покрытием — черным хромом, обладающим антикоррозийной стойкостью, механической прочностью и износостойкостью, — мужские часы «РАКЕТА» отвечают высоким техническим и художественным требованиям.

Все механические наручные и карманные часы «РАКЕТА» имеют противоударные опоры оси баланса, анкерный ход, центральную секундную стрелку.

Среднесуточные колебания хода — от  $-15$  до  $+20$  с.

Особой точностью хода и оригинальностью внешнего оформления отличаются модели электронно-механических кварцевых часов «РАКЕТА».

Часы «РАКЕТА» неоднократно были удостоены высших наград на авторитетных международных выставках и ярмарках.

**НАШ АДРЕС:**

198903, г. Санкт-Петербург, Петродворец,

Красный проезд, 60,

АО «Петродворцовый часовой завод»

Тел. 427-44-11,

телекс: 122804 Алмаз,

факс: 4202804

# Формирование минеральных ресурсов на океанском дне

Е. М. Емельянов, Г. С. Харин



Емельян Михайлович Емельянов, доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАЕН, заведующий лабораторией геологии Атлантики Атлантического отделения Института океанологии им. П. П. Ширшова РАН. Специалист в области геологии океанов и морей, седиментации и рудообразования на дне океана.



Геннадий Сергеевич Харин, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник того же отделения Института океанологии. Область научных интересов — геология, магматизм, минеральные ресурсы современных и древних океанов и морей.

**З** А ПОСЛЕДНИЕ десятилетия наши представления о минеральных богатствах океанского дна существенно расширились. Список рудных и нерудных полезных ископаемых, которые можно будет использовать в будущем (и уже используются), содержит более десятка различных видов сырья — это нефть и газ, фосфориты, железомарганцевые конкреции и т. п. Не так давно на дне океана были обнаружены гидротермальные сульфидные образования с высокими концентрациями цинка, меди, золота, серебра и других металлов.

Вместе с тем океан — это природная лаборатория, в которой можно изучать современные процессы формирования различных видов минерального сырья и создавать их модели. Это открывает новые возможности для прогноза и поисков полезных ископаемых на суше — в блоках древней океанической коры, которые «впечатаны» в континенты.

Поскольку наиболее изучен в наши дни Атлантический океан, именно на его примере удобнее всего показать связь процессов образования минерального сырья с историей развития океана и окружающих его континентов.

Современные знания о строении дна океана дают основание считать, что отдельные его участки — это опущенные под воду и переместившиеся фрагменты древней земной коры континентального типа. Если считать участок континента, к которому фрагмент примыкал в древности, можно сделать выводы о его перспективности на тот или иной вид минерального сырья. Так, датские геологи недавно обнаружили в Гренландии крупные месторождения золота. Возможно, золото можно будет когда-то поднять со дна Северной Атлантики, в районе хр. Ян-Майен и возвышенности Рокколл, поскольку эти структуры представляют собой отколовшиеся около 55 млн. лет назад от Гренландии блоки, затем погружившиеся на дно океана.

Многие виды минерального сырья на

дне океана (в пределах шельфа и склонов континентов) представлены древними доокеаническими образованиями, встречающимися как на соседних участках суши, так и на противоположном «берегу» океана. До раскола Гондваны, существовавшей до палеогена (65 млн. лет назад), и появления Южной Атлантики алмазосносные поля Африки и Южной Америки скорее всего представляли собой единое целое. Когда из древнего континента образовались современные материки, расширяющийся океан вскрыл глубокие горизонты коры и разрушил их. Поэтому россыпи алмазов, а также золота, тяжелых минералов формировались не только при размывании берегов и сноса с суши, но и за счет разрушения месторождений на дне океана. Правда, обнаружить их во много раз труднее, чем на суше, так как они закрыты мощной толщей осадков и водой.

Иные минеральные ресурсы обнаружены на тех участках дна океана, которые образовались за счет спрединга и магматизма, т. е. на новообразованной океанической коре. Это уже упомянутые сульфидные руды, железомарганцевые конкреции и корки, металлоносные осадки. Кроме того, на дне океана часто встречаются минеральные ресурсы, возникновение которых связано с извлечением «полезных» компонентов из морской воды теми или иными организмами, хемогенным (химическим) осаждением и реакциями взаимодействия морской воды с донными осадками и горными породами.

Таким образом, различных видов минерального сырья на дне океана довольно много, а способы их образования разнообразны. Если провести самую простую классификацию, связав ее с историей развития океана, то выделятся две большие группы минеральных ресурсов: реликтовые и новообразованные. К первым относятся те, которые образовались до раскрытия океана, а затем опустились на дно вместе с блоками древней земной коры. Вторая группа объединяет виды минерального сырья, которые возникли после раскрытия океана и связаны непосредственно с процессами формирования океанической коры или с процессами, происходящими в водной толще и в самом верхнем слое донных осадков.

### РЕЛИКТОВЫЕ И НОВООБРАЗОВАННЫЕ ВИДЫ

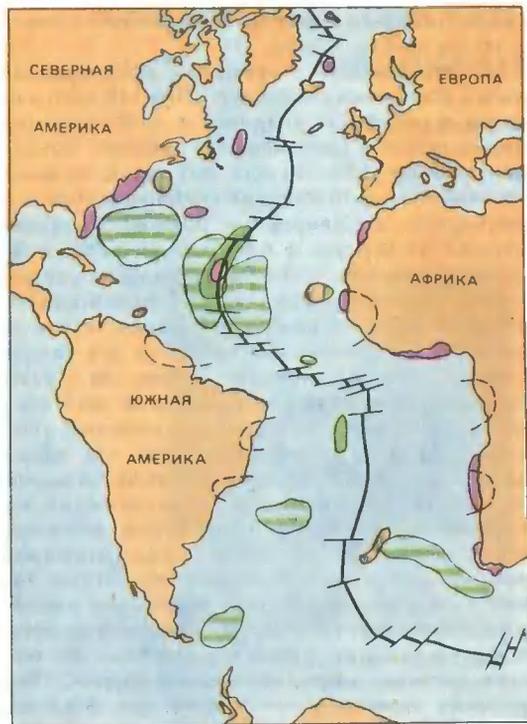
Кроме упомянутых выше месторождений алмазов и золота в опущенных блоках континентальной земной коры на окраинах океана и, возможно, существующих на микроматериках на дне Атлантического океана

сейчас обнаружены огромные залежи солей, а также нефти и газа.

Эти ресурсы в основном сформировались в доокеанскую стадию 250—140 млн. лет назад в рифтовых впадинах и грабенах, меридионально расщелившихся древний континент. Позже, 170—60 млн. лет назад, именно по «линии» расположения впадин раскололся континент, а Северная и Южная Америка отошла от Европы и Африки. До этого впадины интенсивно прогибались, иногда соединяясь с океаном, заполняясь морской водой, которая при последующей утере связи с океаном испарялась и отлагала на дне толщи солей. Снос обломочного материала с континентальной суши и биогенная деятельность в водоемах, заполнявших впадины, способствовали образованию в них так называемых нефтематеринских осадков большой мощности, из которых при погружении на глубины в несколько километров впоследствии образовались нефть и газ, мигрировавшие в пористые породы-коллекторы. Таким путем формировались гигантские месторождения нефти в грабенах Северного моря, представляющих собой ответвления от общей системы меридиональных впадин. При расколе древнего континента эти впадины были разорваны, и сейчас отдельные их части оказались на противоположных окраинах Атлантики. Поэтому можно ожидать, что аналогичные месторождения нефти и газа могут быть на шельфе и на континентальном склоне Гренландии. На атлантическом шельфе Северной Америки уже найдены крупные залежи нефти и солей. Имеются основания искать нефть на шельфе юга Бразилии, так как она обнаружена на противоположной окраине — шельфе Анголы, где ее месторождения уже эксплуатируют.

На п-ове Корнуэлл в южной части Англии и на северо-западе Испании известны месторождения олова, свинца, урана и других металлов. Можно предполагать, что до отделения Иберийского п-ова от Западной Европы и раскрытия Бискайского залива (это произошло около 100—80 млн. лет назад) указанные месторождения составляли единую рудную провинцию. Возможно, на противоположном берегу Атлантики, на шельфе и склоне Ньюфаундленда, имеются аналогичные месторождения. Очевидно, что количество реликтовых месторождений на окраинах океана и разнообразие их видов столь же велики как и на континентах, но пока прикрытые осадками горные породы, составляющие фундамент шельфов и склонов континентов, изучены слабо.

Единственное исключение — залежи нефти и газа на дне океана. Многие страны



Распространение новообразованных минеральных ресурсов на дне современного Атлантического океана. Они образуются в рифтовой зоне Срединно-Атлантического хребта (металлоносные осадки и полиметаллические сульфидные руды), в глубоководных котловинах (железомарганцевые конкреции), на подводных горах и возвышенностях (железомарганцевые корки и фосфориты), на шельфах континентов (фосфориты). На шельфах и склонах континентов расположены также поля реликтовых рудных полей (показаны пунктиром) доокеанической стадии, россыпи алмазов, тяжелых минералов и залежи солей, нефти и газа.

-  Железо марганцевые конкреции
-  Metalлоносные осадки
-  Полиметаллические сульфидные руды
-  Фосфориты
-  Железо-марганцевые корки
-  Рифтовая зона

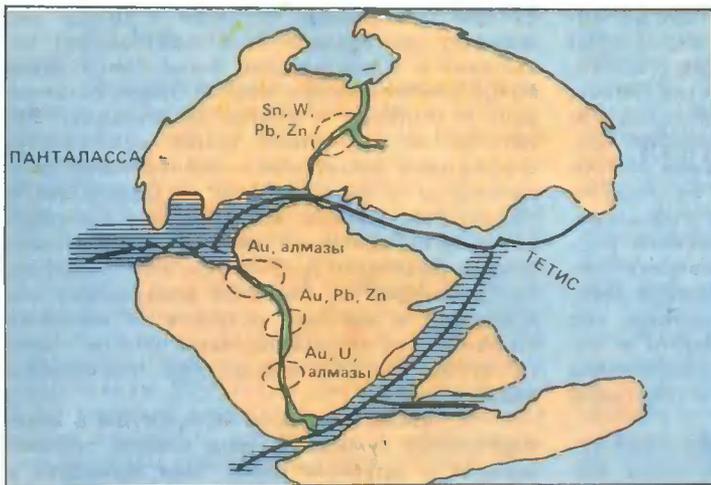
провели на своих шельфах обширные геолого-геофизические исследования, глубокое бурение с плавучих платформ, определили размеры залежей, сделали подсчеты запасов, а некоторые страны (в том числе развивающиеся) уже их эксплуатируют<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Геодекян А. А., Забанбарк А. Геология и размещение нефтегазовых ресурсов в Мировом океане. М., 1985.

Возраст новообразованных видов минерального сырья не превышает возраста океана и океанической коры (т. е. не более 170—150 млн. лет). А многие виды, такие как сульфидные руды, фосфаты и др., образуются на дне океана и сейчас. Массовое образование сульфидных руд (меди, цинка, железа и других металлов) происходит при рождении океанической коры в рифтовых зонах (во время спрединга) и при разрушении в зонах поглощения отдельных участков земной коры (во время субдукции).

Судьба открытых недавно сульфидных руд в рифтовых зонах океана еще недостаточно ясна. Есть мнение, что по мере затухания рудного процесса и отодвигания от оси рифта срединных океанических хребтов сульфидные залежи окисляются и разрушаются. Однако в этом случае их ценность может даже возрастать, так как в окисных рудах увеличивается содержание золота и других благородных металлов. В дальнейшем, по мере отхода плиты от оси спрединга, остатки этих месторождений перекрываются осадочным чехлом. В абиссальных котловинах визуально их обнаружить не удается. Нужно глубоководное бурение, специальные геофизические и геохимические методы поисков. В ходе развития океана (сотни и десятки миллионов лет) рудные тела на жестких тектонических плитах, как на конвейере, «отъезжают» от оси срединно-океанического хребта и в зонах субдукции (погружения плит) «подъезжают» к окраине материка. Пока неизвестно, какие процессы в них происходят во время этой транспортировки, которая длится десятки миллионов лет. В зонах субдукции эти месторождения могут снова выйти на поверхность дна океана и даже оказаться на суше в приподнятых блоках океанической коры, на островах и окраинах континентов. Пример тому — сульфидные месторождения на о. Кипр, в Японии и других районах. Однако большая часть сульфидных залежей, созданных в рифтовых зонах срединно-океанических хребтов при рождении океанической коры, поглощается вместе с этой корой в зонах субдукции и навечно исчезает с поверхности Земли. Что происходит с ними при погружении в области больших давлений и температур — тоже пока неясно.

Можно предполагать, что в некоторых случаях разрушенные и окисленные сульфидные залежи, попав в благоприятные условия, могут регенерироваться и «облагородиться», так как присутствующие в них «балластные» компоненты (кремнезем, кальций, калий и др.) будут вынесены за пределы рудных залежей в верхнюю часть геологи-



Реликтовые рудные поля на схеме древних континентов и линейных впадин — грабенов, по которым около 180 млн. лет назад начался раскол Лавразии, а затем и Гондваны и впоследствии «заложились» Атлантический океан. Оконтурированы рудные поля, реликты которых сохранились на окраинах расколовшихся континентов и дне океана.

- Древние континенты
- Впадины-грабены
- Рифтовые зоны океанов
- Новая океанская литосфера
- Древние рудные поля

ческого разреза, где они преобразуют океаническую кору в кору переходного типа, более мощную, более кислую, по составу приближающуюся к континентальной коре. Дальнейшее погружение рудных залежей, видимо, приводит к их разрушению, к миграции рудных компонентов и перетолжению их в тылу зон субдукции. Таким образом, рудный процесс, начавшийся в рифтовой зоне срединных хребтов, через десятки миллионов лет возобновляется в зоне субдукции, а рудные залежи используются при этом как сырье для создания новых месторождений или регенерации старых.

Процессы образования сульфидных месторождений в рифтовой зоне океанов сейчас интенсивно изучают специалисты разных стран. На этот счет имеются многочисленные публикации как в зарубежной, так и в советской литературе<sup>2</sup>. Хотелось бы обратить внимание на одну немаловажную деталь — прерывистость в распределении рудных залежей на дне океана. Она означает, что рудный процесс во времени протекает неравномерно — то усиливался, то уменьшался и даже прекращался.

### СТАДИИ МАГНЕТИЗМА И РУДООБРАЗОВАНИЕ

Одним из авторов этой статьи была обоснована идея о том, что рудный гидротермальный процесс в рифтовой зоне океана зависит от стадии развития верхней магматической камеры, откуда поступает мантийный материал<sup>3</sup>. Существование таких камер

под дном океанических рифтов устанавливается различными методами (геофизическими, петрологическими, расчетами теплового баланса и т. д.). При этом в какое-то время они могут быть наполненными и опустошенными, что показывают непосредственные наблюдения, в том числе и над вулканическими извержениями на суше, например в рифтовой зоне Исландии. Стадия наполнения камеры магмой наиболее благоприятна для развития гидротермального процесса. В это время в воде формируется поток горячей воды (конвективная гидротермальная система), выносящей рудные компоненты из базальтовой толщи на дно океана. Характерный пример — рифтовая зона Восточно-Тихоокеанского поднятия, где обнаружены и магматические камеры, и рудные залежи.

В стадию опустошения камеры, когда поступление магмы из глубинных источников ослабевает или прекращается при продолжающемся спрединге, также происходит ряд важных событий. Во-первых, новообразованная океанская кора прорезается, из-за чего формируется расчлененный рельеф дна рифтовой долины<sup>4</sup>. Во-вторых, сместившиеся при этом блоки коры перекрывают путь горячим растворам. В-третьих, морская вода начинает более глубоко проникать в кору (возможно, и в мантию), вслед за понижающимся уровнем магмы в камере и ослаблением температурных градиентов.

При ее взаимодействии с остатками магматического расплава и породами на дне и стенках камеры возникает высокоминер-

<sup>2</sup> Лисицин А. П. Главные хранилища сульфидных руд на дне океана // Природа. 1989. № 2. С. 38—51.  
<sup>3</sup> Харин Г. С. Магматизм и формирование литосферы Атлантического океана. М., 1992.

<sup>4</sup> Сорохтин О. Г. Модель образования океанических рифтовых зон // Подводные геологические исследования с обитаемых аппаратов. М., 1985. С. 206—209.

рализованная рудная рапа. Глубинные магматические минералы (оливин, пироксены) превращаются в метаморфические (серпентин, амфибол) меньшей плотности. Объем преобразованных блоков увеличивается, что в свою очередь приводит к усилению тектонических движений с вертикальной компонентой, усилению воздействия на подстилающие участки мантии и, как следствие, к увеличению подачи магматического расплава в камеру. Конечно, интенсивность тектонических движений и подачи магмы зависит от многих факторов как земного, так и космического порядка. (Потому-то и существуют разного ранга циклы тектогенеза и магматизма в истории Земли и рифтовой зоны океанов.)

Постепенно камера под рифтовой зоной вновь наполняется, рудная рапа вытесняется, и в это время возникают новые залежи на дне океана.

#### ОСАДОЧНЫЙ ПРОЦЕСС В ФОРМИРОВАНИИ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Иначе формируются другие виды новообразованного минерального сырья на дне океана — фосфориты, железомарганцевые конкреции и корки, сапропели, газ, соли, зачаточные оолитовые железные руды, россыпи тяжелых минералов, углеводороды и т. д. Они возникают в основном при экзогенных процессах, т. е. процессах, происходящих в гидросфере. Для наиболее изученных из них фосфоритов, железомарганцевых конкреций и корок составлены модели образования.

Фосфориты в геологическом прошлом накапливались в окраинных частях океанов, преимущественно на их шельфах, где глубина не превышает 200—300 м, и в основном в районах апвеллинга — интенсивного подъема холодных глубинных вод, богатых питательными веществами и способствующих интенсивному развитию жизни<sup>5</sup>. Сегодня, когда открыты районы современного накопления фосфоритов, например у берегов Намибии в Атлантике и на побережье Перу в Тихом океане, можно представить процесс их формирования наиболее полно.

На глубине 50—200 м в серых илах, состоящих из кремнистых скелетов морских диатомовых водорослей, органического вещества, глинистых минералов и т. п., формируются фосфатные стяжения. Происходит это следующим образом. Освобождающийся

при разложении остатков в толще ила фосфор пропитывает и фосфатизирует ил, выпадая в виде твердой фазы. Чаще всего вокруг рыбной чешуи, костей, зубов, остатков рыб и тюленей и других организмов. Эти остатки со временем также замещаются фосфатным веществом — минералами фторapatитом и франколитом. В результате и образуются мягкие, но со временем твердеющие фосфатные стяжения неправильной формы размером до 5—10 см и более, обычно состоящие из скелетов диатомовых водорослей и костных остатков, в меньшей степени — из кварца, полевых шпатов, иллита. И все это цементируется фосфатным веществом.

С прилегающих областей суши в экваториальной гумидной зоне океана стекают мелкие и крупные реки. Они приносят в океан много глинистых частиц, органических веществ, железа, марганца и других элементов. На шельфе вблизи устьев рек образуются илистые осадки, богатые органическим веществом. В них накапливаются сгустки ила, прошедшие через желудок рыб, рачков, моллюсков, червей. Эти сгустки или крупные (до 1 мм и более) фекальные пеллеты (копролиты) со временем пропитываются железом, окисляются и превращаются в так называемые гидрогетит-шамзитовые ооиды, имеющие овальную и сигарообразную форму. Такие ооиды содержат до 30—40 % железа. Осадки, обогащенные железистыми ооидами, в настоящее время обнаружены на шельфе экваториальной зоны Западной Африки. Это — зачаточные железные руды. В плане они образуют узкие полосы, по конфигурации почти совпадающие с очертаниями береговой линии океана. Обычные глубины накопления таких руд — 70—200 м.

В мелководных морях, сообщающихся с океаном через узкие проливы, происходит расслоение водной толщи (на соленый глубинный и распресненный верхний слой), что периодически порождает застойные явления во впадинах морей. В илах таких впадин образуются серые сапропелевидные илы, содержащие до 7 %, а в отдельных прослойках до 15—17 % марганца, связанного в виде карбонатов. Обогащенные илы являются прототипами карбонатных марганцевых руд, предположительно аналогичных никопольским в Днепропетровской области. Современное море, в котором накапливаются илы с карбонатами марганца, — Балтийское<sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Батурич Г. Н. Фосфориты океана // Природа. 1989. № 8. С. 76—85.

<sup>6</sup> Емельянов В. М. Седиментогенез в бассейне Атлантического океана. М., 1982.

## КАК СКАЗЫВАЕТСЯ КОЛЕБАНИЕ УРОВНЯ ОКЕАНА?

Описанные выше фосфатные, железистые и марганцевые осадки еще не являются рудами, так как концентрации полезных минералов в них еще не высоки. Рудами они становятся после вторичного обогащения, а это обычно происходит в результате глобальных колебаний уровня Мирового океана. Когда уровень понижается, осадки оказываются на меньших глубинах, перемиываются волнениями и придонными течениями и вновь отлагаются. В ходе такой гидродинамической переработки нерудные компоненты (глинистые частицы, органические остатки) выносятся, а образовавшиеся ранее стяжения, копролиты и карбонатно-марганцевые илы обогащаются соответственно фосфором, железом и марганцем. Таким же путем образуются и россыпи тяжелых минералов на шельфе. Карбонатно-марганцевые илы при падении уровня океана окисляются, в них образуются оксидные марганцевые корки и конкреции. Со временем рудоносные осадки засыпаются отложениями, и уже в захороненном состоянии они преобразуются в рудные пласты. Такие пласты обнаруживаются по периферии древних океанов, на шельфах континентов, обрамлявших эти океаны.

Вдали от шельфа в открытом океане на вершинах и склонах подводных гор образуются фосфориты и железомарганцевые корки, но механизм их образования несколько иной, чем на континентальном шельфе.

В океанах на склонах подводных гор, число которых очень велико (в Атлантическом океане — до 2 тыс., в Тихом — более 10 тыс.), накапливаются марганцевые корки толщиной до 10—20 см. Чаще всего они залегают на глубинах от 500—700 до 3000—3500 мм. Верхнюю границу их распространения обычно связывают с положением слоя кислородного минимума, нижнюю — с глубинами, на которых склоны гор становятся пологими и где начинают накапливаться осадки. Марганцевые корки особенно широко распространены на склонах подводных гор в Тихом океане<sup>7</sup>. Они содержат до 40 % марганца, до 1—2 % меди (в Атлантическом океане до 0,88 %), до 1—2 % кобальта (в Атлантическом океане до 1,44 %). Считается, что в настоящее время из корок выгодно извлекать кобальт. США, Япония и другие развитые страны, не имеющие ме-

сторождений марганца и кобальта на суше, могут уже в ближайшие годы начать разработку железомарганцевых корок подводных гор. Подсчитано, что их запасы только вокруг Гавайского архипелага, островов Джонстана и Пальмира обеспечат потребности США в кобальте и марганце на протяжении почти 100 лет.

В некоторых участках океанов корки обогащены платиной, и, несомненно, они в будущем послужат сырьем для промышленной добычи драгоценного металла.

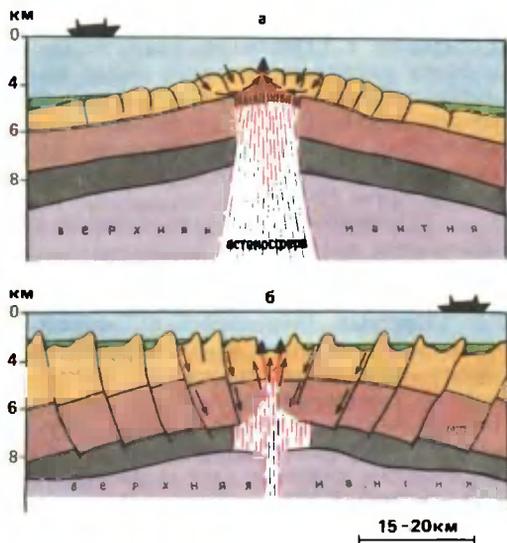
Круглые (океанические) железомарганцевые конкреции обычно образуются в пелагических областях океанов. Максимальное их скопление обнаружено в приэкваториальных зонах Тихого океана. Конкреции обычно образуются на глубинах 4,5—5,5 км. Но в целом диапазон глубин распространения конкреций значительно шире — от максимальных глубин впадин (около 6—6,5 км) до 3,5 км, т. е. около 3 км. Верхняя граница распространения конкреций ограничена глубиной начального растворения карбонатов и так называемой критической глубиной накопления карбонатов, ниже которой их очень мало — менее 1—5 %. В связи с тем, что положение этих глубин в океане неодинаково, неодинаковы и верхние пределы распространения конкреций. Наиболее высоки они западнее берегов Центральной Америки в Тихом океане в Гватемальской котловине (глубина 3400 м), наиболее низки — в приэкваториальной части Атлантики (около 5,5—5,8 км).

В высоких широтах океанов, особенно в Атлантике, конкреции либо вовсе не накапливаются, либо их очень мало, главным образом из-за больших скоростей осадконакопления.

Предполагается, что с наибольшей скоростью конкреции образуются (при всех прочих равных условиях) вблизи критической глубины карбонатонакопления, так как здесь в результате растворения карбонатного материала в воду поступают максимальные количества металла исходного сырья для конкреций и компонентов их поровых вод, заключенных в осадках.

Многообразие типов минерального сырья, образующегося на дне океана, связано с многообразием процессов, протекающих как в мантии и океанской коре, так и в самой водной толще. Немаловажное значение при этом имеют и процессы взаимодействия между твердой корой и водной толщей, происходящие, как показывают

<sup>7</sup> Богданов Ю. А., Сорохтин О. Г., Зонешайн Л. П. и др. Железомарганцевые конкреции и коры подводных гор Тихого океана. М., 1990.



Связь стадийности магматизма с положением сульфидных гидротермальных руд на гребне срединно-океанического хребта. Вверху — стадия наполнения верхней магматической камеры расплавом. Гребень хребта куполообразно воздымается. За счет просачивания холодной морской воды на флангах рифтовой зоны и подъема нагретых до  $400^{\circ}\text{C}$  рудоносных флюидов и растворов в осевой части хребта над очагом магмы в базальтовом слое коры возникает конвективная гидротермальная система. Растворенное вещество базальтов выпадает, и образуются сульфидные полиметаллические руды. Внизу — стадия опустошения камеры и обрушения блоков новообразованной литосферы, возникающая при небольшом поступлении расплава. Морская вода более глубоко проникает в литосферу. Расхождение плит и обрушение блоков литосферы воздействует на горячую мантию, вызывает ее разогрев и частичное плавление. Рудоносные флюиды и растворы поднимаются на поверхность дна по трещинам, рудные скопления обычно возникают по краям рифтовой зоны.



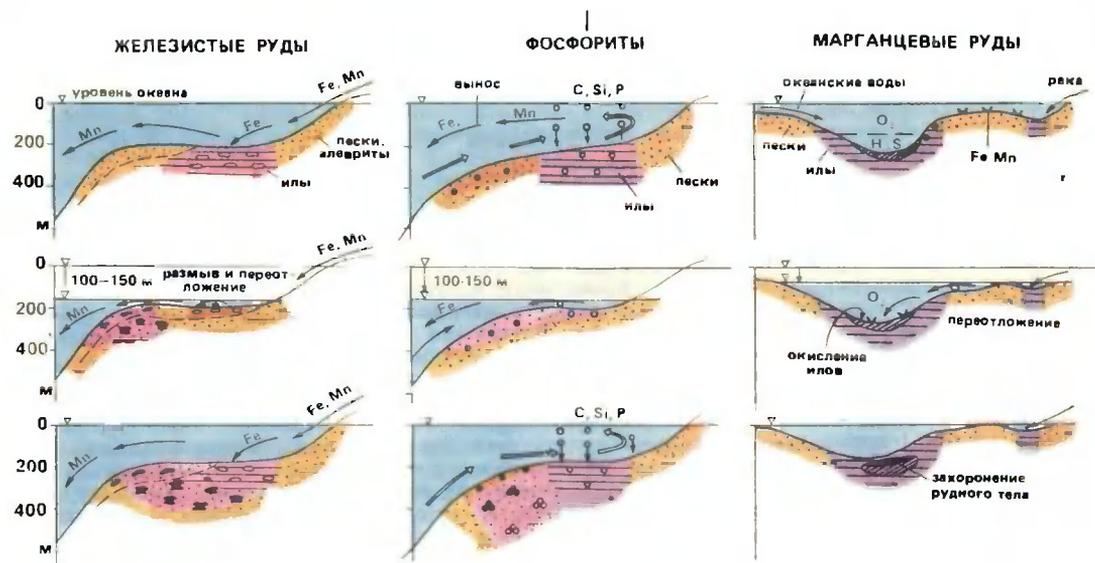
наблюдения, в большом диапазоне температур и давлений.

Земная кора рождается в результате магматических процессов, берущих начало на больших глубинах в нижней мантии планеты, а возможно, и в ее ядре. Завершаются эти процессы в рифтовых зонах, где к краям расходящихся плит добавляются из глубинных расплавов все новые и новые порции магматических пород, на которых через некоторое время из воды осаждается новый слой осадков. Этот слой по мере отодвижения плиты от рифтовой зоны постепенно увеличивается и у края континента может достигать 3—5, а иногда и 10—15 км. Таким образом, в формировании океанской коры выделяются две главные стадии. Первая — когда преобладают внутренние, эндогенные, процессы, вторая — когда главным становятся экзогенные, поверхностные, процессы. Соответственно, изменяются и процессы рудообразования в океане, и источники поступления рудного вещества и энергии.

Если на первом этапе источником рудного вещества и энергии являются в основном магма и магматические породы еще не остывшей коры, а процессы рудообразования осуществляются при высоких температурах и давлениях, то на втором этапе преобладающее значение имеет привнос рудного вещества с континентов, извлечение его из осадочного материала при низкотемпературных процессах преобразования (диагенеза) осадков, осаждение поревых растворов и морской воды. На этом этапе большое значение при создании высоких концентраций рудного вещества имеют процессы размыва ранее отложившихся осадков. А они, как правило, происходят при изменении уровня океана или при тектонических движениях блоков земной коры.

Давно замечено, что многие месторождения фосфоритов, морских россыпей тяжелых минералов, пластовых бокситов, марганца приурочены к трансгрессивным сериям осадков, которые с перерывами во времени залегают на более древних отложениях. Эта закономерность, эмпирически найденная для древних морских осадков, сейчас получает, можно сказать, теоретическое обоснование на базе геологических исследований в современном океане.

Интересным представляется то обстоятельство, что можно связать глобальные изменения уровня океана с эндогенными процессами, в частности с интенсивностью магматизма в рифтовых зонах и скоростью спрединга. Известная кривая Вейла, описывающая эвстатические изменения уровня океана во времени, показывает, что максимальный



Схемы образования минерального сырья в шельфовых участках Мирового океана при колебаниях уровня моря. Слева — формирование железистых руд на шельфах океана (пунктир — граница между верхними окисленными и восстановленными осадками). В середине — накопление фосфоритов на шельфе океана в областях подъема глубинных вод (апвеллинга). Справа — образование марганцевых руд в мелководных шельфовых морях. Пунктиром обозначена граница между верхним окисленным слоем вод и нижним застойным с наличием сероводорода.

уровень его достигался 80—90 млн. лет назад. И именно на этот отрезок времени приходится максимальные скорости наращивания океанической коры и максимальные скорости субдукции. Скорость наращивания океанической коры совпадает с усилением магматизма. Усиление интенсивности магматизма вызывает увеличение объема срединно-океанических хребтов, что приводит к вытеснению воды и повышению уровня океана, а повышение уровня океана — к трансгрессии моря на континент, что в свою очередь способствует образованию осадочных месторождений полезных ископаемых. Так можно объяснить образование крупнейших месторождений мел-палеогеновых фосфоритов на Атлантическом шельфе и побережье Африки<sup>8</sup>.

Таким образом, связывается цепочка разнородных геологических событий и процессов, отстоящих друг от друга, казалось бы, далеко, но на самом деле имеющих общую генетическую связь и зависимость от эндогенной активности земных недр.

В этой цепочке остается пока неясной причина периодичности колебания активности эндогенных процессов. Однако это не должно служить основанием для отрицания реально существующих закономерностей в формировании месторождений минеральных ресурсов.

- Рудные образования:**
- современные
  - древние
  - очень древние
  - Поступление и вынос элементов
- Фосфатные образования:**
- современные
  - древние
  - очень древние
  - Апвеллинг
  - Осаждение органики
  - Корки, конкреции окислов Fe, Mn
  - Карбонатно-марганцовистые илы

<sup>8</sup> Харин Г. С., Солдатов А. В. // Литология и полезные ископаемые. 1975. № 2. С. 14—22.

## БОРИС НИКОЛАЕВИЧ ВЕПРИНЦЕВ

С. Э. Шноль

**Т** О, ЧТО сейчас происходит в нашем обществе — не перестройка, а типичный социальный метаморфоз. Разрушаются существующие структуры. Образуются новые. Тревожное чувство неопределенности, неясности даже ближайшего будущего характерно для таких периодов. Когда происходит биологический метаморфоз, например, гусеница превращается в бабочку, сначала образуется неподвижная куколка. Внутри ее затвердевшей кутикулы начинаются «страшные» вещи: специальные клетки уничтожают мышцы, пищеварительную систему, ротовой аппарат, множество ножек и т. д. Во мраке кокона внутри куколки, кажется, существует лишь какая-то все растворявшая жидкость. Однако гибнет не все. Условие благополучного завершения метаморфоза — сохранение нервной системы. Нервные центры — скопление нервных клеток (ганглиев) — видоизменяются, но сохраняются, с ними сохраняется память о приобретенных личинкой рефлексах и способах поведения. А потом в этом кажущемся хаосе формируются новые органы: суставчатые конечности, ротовой аппарат (чтобы питаться нектаром, а не грызть листья), образуются мохнатые антенны для ориентировки и прекрасные крылья. Оболочка разрывается — над цветущим лугом, в голубом и солнечном небе летит прекрасная бабочка...

Менее идиллично, но столь же драматично происходит метаморфоз амфибий. Но условие всегда одно — сохранение и совершенствование нервной системы.

Видна прямая аналогия: сохранение интеллектуального каркаса (нервной системы общества) — условие возрождения и величия нашей страны.

Расцвет России, начавшийся до первой мировой войны, был подготовлен предыдущей 200-летней историей. От обучения по приказу Петра I «недорослей» за границей, создания университетов, Академии наук, гимназий и лицеев до формирования отечественных научных и инженерных школ, до рождения великих поэтов и прозаиков, композиторов, артистов, художников. Все классы общества участвовали в создании этой нервной системы государства: аристократы, купечество, разночинцы, крестьяне.

«Интеллектуальный каркас», «нервная система общества» — понятия, возможно, не идентичные термину «интеллигенция». Военные интеллектуалы — полководцы, фортификаторы, морские офицеры, инженеры-путейцы; государственные служащие — чиновники различных ведомств, банкиры, инженеры, агрономы, «архивные юноши»; собиратели народных песен, служители «чистой науки» — и просвещенное купечество, и люди искусства, и, конечно, учителя, врачи и просто «образованные люди» — все необходимы для существования могучего, независимого государства.

Если считать от Петра I, фундамент дальнейшего расцвета России создавался 200 лет. В годы недавних десятилетий он был жестоко разрушен. Война 1914 г., Февральская и Октябрьская революции 1917 г., мрак гражданской войны, «красного» и «белого» террора, голод, разруха, насилие, смерть, деградация — это «обратный метаморфоз» (в биологии такого не бывает).

Нервная система общества была нарушена, понесла урон, однако не распалась. И в этом, и может быть только в этом, залог и надежда на возрождение и величие нашей страны в будущем. Интеллектуальная основа общества сохраняется лишь при условии связи поколений, при непосредственном общении «отцов» и «детей».

Следует отдать должное партии большевиков, ее вождям: они очень четко понимали главную для себя опасность — наличие в стране людей высокого интеллектуального и нравственного уровня, владеющих словом, искусством убеждать слушателей и читателей, т. е. прежде всего специалистов гуманитарного профиля: философов, историков, филологов, геологов, психологов, поэтов, писателей... На них прежде всего обрушились репрессии. И было это с самого начала советской власти. Эта часть интеллектуального каркаса общества была почти уничтожена к 1929—1933 гг.

Роль хранителей нравственных и интеллектуальных традиций страны перешла к представителям естественно-научной и технической интеллигенции. Их труды были нужны государству. Их пришлось терпеть дольше.

Выдающиеся представители этого рода — В. И. Вернадский, Н. К. Кольцов, Д. Н. Прянишников, Н. Н. Лузин, А. Ф. Иоффе, И. П. Павлов, С. А. Чаплыгин, Л. И. Мандельштам, П. П. Лазарев — самим фактом своего существования, своими лекциями, примером в трудных ситуациях нравственного выбора оказывали чрезвычайно важное влияние на наше общество, и прежде всего на своих учеников. (Ученик Д. Н. Прянишникова — Н. И. Вавилов, ученики Н. К. Кольцова — Н. В. Тимофеев-Ресовский, М. М. Завадовский, А. С. Серебровский; ученики А. Ф. Иоффе — Н. Н. Семенов, П. Л. Капица и т. д.). Однако этому поколению учеников, чья зрелость совпала с советской властью, было чрезвычайно трудно. В ряде ситуаций (как с Н. И. Ва-

вилковым) без компромисса с властями выжить было невозможно. Более того, как оказалось позже, невозможно было выжить и с компромиссами.

Целенаправленные репрессии носителей естественно-научного потенциала начались, по-видимому, уже в 1929 г., при объявлении борьбы с «меньшевиствующим идеализмом». (Тогда был изгнан из Московского университета выдающийся генетик С. С. Четвериков.) Но уцелевшие ученики учеников оставались и продолжали работать и передавать следующим поколениям бесценный багаж российской и мировой культуры.

В ряде публикаций уже отмечалось, что, как это ни парадоксально, во время Великой Отечественной войны гнет и репрессии несколько ослабли. Нужно было воевать. А. Н. Туполева и С. П. Королева освободили из заключения, вся страна жаждала картошку сорта «лорх» — неарестованного сотрудника Н. И. Вавилова профессора А. Г. Лорха.

Замечательный период краткого радостного расцвета был сразу после войны. Длился он всего около двух лет — до осени 1947 г., но оказал сильное влияние на интеллектуальную жизнь страны.

Слезы о погибших. Разрушенные, сожженные города и села. Но радость, восторг Победы. Надежда на прекрасное будущее. Оркестры, играющие военные марши. Праздничные салюты. И свобода! Свобода! Прошедшие войну фронтовики вернулись, пришли в университеты. «Союзнички! Слава!» — громко перекликались новые студенты в военных гимнастерках с колодками орденов и медалей в университетских аудиториях. Они — победители, воевавшие нестандартно и смело — этого требовали и пересмотренные в ходе войны боевые уставы.

Этому послевоенному поколению студентов и аспирантов и довелось получить последнюю эстафету от носителей российского интеллектуального и нравственного опыта, от непосредственных учеников Вернадского, Кольцова, Вавилова, Лузина, Чаплыгина.

Наступил 1948 год. Вновь заработала машина репрессий и мракобесия. Начались «бесовские действия»: сессия ВАСХНИЛ, Павловская сессия АМН и АН СССР, Совещание по теории строения химических соединений... Возобновились аресты ранее репрессированных и новые аресты, в том числе бывших фронтовиков и «излишне смелых и самобытных».

Но... но эти два года (1945—1947) сохранили, пусть не в целом, а отдельными островками, наследие прошлого. В силу сказанного изучение феномена «поколение послевоенной интеллигенции», уникального поколения студентов и аспирантов 1945—1947 г. представляет собой интерес. Они и составили основу регенерации нервной системы общества после террора прошедших десятилетий. Следовательно, их жизни, их ученики и последователи — залог возрождения нашей страны, нашей науки в условиях переживаемого нами сейчас «положительного метаморфоза» — от тоталитаризма к демократии.

Объектом такого изучения могут быть биографии многих. Мне представляются соответствующими этой задаче жизнеописания Б. Н. Вепринцева, Р. Б. Хесина, С. А. Ковалева, Н. А. Перцова, Л. А. Блюменфельда, А. В. Трубецкого, В. П. Эфроимсона, Н. В. Тимофеева-Ресовского, Д. А. Сабина, В. Н. Вехова, И. А. Рапопорта. Выбор этот до некоторой степени субъективен: с большим интересом из перечисленных выше я был знаком, т. е. могу основываться и на личных впечатлениях. Однако и по объективной оценке мои герои представляют собой большое разнообразие судеб, научных школ, происхождения, общественного поприща. Все они связывают своими жизнями почти разорванную цепь времен — от дореволюционной России до нашего «послеперестроечного» времени. Они представляют собой островки и скопления нервной и нравственной ткани общества, которым обеспечивается в конце концов положительный результат драматического метаморфоза нашей страны.

## Из поколения оптимистов

**БОРИС НИКОЛАЕВИЧ ВЕПРИНЦЕВ** родился 4 апреля 1928 г. Его отец, Николай Александрович, рабочий, профессиональный революционер, член РСДРП(б) с 1903 г., партийная кличка «Петербургец». Мне представляется, что качества личности многих революционеров романтического времени конца XIX — начала XX в. — обостренное чувство справедливости, крайне активная жизненная позиция, смелость — передаются по наследству как чисто генетически, так и при воспитании.

Николай Александрович входил в марксистский кружок П. П. Сидовича (Вересаева), затем, уже в Петербурге, в кружок Н. К. Крупской. Дружеские отношения с ней сохранялись долгие годы. В 1903 г. он вступает в партию большевиков, и его направляют в Баку для организации революционной работы.

В Баку Николай Александрович посорился со Сталиным. Сталин (по дошедшим до меня рассказам) побоялся выполнить партийное поручение — спрятать у себя переносную подпольную типографию, за что был побит и спущен с лестницы.

В ссылке Вепринцев-старший женил-



**Борис Николаевич Вепринцев [4.IV.1928 — 11.IV.1990].**

ся — мать Бориса Николаевича, Зинаида Михайловна, была учительницей. После Октябрьской революции Николай Александрович возглавил профсоюз металлистов Урала. Считая незаконным разгон Учредительного собрания, вышел из партии. А когда были арестованы председатель городской думы и другие деятели в Златоусте, он распорядился (поскольку никакими преступлениями арестованные не совершали) освободить их. И вскоре за это был сам арестован и приговорен к расстрелу. Его спасла телеграмма Ленина. В 1921 г. снова вступил в партию. В 20-х годах, будучи сотрудником Г. М. Кржижановского, возглавлял Всесоюзную Энергетическую комиссию. Однако его не забыли: в 1932 г. снова арестовали и объявили врагом народа. В некотором смысле ему повезло. Его не убили, как безусловно было бы в 1934—1939 гг., а сослали на три года в Барнаул, затем продлили срок и отправили в Воркуту. Одно из обвинений, предъявленных Николаю Александровичу, были его слова: «Коба хочет стать русским самодержцем» — это сказала на суде одна из самых злобных и отвратительных представительниц партии большевиков — Р. С. Землячка.

После ареста отца семье, лишенной паспортов и хлебных карточек, было пред-

писано в 24 часа покинуть Москву. Благодаря вмешательству друга отца, С. Орджоникидзе, семью оставили в Москве. Мать и старшая сестра Марина выбивались из сил в поисках заработков. Но... время от времени появлялся мужчина, оставлял деньги, теплое белье для ссыльного отца. Много лет спустя стало известно, что этот человек был посланцем Крупской.

В 1940 г. Борис открыл дверь (был звонок): на лестничной площадке стоял оборванный, измученный, беззубый (цинга) старик. Борис подумал — нищий. Это был его отец. (Борис видел отца в Барнауле в 1935 г., в ссылке, куда ездил с матерью, а потом уже в Ливнах.) Из Воркуты отец был «списан» по болезни, поселился в г. Ливны (Русский Брод) и умер в больнице Моршанска в 1941 г., уходя от наступающих немцев. Борис рос фактически без отца.

Как мать сумела обеспечить ему и старшим в общем радостное детство — тайна. Разгадка, наверное, в свойствах детского характера. Активный, самостоятельный, он, будучи школьником 6-го класса, вступил в знаменитый КЮБЗ — кружок юных биологов при Московском зоопарке, куда принимали только с 8-го класса. Он поразил руководство (К. Н. Благосклонов) и членов кружка своим докладом о лабиринтовых рыбах и неуклонным стремлением быть принятым.



В экспедиции на о. Беринга. Справа — С. Э. Шноль, Май, 1980 г.

Фото Н. Н. Петропавлова

Многие события довоенных лет, их — как ни покажется странным это современному читателю — радостный, бодрый дух, этот «Марш энтузиастов», эта мелодия «Широка страна моя родная», красные галстуки и белые рубашки пионеров на солнечных майских парадах создавали бодрое настроение поколения оптимистов.

В 1947 г. Б. Н. Вепринцев — кюбзовец, убежденный зоолог — поступил на биофак МГУ.

#### БИОФАК МГУ, 1945—1948 гг.

Два первых послевоенных года в университете (как и в стране) были совсем особые. Смягчилась память о репрессиях конца 30-х годов. Пережита ужасная война. Победа. Возрождение. Пришли новые студенты — школьники, дети военного времени и фронтовики — победители. Пришли мечтавшие о мирном времени и счастье быть в университете. Как слушали они лекции! Как читали лекции в те годы профессор! Когда в мае 1947 г. завершал двухсеместровый курс лекций по зоологии беспозвоночных Лев Александрович Зен-

кевич, были аплодисменты и цветы. А он сказал: «Никогда я не испытывал таких сильных чувств радости и понимания, как в этих лекциях» — и благодарил студентов. Блистал, особенно на первых лекциях «Введения в биологию», Яков Михайлович Кабак. На лекции по физиологии растений Дмитрия Анатольевича Сабина ходили физики, историки, математики, химики. Зоологи позвоночных были особым племенем — следопыты, охотники, натуралисты — с подчеркнутой «экспедиционной» мужественностью и рассказами о зверях и птицах. Два направления в зоологии: практики — натуралисты, следопыты, систематики и теоретики — эволюционисты. В 1947—1948 гг. один и тот же общефакультетский курс зоологии позвоночных читали параллельно два лектора — Сергей Иванович Огнев и Владимир Георгиевич Гептнер. Первый, начав с оболочников и ланцетников в первой лекции, кончил в мае приматами... Второй начал с оболочников и лекцию за лекцией на оболочниках рассматривал проблемы эволюционной теории. Это было неисчерпаемо. В конце второго семестра, в апреле 1948 г., Гептнер еще рассказывал про оболочников (Tunicata), и это было замечательно. И слушать нужно было оба курса. Особое место на факультете принадлежало Г. О. Роскину — он возглавлял кафедру гистологии —



Первые записи голосов птиц в Окском заповеднике. 1960 г.

Фото В. М. Пескова

и М. М. Завадовскому — основателю и заведующему кафедрой динамики развития. Это были выдающиеся люди — огромной эрудиции, яркой индивидуальности. Роскин рисовал цветными мелками на доске высокохудожественные, тщательно продуманные картины гистологических препаратов и строения клеток. Завадовский, как и его учитель Кольцов, держался величественно, а его предмет — механизмы развития, гормональная регуляция, морфогенез — захватывал воображение. На кафедре Завадовского работали профессора Л. В. Крушинский, известный впоследствии своей теорией расщепления деятельности, и Б. А. Кудряшов, прославившийся исследованиями механизма свертывания крови, курсом лекций «Витамины» и практикумом по экспериментальной хирургии.

Студентам было неизвестно, что и большой практикум по зоологии позвоночных, и курс зоологии беспозвоночных, и работа многих других кафедр связаны с именем Кольцова и его учеников (М. М. Завадовский, Г. О. Роскин, А. С. Серебровский и С. Н. Скадовский). Не все было благо-

стно на факультете... Но лицо биофака определялось целым стадом «зубров» — выдающимся биологом, зав. кафедрой низших растений Л. И. Курсановым, замечательным лектором биохимиком С. Е. Севериным, биохимиком растений А. Н. Белозерским, зав. кафедрой дарвинизма И. И. Шмальгаузенем, зав. кафедрой высших растений К. И. Мейером, зоологами А. Н. Формозовым и Л. А. Зенкевичем, антропологами Я. Я. Рогинским и Нестурхом — составлявшим небывалое соединение могучей науки и ярких лекторов. Такому сочетанию не было и нет аналогов в мире.

Удивительным образом с этой блестящей коллекцией был в полном резонансе и объединял ее декан факультета Сергей Дмитриевич Юдинцев. Выпускник рабфака, он с большим почтением относился к своим факультетским учителям. Гордился ими и всеми силами им способствовал. Как декан, он имел исключительные таланты: с первого курса он знал всех студентов факультета по имени, и откуда родом, и как учится, и куда стремится. Всем говорил «ты», но только потому, что считал своими.

Все это, создаваемое многими десятилетиями и многими поколениями, было разрушено в августе 1948 г. Но почти три года, с весны 1945 г. до августа 1948 г., были дарованы судьбой поколению, к которому и принадлежал Вепринцев.

Тут к его довоенному КЮБЗу прибавился могучий биофак. Факультет, где все его знали, где он и раньше бывал, а теперь стал совсем своим. Борис был очень замечен на факультете: голубоглазый блондин с гладким, может быть, слишком юным лицом и решительным и самостоятельным характером. Зимой 1949 г. он поехал на Белое море, на Беломорскую биостанцию МГУ, где сделал замечательные наблюдения и сфотографировал водоплавающих птиц, остающихся на зимовку в незамерзающих от сильных приливо-отливных течений проливах между материком и островами. Его доклад на зоологическом семинаре очень понравился профессору А. Н. Формозову.

В эти годы он постоянно бывал в доме семейства Н. А. Северцовой — А. Г. Габричевского. Там он встречался с Г. Г. Нейгаузом, Б. Л. Пастернаком и другими замечательными людьми. В комнатах университетского общежития на Стрмынке часто был героем рассказов, многое из которых тут же превращалось в легенды. Рассказывали, как один (очень бойкий и неприятный) студент, член факультетского бюро ВЛКСМ, сказал Борису, что отец у него — враг наро-

да. И получив восхитительную оплеуху, ска- тился по железной винтовой лестнице. (Ка- кая аналогия: сын — отец!) Мы очень поло- жительно оценивали эту живописную карти- ну. (Сам Борис не подтверждал достовер- ность этого события.) Внимательно следили за ним и «компетентные органы».

В июле 1951 г. Борис был арестован: НКВД не был уверен, что Н. А. Веприн- цев в самом деле умер. Бориса обвинили в том, что он укрывает отца. Когда стало ясно, что этого нет (на свободу все равно не выпускают), обвинили в заговоре с целью покушения на жизнь руководителей партии и правительства. Все столько раз описано — и каждому снова: Лубянка, допросы, катор- га, лагерь, нары, тяжелые работы и лагерная среда, среди уголовников и «политических». Не вмещающиеся в сознание впечатления. Юного студента «взяли в опеку» взрослые арестанты — дипломат, востоковед Марк Исаакович Казанин и историк Лев Николае- вич Гумилев. Там же, в лагере, был Лев Алек- сандрович Вознесенский, сын Александра Алексеевича Вознесенского, ректора Ленин- градского университета, брата бывшего председателя Госплана СССР, члена Пол- итбюро, Н. А. Вознесенского, расстре- лянного в 1950 г.

Студенты обычно не знают, как вни- мательно к ним приглядываются иные пре- подаватели, как волнуются за судьбу буду- щей «надежды отечества». Профессор био- фака Леонид Викторович Крушинский был потрясен арестом Бориса. И он сделал и делал то, на что решались очень немногие: посылал Борису посылки с едой и книги. Непостижимым образом некоторые из книг доходили, среди них (сохраняемые по частям в матрасе?) — Гексли и де Бера «Экспери- ментальная эмбриология» и А. Лотки (на английском языке) «Математическая биофи- зика».

В Кемеровском лагере Борис возил в тачке кирпичи по обделенному дощато- му настилу на четвертый этаж строящего- ся дома. От непосильной работы стал «до- ходить». Спасла мать: в ее посылке было пальто, отданное Борисом нарядчику, за что тот перевел его на два месяца санитаром в больницу. Потом снова этап, новый лагерь. И сотни новых людей вокруг. По-видимому, сразу после смерти Сталина, в марте 1953 г., за Бориса вступился близкий друг отца, ста- рый заслуженный большевик и ученый Глеб Максимилианович Кржижановский (он же — автор широко известной революционной пес- ни «Вихри враждебные»), чудом уцелевший в годы уничтожения своих товарищей. Об- становка изменилась. Где и как был услы-

шан Кржижановский — мне неизвестно. Но Бориса по этапу привезли в Москву, на Лу- бьянку, для переследствия. Ему ничего не объяснили, нервное напряжение оставалось. Но условия были совсем другими — разре- шалось сидеть на койке и даже спать днем. А еще из богатейшей библиотеки реквизи- рованных палачами книг можно было брать и читать такое, что не достать на воле. И много лет спустя удивлял меня Борис зна- нием редких изданий.

А потом повторный суд признал об- винение необоснованным. Из тюрьмы вышел издерганный, недоверчивый человек, в сте- ганке, с красным лицом, непохожим на гладколицего блондина. Глаза остались го- лубыми, и на всю жизнь от нервного на- пряжения в них показывалась слеза. А дух сохранился — упряма порода Вепринцевых. Он пошел доучиваться на биофак. Но чуть только заведующий кафедрой зоологии поз- воночных проявил нерешительность: «А у вас уже все документы в порядке?» — Борис резко ушел. Зато заведующий только что ор- ганизованной кафедры биофизики Борис Николаевич Тарусов был безоговорочно при- ветлив и много сделал для «оттаивания» Бориса. В 1956 г. Вепринцев окончил био- фак МГУ и остался в аспирантуре на кафе- дре биофизики.

В начале очерка мы говорили о мета- морфозах в онтогенезе амфибий и насеко- мых и общества. Не менее драматичны и метаморфозы психики человека. Восприятие мира коренным образом меняется с воз- растом. Ранний детский импринтинг — зву- ков, запахов, образов, пейзажей, лиц, инто- наций — определяет весь последующий ха- рактер оценок окружающего. После безот- четного импринтинга наступает стадия учени- чества — мы выясняем, все время задаем вопросы (что называется проявляем «жи- вой познавательный интерес»), впитываем от- веты и верим учителям. Это почти неопре- оделимо, заложено в глубинах нашей ор- ганизации и создано естественным отбором. Такое «впитывающее доверчивое учениче- ство» длится долго и часто захватывает все студенческие годы. Но долгая насту- пить (также эволюционно обусловленная) фа- за сомнений, самостоятельности мысли, бун- та. В ходе этой фазы творчества рождаются оригинальные идеи и пересматриваются общепринятые взгляды, закладываются пути, по которым иногда следуют всю даль- нейшую жизнь. Метаморфозы психики осу- ществляются у разных людей в разном воз- расте.

Борис с первого курса был само- стоятелен. Этим он также привлекал недоб-



Первая запись с рефлектором.  
1968 г.



Записывается белая куропатка.  
О. Беринга, май 1980 г.

рое внимание. Вернувшись с каторги, он старался не проявлять активности: хватало пережитого. Но удержаться было трудно. Идеологический пресс удушал науку. Лояльность проверялась по отношению к чисто научным проблемам. «Формальная» (т. е. истинная) генетика, квантовая механика применительно к строению вещества, «непавловская» физиология рассматривались как государственные преступления. В биофизике за-

претной была концепция биологических мембран.

Сейчас — молодым — это покажется диким. Ну причем тут диамат? А очень просто: что является основой жизни? Живой белок, который определяет все свойства жизни, в том числе раздражимость, возбудимость, биоэлектрическую активность.

Были при этом весьма глубокие иссле-

дователи, которые и без диамата полага-ли, что «реакция живого вещества на внешние воздействия» определяется свойствами основной массы протоплазмы — ее белком, а не ничтожными по массе границами раздела фаз (Э. С. Бауэр, Д. Н. Насонов, В. Я. Александров). А известные закономерности зависимости возбудимости клеток от концентрации ионов калия, натрия, кальция объясняли изменениями сорбционной способности белков по отношению к этим ионам. Им противостоял ученик Кольцова Д. Л. Рубинштейн. И был затравлен (1949 г.). Поводом послужил его космополитизм — в своей замечательной книге «Общая физиология» автор только 101 раз сослался на советских авторов и 830 раз на иностранных! Мембранная теория была запрещена. Студентам ее не преподавали. Соответствующие исследования не проводили. Но многие студенты полосы 1945—1948 гг., будучи уже «испорченными», не смирились с идеологическим давлением. Важная роль в сохранении истинного духа науки принадлежит здесь профессору кафедры физиологии Михаилу Егоровичу Удельнову. В его лекциях по электрофизиологии мембранная концепция была представлена с должной полнотой в те годы.

Однокурсники Бориса Л. Чайлахян, Ю. Аршавский и более молодой С. Ковалев не поддались мракобесию. Современные представления о биологических мембранах, об их роли в генерации нервного импульса, вслед за будущими нобелевскими лауреатами Ходжкином и Хаксли, первым ввел в нашу науку Чайлахян. Друг Бориса еще по КЮБЗу Г. Курелла освоил в середине 50-х годов методы микроэлектродного исследования электрических потенциалов клетки. Борис вернулся в свою среду — в общество молодых и смелых исследователей.

Ходжкин, Хаксли, Катц, а за ними и другие изучали свойства мембран, их роль в генерации нервного импульса на гигантских нервах — аксонах кальмаров. Аксон с выделенной цитоплазмой и заполненный солевым раствором генерирует нервный импульс! У нас в Подмоскovie нет кальмаров. Но кто не видел огромных, похожих на молодых ужей земляных (дождевых) червей, выползающих влажными ночами из земли в заросших травой лугах? Таких выползков ловят ночью, освещая фонарем травяные заросли. Их нервы тоньше, чем у кальмаров, но они достаточно толсты, чтобы вонзить в них стеклянные микроэлектроды. И недавний каторжник — аспирант Борис Вепринцев изучает свойства мембран нервов брюшной це-

почки дождевого червя — измеряет температурную зависимость биоэлектрической активности.

В 1961 г. в Москву приехал знаменитый исследователь Б. Катц. В большой Биологической аудитории МГУ на его лекцию собралось множество любознательных студентов и осторожных преподавателей, сотрудиников научных институтов. Переводил лекцию Вепринцев (он начал изучать английский сам еще до ареста и продолжал на каторге под руководством М. И. Казанина). В перерыве в группе оживленных слушателей Тарусов пошутил: «Смотрите, как Вепринцев пропагандирует реакционное буржуазное учение...» Что почудилось Борису? Он не понял шутки, да она и была небезобидной. Еще исключали из университета студентов, восставших против Лысенко. Еще недавно было организовано мракобесное «дело сестер Ляпуновых» — Ляли (Лены) и Туси (Наташи) — дочерей Алексея Андреевича Ляпунова, организовавших у себя дома семинар по истинной генетике, когда подвергались гонениям студенты — участники семинара — Н. Воронцов, А. Яблоков, Ю. Богданов. И Борис взорвался. Он закричал, как в лагере, защищаясь: «Это ты сам меня назначил, ах ты...»

Его успокаивали. Еще нужно было переводить вторую часть лекции. Остаться на кафедре в МГУ он больше не мог ни минуты. Присутствовавший там Лев Петрович Каюшин, зам. директора Института биофизики, сказал: «Иди к нам». Так было положено начало лаборатории Вепринцева.

## ГОЛОСА ПТИЦ

В тюрьме, в лагере, в неволе узнику видится свобода — весенний лес, пение птиц. Давно-давно, до войны, на заседании КЮБЗа замечательный человек, ученик и последователь Кольцова, биофизик и орнитолог, тончайший знаток жизни птиц, профессор Александр Николаевич Промптов (1898—1948) говорил о важности записи и анализа птичьего пения. Зоологи записывали пение птиц условными словосочетаниями: «зиззи-вер»... С тех пор и в неволе, и на свободе Вепринцев мечтал о реализации магнитной записи пения птиц. Он так писал об этом: «... книга [Промптова] «Птицы в природе» впервые была издана в 1937 г. Многие поколения советских орнитологов воспитаны на ней и до сих пор находятся под ее влиянием... В 20-х годах Промптов пытался использовать нотную запись для описания птичьего пения. В его книге имеется глава, посвященная определению птиц по их пению и клас-

сификации песен. Промптов... интересовался отношениями между врожденными и приобретенными формами поведения и исследовал их на примере гнездования и пения птиц... В 1939—1940 гг. Промптов начал записывать пение птиц, используя машину для записи звука на мягкие диски, сделанные из рентгеновской пленки... Весной 1940 г. А. Н. Промптов прочел лекцию в Зоологическом музее МГУ о научном использовании записи голосов птиц. Я был на этой лекции, и все, что я видел и слышал тогда, с тех пор с кристальной ясностью стоит перед моими глазами и в моем сознании. Мне было тогда 12 лет, я был принят в КЮБЗ и интересовался главным образом рыбами и птицами. Московский зоопарк был тогда тесно связан с Московским университетом. Нас, членов КЮБЗа, всегда приглашали в университет на зоологические собрания. Но тот доклад Промптова особенно запомнился всем нам. В конце выступления он проиграл три пластинки Людвиг Коха с пением диких птиц в природе и свою собственную запись восточного соловья. Это было потрясающее. В глубокой тишине огромного зала Зоологического музея раздавалось кукование кукушки, напоминающее флейту пение черного дрозда и хохот зеленого дятла. Особенно поразило громкое пение соловья, записанное Промптовым. Это был новый мир, вызывающий сильное свежее ощущение. С этого самого вечера звучание в резонирующем пространстве музея этих записей, связанных с именами Л. Коха, Е. Н. Никольского, Дж. Хаксли, А. Н. Промптова, горят как огонь в моем сознании. В течение нескольких лет я пытался собрать аппарат для записывания на диски по описанию в журнале, но безуспешно. Однако с этого времени меня не покидала мечта записать пение птиц.

Весной 1955 г. я, студент университета, попытался превратить эту мечту в реальность и начал записывать птиц в лесах вокруг Звенигородской биостанции Московского университета... Я делал записи с помощью сложной «гибридной» машины весом около 30 кг, состоящей из пугающего патефона и магнитофонной приставки с ламповым усилителем, требующим огромного количества батареек... Результат был ужасен, качество звучания записей было очень низким, хотя, должен сказать, для моего слуха они были подобны райской музыке и вызывали большой энтузиазм среди университетских преподавателей и моих друзей зоологов. ...Работа над диссертацией в аспирантуре университета отвлекла меня на время от

проблемы звукозаписи... В это время орнитологическая секция Всесоюзного общества охраны природы — ее председатель профессор Г. П. Дементьев (1898—1969) — решила организовать записывание голосов птиц и поручило это мне. Это произошло в то время, когда я по причине занятости и отсутствия хорошей техники несколько охладел к звукозаписи. Попытки получить, хотя бы на время, магнитофон на киностудии или радио ничего не принесли. Никто не был готов доверить незнакомому студенту дорогостоящее оборудование... В 1957—1958 гг. ... я пытался сделать магнитофон сам. ...Магнитофон работал стабильно дома, но неизменно ломался в поле.

Весной 1959 г. директор Дома культуры Московского университета, которому я рассказал о своих затруднениях, великодушно разрешил мне взять на время только что полученный полупрофессиональный магнитофон «Репортер-2», работающий на батареях. Это был ламповый магнитофон, работающий на скорости 19,05 см/сек. Он имел полосу пропускания между 50 и 10 000 гц и динамический микрофон. ...Весь май и июнь 1959 г. я провел в лесах, делал мои первые сносные записи. ...Некоторые записи были продемонстрированы осенью того же года на Всесоюзной орнитологической конференции. Все присутствующие пришли в восхищение, услышав естественно звучащие записи пения пеночки-веснички, мухоловки-пеструшки и других птиц.

Благодаря усилиям Джеффри Бозволла эти записи впервые были переданы в эфир по внутривещательному каналу Би-Би-Си. Он брал у меня интервью 13 сентября 1959 г. ...

Осенью 1959 г. Всесоюзная студия грамзаписи Министерства культуры СССР попросила меня подготовить долгоиграющую пластинку. Это предложение было полным сюрпризом для меня. Оказалось, что студия подхватила идею поэта и орнитолога-любителя Павла Барто, который тоже был на орнитологической конференции. Благодаря энтузиазму, с которым сотрудники студии, особенно редактор А. Н. Качалина и директор студии В. С. Владимирский, взялись за подготовку диска, пластинка действительно была сделана и вышла в конце апреля 1960 г. под названием «Голоса птиц в природе».

...С рефлексором я начал записывать с 1968 г. Рефлексор подарил мне Жан-Клод Роше, когда я встречался с ним во Франции в 1967 г. ...С 1962 г. по 1973 г. я пользовался своим самодельным стереомагнитофоном с полосой пропускания между 30 и 12 000 гц и хорошей дифференциальной чув-

ствительностью. Вместе с блоком питания он весил 8 кг. ...Весной 1969 г. я работал в Узбекистане. Долина Сырдарьи в 100 км к юго-западу от Ташкента и Туркестанский хребет принесли нам много интересных записей. Моим спутником в этой поездке был замечательный орнитолог Р. Н. Мекленбурцев, первоклассный знаток птиц Средней Азии и, несмотря на свои преклонные годы, неутомимый ходок.

Снежные шапки горных вершин, окруженных можжевельными рощами. Ярко-синее небо, длинный протяжный свист гималайских уларов и пение синих птиц вызывали сильное щемящее чувство, оставшееся во мне навсегда...

...О будущем. Записывание [голосов] редких и исчезающих видов животных будет продолжаться. Я надеюсь, что со временем будет опубликован определитель птиц и животных СССР (по голосам). Мы продолжим каталогизацию новых и уже имеющихся записей и попытаемся стандартизировать методы акустического анализа звуков. Биоакустический анализ становится общепринятой практикой в зоологических исследованиях, научное значение таких записей сегодня очевидно.

Значение записи диких животных как элемента культурного наследия каждой страны и каждой нации все возрастает. Сохранение животного и растительного мира на планете бессмысленно без сознания того, что необходимо сохранить всю красоту и разнообразие природных богатств. Итак, наряду с созданием научных пособий для определения животных по голосам, используемых вместе с полевыми определителями, очень важно издавать массовыми тиражами по доступной цене учебные серии очень качественных и высокохудожественных записей голосов животных, дополненных комментариями и наборами слайдов. Главной целью таких изданий должно являться воспитание природоохранительного сознания и пробуждение чувств. Это, мне кажется, важное дело. Мы в этом нуждаемся!

Пение птиц, голоса птиц, конечно, интересны для профессионала-зоолога. Почему песнь именно такова у данного вида? Неясно, зашифрован ли в ритме, длительности отдельных звуков, в мелодии какой-либо особый смысл. Нельзя ли зяблику или соловью менее художественно сообщать окружающим о занятости гнездового участка? Анализ генетической связи характера песни, например, у разных видов одного

рода — овсянок, дроздов, куликов, коньков и т. д., чрезвычайно интересен.

Однако, помимо чисто научного значения, птичье пение — это звуки детства, ассоциации прошедших лет, импринтинг родных мест. Вот почему первые три пластинки, выпущенные Вепринцевым с записями птиц средней полосы, так взволновали общество. Н. С. Хрущев, сколько я знаю, услышал эту пластинку в Нью-Йорке, и очень одобрил, что способствовало выпуску ряда последующих пластинок и новых тиражей прежних. Тут, правда, все годы было, может показаться, курьезное обстоятельство. «Мы платим лишь исполнителям», — сказали Вепринцеву руководители фирмы «Мелодия»... В любой другой стране..., а тут еле сводил концы с концами, покупая и даря свои пластинки многочисленным друзьям.

Пластинки, записи голосов птиц принесли Вепринцеву известность. Особенно велика его популярность в Англии. Там орнитология — традиционное увлечение, в том числе представителей английской аристократии, включая членов королевской семьи. В Англии у Бориса Николаевича было много друзей. Особое место среди них занимает Дж. Бозволл. Сэр Э. Хаксли — знаменитый биофизик, нобелевский лауреат, бывший ряд лет президентом Лондонского Королевского общества, многие годы дружески способствовал Вепринцеву в разных делах.

Вепринцев поставил перед собой задачу — записать голоса по возможности большего числа видов птиц. Отсюда его многочисленные экспедиции в разные уголки тогда еще необъятной страны (СССР), всегда вместе с замечательным орнитологом и человеком Владимиром Владимировичем Леоновичем, обладателем ценнейшей коллекции птичьих гнезд и яиц. Этот союз оказался чрезвычайно плодотворным. Из экспедиций они привезли тысячи уникальных записей. С профессиональным магнитофоном «Награ» (8 кг) и рюкзаком — по горам, тундре, пустыням, болотам — нелегкий физический труд, часто на грани человеческих возможностей.

Мы привыкли отмечать наши недостатки. Но есть в нашем обществе замечательная особенность. Чистая диалектика. В хорошо организованном высококультурном обществе, например в Германии, то, что нельзя, то и невозможно. А у нас — в силу нерегламентированности (пусть другие скажут «беспорядка») — «и невозможное возможно». Такое может осуществляться, если Бог благосклонен... К Вепринцеву Бог часто бывал благосклонен. Мне довелось побывать с ним и Леоновичем в несколь-



Звучат голоса птиц. Идет монтаж пластинок.

них экспедициях (в качестве фотографа, и «разно»-рабочего). Одна из них — в Якутию и на Таймыр в 1978 г.

Орнитологи Англии просили в письме к Вепринцеву — нет ли записи желтобровой овсянки (*Emberiza chrysophrys*), а этот эндемик водится только в Якутии, описан лет 50 назад на р. Мыло (приток р. Лены) в 60—70 км от Якутска. Конечно, здесь все зависело от Леоновича — сумеет ли он узнать эту никем из нас (и им тоже) не виденную и не слышанную птицу.

Прилетели в Якутск. Любезные хозяева в Якутском филиале АН предоставили автомобиль. Переправились на пароме через Лену и поехали искать реку Мыло. На слове вечны, мерзлоты — холмы, заросшие даурской лиственницей. Речка Мыло течет по многолетнему льду (июнь 1978 г.). В лиственничном лесу полумрак. Вершины лиственниц с их красно-коричневой корой и благоухающей хвоей осветило раннее солнце. Ночь не спали, записывали лучший на Земле концерт: пели в вершинах деревьев

самые поэтичные птицы тайги — синехвостки (*Tarsiger cyanurus*). Вдруг в кустах ивы, у самого русла раздалось тихое пение. Леонович сделал страшное лицо — «она!», и они с Борисом стелющимся шагом побежали к кустам. Перед ними сидела желтобровая овсянка и пела в микрофон — с несколькими повторами. И улетела. И больше желтобровых овсянок мы не видели. И все. Вернулись в Якутск. Отсюда полетели в Батагай (на р. Яне). И снова — так не бывает, если все по правилам...

Вот уже несколько лет на американское побережье не прилетали на зимовку кроншнепы-малютки (*Numenius minutus*). Американские орнитологи решили, что их больше нет на свете. Они гнездятся в районе Верхоянска. Их наблюдали и изучали в 30-е годы. И вот их нет. В газетах были статьи — еще один вид исчез. Бывший с нами Ю. В. Лабутин видел их в 50-е годы. Прекрасные просторы — долины, луга, озера, леса, та же даурская лиственница — все покрыто (как бывает в средней полосе одуванчиками) здесь ярко-желтыми цветами сон-травы (*Pulsatilla*). Много птиц — много хищников: соколы (чеглок), ястребы, беркуты, дятлы, утки, кулики. А под слоем почвы — мерзлота, не всюду можно вбить колышек для палатки. 13 июня температу-

ра поднялась почти до  $+30^{\circ}\text{C}$ , и в тот же день, начав утром, к вечеру полностью зазеленели леса.

Кроншнеп-малютка сидел на гнезде — как и полагается куликам, на четырех яйцах, в лиственничном лесу, среди бурелома, в окружении цветущей сон-травы. Борис первый записал токовую песню этого кроншнепа. Я никогда не видел его таким счастливым — кроншнеп взлетал высоко в ярко-голубое небо, почти до черной точки, и оттуда бросался со свистом, шумом и «блеянием» (как бекас!) — звуком, создаваемым крыльями. Этого никто никогда не записывал, а может быть, и не слышал.

Сняли фильм, сделали много фотографий. Через два дня резкая смена погоды — температура упала до  $+5^{\circ}\text{C}$ , дождь, сильнейший ветер. Бог был милостив — пленки целы. Прилетел вертолет. Мы вернулись в Батагай. Статья о *Numenius minutus* опубликована в престижном международном журнале.

Потом на маленьком красивом бело-голубом, с большими окнами самолете («пчелка» чехословацкого производства) из Батагая в Тикси, из Тикси в Хатангу, а дальше 650 км до бухты Марии Прончищевой на Таймыре.

Полярная станция им. М. Прончищевой. Зимовики, полярники, метеорологи — радисты. ...На постоянном ветру, при температуре воздуха от 0 до  $+4^{\circ}\text{C}$  на проталинах, среди снега цветут роскошные новосиверсии, незабудочки — сплошные «лепешки» цветков незабудки без стеблей, прямо на земле, на холмах гордых «куропачи» — самцы полярных куропаток с красными бровями и дерзкими криками. Кулики, кулики, кулики, песочники, краснозобики, тулсы, камнешарки, гнезда — ямка в сырой, холодной земле. Гусыни на высланных пухом гнездах. Охраняющие их гусаки глупо торчат у гнезда (по ним и можно найти гнездо). И ободранные, с ключьями бело-грязной зимней шерсти, неприятные лесцы рыщут по тундре. Поют, поют пуночки. И все записано. И мы счастливы. И полагается быть до осени туманам и нелетной погоде. Полярники спокойно обсуждают, как мы с ними останемся на год. На один день меняется ветер, отгоняет туман. Знакомый вертолет, не выключая мотор, взлетает. И все. На пластинках всего несколько дорожек «записей».

## ПУЩИНО. НАУЧНЫЙ ЦЕНТР

Пушинский научный центр биологических исследований АН СССР был задуман

в конце 50-х годов для развития молекулярной и физико-химической биологии. В Москве в биологических научных учреждениях было сильное давление Лысенко и его сторонников. Даже В. А. Энгельгардт, создавая нынешний Институт молекулярной биологии, назвал его сначала для маскировки Институт физико-химической и радиационной биологии. Президенту АН СССР А. Н. Несмеянову и его сторонникам виделась идиллическая картина. Однако строительство нового научного центра было приостановлено — Хрущев возмутился: слишком близко от Москвы (всего 120 км). И тогда вместо Пушкина — по тому же финансовому счету — был по инициативе М. М. Лаврентьева построен Научный центр вблизи Новосибирска — Сибирское отделение АН СССР.

Замысел Пушинского центра был, как и полагается, утопическим. На землях пушинского колхоза-миллионера «Заря Коммуны», переданных вопреки воле колхозников Академии наук, предполагалось построить новый, высокосовременный город и целую серию научных институтов, взаимодействующих по иерархическому принципу. В самом центре — математический институт с «чистой» и «прикладной» математикой, в первом круге — институты физического, физико-химического, биохимического, агрохимического и биофизического профиля. А во внешнем круге, на периферии — институт приборостроения, СКБ, экспериментальные мастерские, приборостроительный завод, виварии, ботанические питомники и т. п. Предполагалось (романтиками), что будут построены дома, созданы парки, построенны институты и завезено оборудование. А потом наступит торжественный день, и в город приедут его обитатели и в новые, оборудованные лаборатории войдут научные сотрудники...

Но когда в 1961 г. строительство Пушинского центра было продолжено, утопия рассеялась. Для Несмеянова был построен в Москве на улице Вавилова новый Институт элементоорганических соединений. Другие инициаторы пушинского строительства также охладели в этой идее.

Только Г. М. Франк поддерживал создание в Пушкине нового Института биологической физики. Это решение, одобряемое новым президентом Академии наук М. В. Келдышем, было нелегким. В Москве, на Профсоюзной улице уже активно функционировал Институт биофизики. Переезд в Пушкино означал разрушение существующего института — значительная часть сотрудников не могла по разным обстоятельствам переехать из Москвы. Нужно было создавать

фактически новый институт. К тому же, в отличие от первоначального плана, в Пушине не было ни достаточно благоустроенного жилья, ни оборудованных лабораторий. Нужен был особый нервный склад, чтобы испытывать энтузиазм в этих условиях.

Борис был увлечен открывающимися перспективами. Для работы в Пушине под его руководством была организована лаборатория биофизики нервной клетки.

Для исследования связи электрической активности клетки с ее метаболизмом, выяснения роли в этих процессах нуклеиновых кислот и белков, изучения природы рецепторов, реагирующих на специфические нейромедиаторы, необходимы клетки по возможности больших размеров. Такие клетки были обнаружены в ганглиях мозга голожаберных моллюсков Д. А. Сахаровым на Беломорской биостанции МГУ в 1961 г. Через год Сахаров вместе с Вепринцевым и И. В. Крастсом на о. Путятине нашли гигантские (почти 1 мм) нейроны в окологлоточном ганглии глубоководного голожаберного моллюска тритонии. Можно было воткнуть в такие клетки несколько микроэлектродов и сопоставить их электрическую активность с «биохимией».

Однако в Пушине нет ни кальмаров, ни голожаберных моллюсков. Но проблема была решена: очень крупные нейроны оказались и у пресноводных брюхоногих моллюсков — наших обычных прудовиков и катушек. На этих объектах были выполнены классические работы, ставшие известными во всем мире.

Я употребил слово «классические» вполне сознательно. Это работы в направлениях, заданных уровнем развития мировой науки. Проблема связи медиаторов и рецепторов, электрической активности и метаболизма, ионных градиентов и биопотенциалов — все это классика. И занять здесь достойное место — среди различных лабораторий мира — очень сложно. Для этого нужны современные приборы, оригинальные методы, адекватные объекты. Нужны микроманипуляторы и инструменты для микрохирургии (клетки), усилители с высокоомным входом и аппараты для изготовления микроэлектродов.

И тут Вепринцев, как казалось, взялся за совершенно нереальную задачу — создать такой комплекс приборов, не уступающий зарубежным. Мы все вокруг знали, что это сделать в наших условиях невозможно. Однако комплекс приборов был не только создан, но и запущен в серийное производство, за что коллектив был отмечен в 1982 г. Государственной премией.

Но чем уверенней работала лаборатория биофизики нервной клетки, тем менее удовлетворенным был ее руководитель. Его занимали все новые проблемы. Была мечта — сохранить нервные клетки вне организма (программа нейрон *in vitro*), так, чтобы между нейронами образовывались синаптические контакты. На такой системе связанных между собой *in vitro* нейронов можно было бы изучать общие закономерности простейших нейронных сетей. Культура нейронов *in vitro* оказалась очень сложной задачей. Возможно, из этих попыток сохранения жизнеспособности клеток вне организма и возникла программа консервирования генома исчезающих видов животных и растений.

Идея сохранения жизни на Земле — давняя отечественная традиция. Эта идея, в сущности, была основой трудов и популярных книг Д. Н. Кайгородова, А. Н. Формозова, В. И. Вернадского, Н. И. Вавилова, трудов многих отечественных зоологов и ботаников. Этой идее служил и КЮБЗ (М. М. Завадовский, П. А. Мантейфель, К. Н. Благосклонов), и знаменитый кружок Всесоюзного общества охраны природы Петра Петровича Смолина. Вепринцев был пропитан этой идеей. В своих многочисленных экспедициях он видел, как исчезает жизнь в лесах и полях, морях и озерах, как исчезают бесценные породы домашних животных.

Чувство надвигающейся опасности становилось все острее. Многие зоологи в юности для исследовательских целей спокойно берут в руки ружье: «В 76 вскрытых нами желудках кулика-сороки (сорокопутажулана и т. д.) членистоногие составляют...» Я думаю, что Борис этой стадии не проходил, умерщвление кого-либо было для него невыносимо. Даже беспозвоночных... Маленький сын его, Дима, в Окском заповеднике, облепленный комарами, спрашивал его: «Папа, можно их прогнать?»

Идея сохранения жизни в состоянии анабиоза, в частности при глубоком охлаждении, также давно популярна в отечественной науке.

В 1913 г. Порфирий Иванович Бахметьев (1860—1913), к тому времени широко известный работами по изучению насекомых, начал при содействии Кольцова создавать в Университете им. А. Л. Шанявского лабораторию низких температур. Однако он вскоре умер. Идея криоконсервации клеток и организмов развивалась и потом. В 40-е годы широкую известность получила книга П. Ю. Шмидта «Анабиоз», оказавшая большое влияние на Вепринцева.

Работы 20—30-х годов (В. К. Милова-

нов, И. Н. Соколовская и И. В. Смирнов) по криоконсервации спермы сельскохозяйственных животных и по искусственному осеменению не были замечены «мировой общественностью». А в 1949 г. аналогичная работа, была выполнена К. Польджем, О. Смит и А. Парксом.

В 1953 г. Одри Смит сообщила о возможности сохранения в замороженном состоянии жизнеспособных зародышей кролика. В 1972 г. были опубликованы два независимых сообщения о возможности криоконсервации зародышей мышей.

В сознании Вепринцева достижения экспериментальной эмбриологии и биофизики соединились с проблемой сохранения исчезающих видов. Сейчас 20 % всей фауны нашей страны в Красной книге: на грани исчезновения 50 % видов крупных хищников, 9 11 видов диких кошек, 50 % копытных, 25 % видов амфибий, 200 видов бабочек, жуков и т. д., 6 из 7 видов китов. Классические природоохранные меры недостаточны.

Отсюда идея — сохранить бесценные геномы в замороженном состоянии, чтобы потом восстановить целые биоценозы. Вепринцев сформулировал эту программу в 1975 г., говоря о необходимости создания криобанка «Ноева ковчега XX века». В 1978 г. в Ашхабаде на XIV ассамблее Международного союза охраны природы и естественных ресурсов он выступил с комплексной программой «Консервация генома». Председатель МСОП сэр Питер Скотт предложил в связи с этим создать международную группу «Консервация генома». Председателем этой группы был избран Вепринцев и оставался на этом посту в течение 12 лет. В разных странах, в разных лабораториях мира развернулась экспериментальная работа, периодически собирались совещания. Однако «компетентные инстанции» ни разу не выпустили Вепринцева на эти заседания, так что он оказался заочным председателем.

Программа криоконсервации, разработанная вместе с Н. Н. Ротт, была опубликована в «Nature» и в «Природе»<sup>2</sup>.

В программе ставились следующие задачи: обеспечить сохранение полной генетической информации вида в условиях сверхнизких температур; найти способы реализации этой информации, т. е. обеспечить воссоздание живых организмов из замороженных клеток; интродуцировать восстановление видов с одновременной реконструкцией биоценозов.

Для реализации этой захватывающей воображение программы в лаборатории биофизики нервной клетки была создана специальная группа, из нее в 1988 г. сформировалась новая лаборатория, которую возглавил Вепринцев.

Удивительным образом многие пункты этой программы в результате международных усилий в настоящее время решены. Многие сделано здесь и в лаборатории Вепринцева.

В чем здесь Вепринцев? Семейная черта — организация совместных усилий: создание международной программы; создание конкретной, финансируемой пятилетней Всесоюзной программы «Низкотемпературный генетический банк промысловых и редких видов рыб и водных беспозвоночных»; консолидация усилий внутри страны посредством созыва ежегодных рабочих совещаний.

В России, Литве, на Украине (в Москве, Санкт-Петербурге, Харькове, Пущине, Новосибирске, Владивостоке, Уфе) работают исследователи над проблемами криоконсервации. Криобанки стали обязательным условием селекционной работы в животноводстве, в Пущине, в лаборатории Вепринцева, создан криобанк зародышей лабораторных животных.

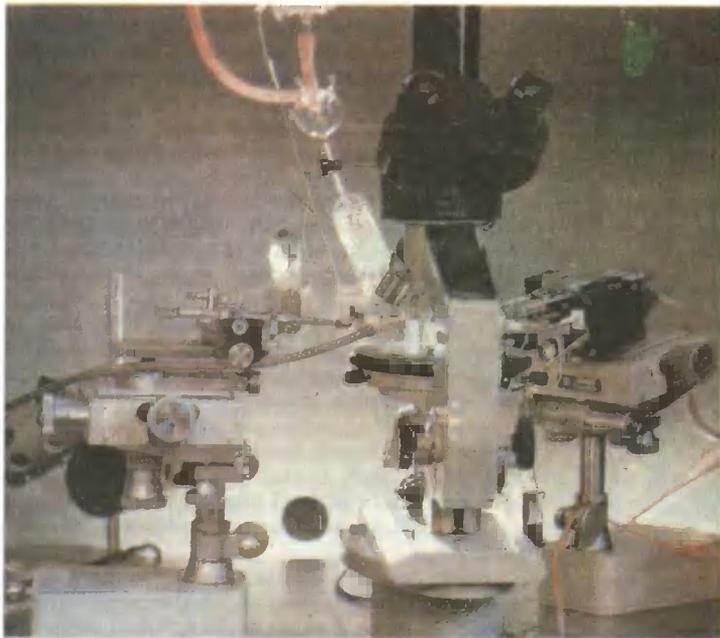
Для «оживления» эмбрионов исчезнувших видов решена в принципе проблема их трансплантации в матку животных не только других видов, но даже других родов. Так, крысы рожают мышей, коровы — яков, овцы — коз.

В нашей стране, как и в других странах, работают талантливые исследователи в разных лабораториях. Их объединение — важное условие успеха. Регулярные рабочие совещания, созываемые Вепринцевым, созданная им программа оказались эффективным средством такого объединения.

И сейчас, после смерти Вепринцева, в Пущине регулярно собираются участники этих совещаний. Их объединяет память о нем... Говорят, распалась еще недавно великая страна, и теперь есть ряд независимых государств. Но прежние узы, связывающие исследователей, не ослабились, а, может быть, даже укрепились — взаимная дружеская поддержка, Сотрудничество особенно необходимы в наше драматическое время общественного метаморфоза.

Вепринцева все время приглашали в «капиталистические» страны и как председателя международной комиссии по сохранению генома, и как пионера записи голосов птиц, и как заведующего лабораторией биофизики нервной клетки Института биофиз-

<sup>2</sup> Вепринцев Б. Н., Ротт Н. Н. Консервация генетических ресурсов // Природа. 1978. № 11. С. 15—20.



Уникальный комплекс приборов, созданный и запущенный в производство лабораторией Вепринцева.

зики АН СССР, и как автора — руководителя работы по созданию комплекса приборов для микрохирургии и исследований живой клетки, и как знатока работы зоопарков. И много еще было поводов для приглашений. Почему же его не выпускали? Тайна. Главный ученый секретарь АН СССР академик Г. К. Скрябин заверял: «Все в порядке». В ответе на письмо Ю. В. Андропову: «Нет претензий». Однако паспорт не давали. И не с кого спросить. Такая была система.

Но весной 1989 г. Вепринцев наконец на три месяца уехал работать по консервации генома в Южную Америку — в Колумбию. Осенью 1989 г. он провел шесть недель в Англии. Дж. Бозволл — теперь уже генеральный секретарь королевского общества защиты птиц — принимал его с максимальным радушием.

В Англии Вепринцев впервые встретился с заочно возглавляемой им многие годы международной комиссией по криоконсервации генома редких видов. Встреча произвела на него большое впечатление — его просили и дальше, уже очно, возглавлять эту работу.

Но весь 1989 год был элегически окрашен. Борису Николаевичу осталось жить всего несколько месяцев. На прощание — в ярком вечернем свете закатного солнца был он в южноамериканской Колумбии и среди изумрудно-зеленых газонов Кембриджа, на торжественных обедах во главе стола с но-

белевским лауреатом, экс-президентом Королевского общества сэром Э. Хаксли, в Тринити-колледже и в качестве пленарного докладчика международного симпозиума Британского общества, объединяющего авторов кино- и телевизионных фильмов и звукозаписи в дикой природе, когда после доклада о многолетних работах по записи голосов птиц и зверей зал долгими аплодисментами выражал ему свои симпатии и признательность.

...Но жизнь кончалась. 30 ноября 1989 г. он сделал последний доклад — рассказал о поездке в Колумбию и в Англию — на ученом совете Института биофизики. 13 декабря собрал последнее совещание, на этот раз посвященное судьбе Института биофизики, а в начале января 1990 г. перенес первую тяжелую операцию. Он спешил, он собирался в большую экспедицию в Монголию. 11 апреля 1990 г. он умер.

После первой операции он обратился с письмом к проходившему 15—19 января 1990 г. в Москве Глобальному форуму по окружающей среде и развитию в целях выживания. Вот это письмо (с сокращениями).

«Дорогие друзья, волею судеб я оказался на операционном столе и не могу быть среди вас.

Но проблема, которая стоит перед нами, превосходит по важности все мыслимые проблемы, стоявшие перед человечеством.

Чудо природы, чудо космической эволюции, чудо Земли с ее водой, зелеными

силуэтами листьев, невероятной красоты животными и даже люди стоят на границе уничтожения. Это, кажется, понимают многие из могучих мира сего, а не только зоологи и ботаники и люди, живущие в мире природы и питающиеся ее плодами. Здесь нет вопроса, накормим ли мы страждущее человечество, вырубив леса и распахав остатки земли и опустошив океанские глубины. Человечество, как расширяющийся газ — оно не хочет знать ограничений могучему инстинкту сохранения жизни и освоения пространства.

Мы уже дошли до последней черты. Мы должны сейчас, не теряя ни секунды, перестраивать экономику, быт, традиции. Другого выхода нет.

Мы, имевшие счастье общаться с сэром Питером Скоттом, принцем Филиппом, Алексеем Яблоковым, Эндрю Хаксли, Конрадом Лоренцем и другими выдающимися людьми, видим три пути.

Первый. Сохранение основных естественных экосистем в их нативном состоянии, полностью исключенными из хозяйственного, культурного и научного освоения. Только мониторинг, слежение.

Это должны быть самоподдерживающиеся системы с охранной зоной, охраняемые так же жестко, как советские границы в период культа, с привлечением всей современной оборонной техники. С этим надо примириться. Это естественные хранилища генофонда Земли. Это гарантия ее будущего.

Пока расчеты дают очень широкий спектр размеров, необходимых для этого площадей. Для разных регионов разные. Но наиболее авторитетные экспертные оценки сходятся на 30 % территории Земли.

Второй путь — это разведение животных и растений в условиях неволи.

Эта идея положительна, но она не спасет чудо существования Земли. Они прекрасна для охранный зоны, для поддержания в ней генетического разнообразия, для реинтродукции видов в закрытую зону.

Третий путь — это низкотемпературный генетический банк зародышевых клеток животных и растений. Современные методы криоконсервации и биологии развития дают надежные гарантии сохранения многих редчайших видов геномов в этом Ноевом ковчеге XX века и воскрешения из них полноценных редчайших животных.

За 10 лет, прошедших после публикации нашей статьи в «Nature», пройдены уже многие принципиальные шаги. Межвидовые трансплантации эмбрионов стали уже в известной степени рутинными.

...Теперь я хочу коснуться крайне чувствительного вопроса. Где границы роста популяции человечества? Я видел своими глазами перенаселенные районы — это ужас. Так жить нельзя. Это источник всех видов преступлений, не говоря уже о чувстве индивидуальности и ценности собственной жизни, присущей человеку. Экспертные оценки возможной численности населения варьируют в диапазоне 12—20 млрд. Это оценки, основанные на подсчетах ресурсов энергетики. Оценки, основанные на особенностях поведения человека, не поднимаются выше 1 млрд., если мы хотим для каждого иметь дом с удобствами, душевный покой, нормальную физическую и интеллектуальную работу. А сейчас мы подходим к 6 млрд. — с массой нерешенных проблем.

Здесь мы стоим. Мы должны начать движение. Мы должны быть мудрыми и добрыми.

Завершая биографический очерк, осталось сказать: жил в нашей стране активный и одаренный Борис Вепринцев. Он получил от российских интеллигентов — М. М. Завадовского, П. А. Мантейфеля, Л. В. Крушинского, К. Н. Благодослонова, А. Н. Формозова, М. И. Казанина, А. Н. Промптова и многих профессоров и преподавателей Московского университета — в наследство знания, традиции, культуру, а от родителей — отца-революционера и матери-подвижницы — способности и темперамент. Его поддерживали друзья. Его преследовали власти. Он перенес арест и каторгу. Но оказавшись на свободе, он достиг целей, казавшихся недостижимыми. Он, в свою очередь, оставил нам и будущим поколениям богатое наследство — свой жизненный пример, свои труды в биофизике, бесценные записи в фонотеке, международную программу сохранения генома исчезающих видов, учеников и последователей.

Его пример — свидетельство чрезвычайной силы жизни отечественной интеллигенции, а следовательно, силы жизни и гарантии расцвета и процветания нашей страны.

# Сибирский углозуб — уникал среди земноводных

С. Л. Кузьмин,

кандидат биологических наук

Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова РАН  
Москва

**Э**ТО животное, обладающее рядом уникальных и весьма интересных особенностей, мало кому известно, кроме узкого круга зоологов. Сибирский углозуб (*Salamandrella keyserlingii*), или четырехпалый тритон, внешне напоминает всем известных тритонов рода *Triturus*, входит с ними в один отряд — хвостатых земноводных (*Caudata*), но относится к другому семейству — углозубым (*Hynobiidae*), которое считается эволюционно наиболее примитивным среди амфибий.

Кое-где его издавна знали местные жители. Так, русский исследователь Камчатки С. Крашенинников писал в 1755 г., что камчадалы считают этих животных шпионами, подсылаемыми властелином подземного царства, чтобы следить за людьми и извещать об их смерти, и поэтому уничтожают их при всяком удобном случае. Зоологам сибирский углозуб долгое время оставался неизвестным, поскольку ведет скрытный образ жизни и обитает к тому же в малоисследованных районах. Научное описание было сделано лишь в 1870 г. Б. Дыбовским во время его ссылки в Забайкалье, где он успешно изучал местную фауну. С тех пор углозубы, найденные на Камчатке, Сахалине, Урале, в Маньчжурии, описывались как отдельные виды и подвиды, но вскоре такие таксоны неизменно признавались недействительными. В результате сейчас считается, что сибирский углозуб — вид монотипический, т. е. не имеющий подвидов. Это весьма необычная ситуация в животном мире, если учесть широту ареала и разнообразие населяемых ландшафтов.

Область распространения сибирского углозуба, как видно из его названия, — Сибирь. Но кроме нее ареал охватывает также и обширные прилегающие территории. С востока на запад он простирается от Чукотки, Камчатки, Курильских о-вов и северной Японии до Архангельской и Нижегородской областей, с севера на юг — от Заполярья (70—72° с. ш.) до северного Казахстана, Центральной Монголии, северо-восточного Китая и северной Кореи. В целом ареал углозуба больше, чем какого-либо другого вида земноводных Евразии. Он дальше других видов проникает на север и встречается даже в районе полюса холода. Разнообразнее и населяемые углозубом природные зоны — от тундр до лесостепей и степей, но основная часть ареала лежит в лесной зоне. Однако места обитания углозуба более-менее однотипны в разных географических районах — заболоченные поймы рек с влажными луговыми берегами, густо заросшими деревьями и кустарниками. Именно по таким поймам он и проникает в тундру и лесостепь.

В связи с этим в лесостепной зоне контакт между популяциями углозуба должен быть слабее, чем в других частях ареала. Например, в Монголии отдельные водоемы обычно разделены широкими сухими степными пространствами, которые углозуб не способен преодолеть. Но в период наводнений степи заливаются водой, и такие места становятся мостом между разделенными прежде популяциями. Более того, после наводнений углозуб появляется в водоемах, где раньше отсутствовал. Не исключено, что в аридных районах вид расселяется именно таким путем.

Что же позволяет углозубу занимать столь обширную территорию и жить даже в суро-

вом северном климате? Окончательного ответа на этот вопрос пока нет, его в какой-то степени проясняют многие особенности биологии вида.

Как и большинство других земноводных, углозуб размножается в водоемах (как правило, заболоченных, бессточных, но на Дальнем Востоке — иногда в ручьях) сразу после их полного оттаивания: на юге ареала в апреле—мае, на севере и в горах — даже в июне.

В период размножения у углозуба появляется брачный наряд: на верхней части хвоста образуется похожая на плавник складка, под челюстями самцов появляется набухшая кожная складка. Попав в водоем, углозубы начинают брачные игры. В брачном танце самец, сидя на водном растении, ритмично покачивается из стороны в сторону и пытается обвить хвостом проплывающих мимо других углозубов. Часто на одной ветке собирается целая группа «танцоров». С появлением самки танцы прекращаются, самцы подплывают к ней и стараются обвить ее туловище хвостом и лапами. Образуется клубок из тел, в котором самцы производят движения, как бы помогающие самке освободиться от икры. Выходит она одновременно из двух яйцеводов шнурами и оплодотворяется несколькими самцами. Таким образом, в отличие от большинства хвостатых земноводных у сибирского углозуба оплодотворение наружное и имеет место полигамия, причем полигамна самка, а не самец<sup>1</sup>. Через некоторое время после размножения углозубы уходят из водоема на сушу.

Шнуры с икринками самка прикрепляет к водным растениям. Свежая кладка невелика

© Кузьмин С. Л. Сибирский углозуб — уникал среди земноводных.

<sup>1</sup> Сытина Л. А., Медведева И. М., Година Л. Б. Развитие сибирского углозуба. М., 1987.

(длиной несколько сантиметров), на солнце опалесцирует голубым цветом. Вскоре она разбухает в воде и закручивается двумя спиралями (в некоторых местах бывают прямые и изогнутые кладки, но с чем это связано, пока неясно), голубизна исчезает. По мере развития зародышей увеличивается диаметр и длина кладки, причем последняя — в несколько раз. Тонкий шнур становится «мешком».

Способ прикрепления кладки и ее спиральная форма имеют важное адаптивное значение. Если уровень воды падает, верхняя часть кладки оказывается над поверхностью водоема, но икринки не высыхают, так как под их тяжестью спираль слегка раскручивается и они спускаются вниз икряного мешка, следуя за убывающей водой.

Поскольку углозуб обычно размножается в мелких водоемах, а икра откладывается близко к поверхности, в континентальном климате она подвергается резким колебаниям температуры: иногда прогревается до 26 °С, а случается, замерзает в лед. В специальных исследованиях Л. А. Сытина с коллегами выяснили, что зародыши сибирского углозуба устойчивы и к высокому, и к низкому температурам, причем к первым устойчивость повышается в ходе развития. Кроме того, окружающая зародыши двойная оболочка (самой икринки и икряного мешка), видимо, ослабляет резкие суточные температурные перепады.

Зародыши развиваются в две—четыре недели, и из икринки выуплывают личинки, формой похожие на взрослых трионов, но без наружных ветвистых жабер. Некоторое время личинки живут внутри икряного мешка, пока не оторвется его конец. Попав в водоем, они первое время ничего не едят, а живут за счет желтка, содержащегося в их пищеварительном тракте. В это время конечности у них еще не развиты, личинки малоактивны и в основном лежат неподвижно недалеко от места, в котором выклюнулись. Но вскоре, еще до полного рассасывания желтка в организме, они начинают охо-

диться на мелких рачков (диаптомусов, ракушковых рачков и т. п.). По мере развития конечностей и плавниковых складок личинки становятся подвижные и расселяются по водоему. Они еще не ведут строго ночной образ жизни, а охотятся круглые сутки, однако в первой половине ночи все же активнее — поднимаются со дна и плавают в толще воды.

С возрастом диета личинок становится все богаче: к ракообразным прибавляются мелкие двусторчатые моллюски и насекомые. Хотя личинки едят почти любую доступную движущуюся добычу, они чаще выбирают более крупную и заметную (мотыля, ракушковых рачков и т. п.), но не слишком резвую: скажем, вместо далеко прыгающих циклопов ловят чаще диаптомусов.

Длительность развития личинок связана со скоростью усыхания водоема. Обычно метаморфоз завершается через одну—три недели после их выклева из икры, незадолго до полного пересыхания водоема или одновременно с этим. Если от водоема остаются лишь небольшие лужи, личинок в них оказывается так много (10 и более особей в литре воды), что начинается каннибализм: они откусывают друг у друга части плавниковых складок, конечностей, жабер. Из-за травм нарушается пищевое поведение, снижается интенсивность питания. От каннибализма сильнее других страдают мелкие личинки и потому растут медленнее, чем крупные. В результате последние быстрее превращаются в сеголеток, а им пересыхание водоема не страшно.

В континентальном климате нередко водоем пересыхает катастрофически быстро, метаморфоз личинок не успевает закончиться, и они гибнут. Кое-где на севере Дальнего Востока холода наступают раньше завершения метаморфоза и, возможно, зимуют личинки. Однако доживают ли они до следующей весны или гибнут в промерзшем водоеме — неизвестно.

Во время метаморфоза у углозуба постепенно исчезают личиночные органы — жабры и плавниковые складки — и происходит глубокая перестрой-

ка всего организма, связанная с подготовкой к сухопутной жизни. Активность снижается, личинки держатся в основном в убежищах у берега. Еще до полного превращения в сеголеток, с остатками жабер, они выходят на сушу и переключаются с водной добычи на сухопутную: дождевых червей, наземных улиток, клещей, ногохвосток и т. д.<sup>2</sup> Но первое время их не так много попадает в желудок. Круглосуточная активность меняется на ночную.

По завершении метаморфоза углозубы охотятся уже только на сухопутных животных. С возрастом диета становится все разнообразнее — дополняется в основном многочисленными членистоногими: пауками, жуками, перепончатокрылыми и т. д.

Половозрелость у сибирского углозуба наступает, видимо, на третьем году жизни, они снова возвращаются в водоемы для выведения потомства. И опять переключаются на другую — водную — добычу. Водных улиток, рачков, насекомых добывают сначала днем, а самое теплое время суток, а затем, по мере прогревания водоема, охота отодвигается на вечерние часы и, наконец, на ночные. После брачного периода, живя на суше, углозубы добывают пищу ночью, а днем лишь изредка выходят из укрытий. Зимуют они в них же, т. е. под бревнами, корягами, в коках, трухлявых пнях. В таких зимовках можно встретить и одиночных животных и целые группы.

Удивительная устойчивость к холоду этого обитателя северных широт. Иногда углозубы сохраняют подвижность даже при 0 °С, а вообще способны переносить охлаждение до —35—40 °С. Причину столь высокой холодостойкости исследовали на Чукотке Д. И. Берман с коллегами<sup>3</sup>. Они выяснили, что при снижении температуры в полости под кожей образуются кристаллики льда, обволакивающие внутренние органы, но ни

<sup>2</sup> Кузьмин С. Л. // Зоол. журн. 1984. Т. 63. Вып. 7. С. 1055—1060.

<sup>3</sup> Берман Д. И., Лейрих А. Н., Михайлова Е. И. // Журн. эволюц. биологии и физиологии. 1984. Т. 20. № 3. С. 323—327.



Возле таких водоемов живут углозубы северной Монголии, в них же они и размножаются.

Фото автора

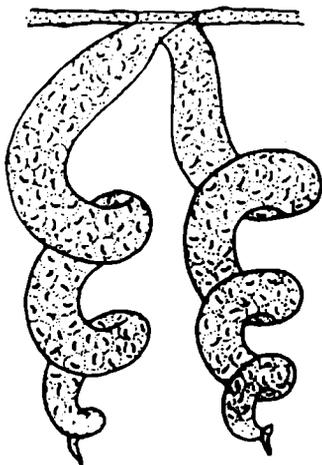
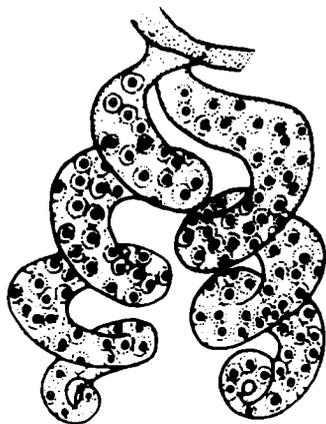
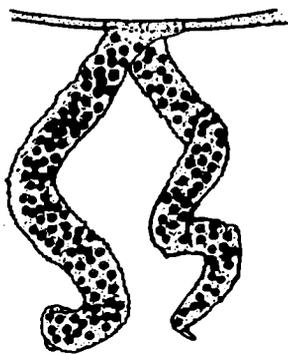
Взрослый сибирский углозуб.

Фото Е. А. Дунеева

ткани, ни органы не замерзают, так как в них повышается концентрация антифриза — глицирина. Благодаря такому приспособлению этот вид оказался самым холодостойким из земноводных и потому проникает в северные районы, где другие виды не могут выжить.

Углозубов не раз находили в вечной мерзлоте, куда они, видимо, попадали с тальми водами<sup>4</sup>. После размораживания животные оживали, вернее, становились активными, так как на самом деле не были мертвы. Сохранению жизни способствовали скорее всего относительно мягкие температурные условия: во многих местах мерзлотной толщи температура составляет всего  $-1-1,5^{\circ}\text{C}$ . Вероятно, при вмерзании в лед при более низкой температуре углозубы погибли бы, как случилось в опытах, из-за разрыва тканей.

К настоящему времени известно по крайней мере 10 находок углозубов в вечной мерзлоте, оживших после оттаивания. Находили их в основном геологи, строители и золотодобытчики на глубинах 4—14 м в нескольких районах Магаданской области. Некоторые зоологи пытались связать возраст животных с возрастом вмещающей их вечной мерзлоты (5—10 тыс. лет и более). Но по мнению А. Г. Банникова, такие попытки необоснованы, маловероятно, что возраст углозубов составлял даже 20—30 лет<sup>5</sup>. Однако Н. Н. Щербак и Н. Н. Ковалюх радиоуглеродным методом установили, что возраст одного такого экземпляра —  $90 \pm 15$  лет, т. е. намного больше максимальной продолжительности жизни «обычных» углозубов, и даже считают, что результаты анализа занижены<sup>6</sup>. Вряд ли этот показатель связан с погрешностью метода: в контрольном определении возраста «обычного» взрослого углозуба из Приморья получена величина,



Икранные мешки углозуба на разных стадиях развития зародышей.

вполне укладывающаяся в диапазон продолжительности жизни этих земноводных —  $15 \pm 15$  лет. Эти данные указывают на принципиальную возможность и более длительного пребывания живых, оцепеневших углозубов в замороженном состоянии. Вероятно, продолжительность активной жизни таких особей была не больше, чем ныне живущих, а будучи погребенными в вечную мерзлоту, они пробывали в состоянии анабиоза еще несколько десятилетий. Однако столь долгий анабиоз, видимо, плохо сказывается на жизненных процессах: после размораживания углозубы жили обычно несколько часов, максимум — сутки, правда, тот углозуб, возраст которого определили Щербак и Ковалюх, прожил активной жизнью полгода.

Численность сибирского углозуба пока еще достаточно высока. Хотя обычно он и встречается единично, кое-где составляет более половины всего населения земноводных, а в восточном Заполярье и на Камчатке — это единственный их вид. Если учесть, что ареал углозуба огромен, да к тому же лежит в основном в малонаселенных областях, то состояние вида можно считать благополучным. Тем не менее популяции с окраин ареала (Камчатка, Архангельская и Нижегородская области, о. Кунашир, Заполярье), обитающие в экстремальных для вида условиях, заслуживают охраны. На юге ареала — в Монголии — он уже включен в «Красную книгу МНР».

Будем надеяться, что сибирский углозуб, этот уникал среди земноводных, сохранится во всем своем ареале и зоологи сумеют изучить все его интереснейшие особенности.

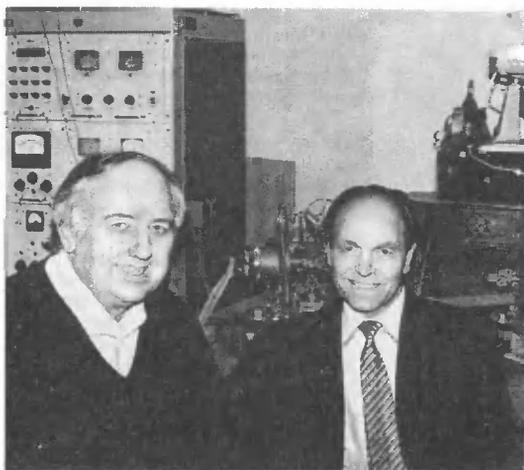
<sup>4</sup> Об этом см. например: Матвеев А. К. Ископаемый тритон в зоне вечной мерзлоты // Природа. 1957. № 7. С. 103—105.

<sup>5</sup> Банников А. Г. Тритоны в вечной мерзлоте // Природа. 1963. № 6. С. 115—116.

<sup>6</sup> Щербак Н. Н., Ковалюх Н. Н. // Докл. АН СССР. 1973. Т. 211. № 4. С. 1003—1004.

# Изотопные метки антропогенной серы

Р. Кроуз, В. А. Гриненко



Рой Кроуз, профессор, заведующий изотопной лабораторией Университета Калгари (Канада). Специалист в области фракционирования стабильных изотопов и использования изотопных данных в геохимии, биологии, экологии, разработке полезных ископаемых. Член Международного совета по круговороту серы при СКОПЕ — Международном научном комитете по проблемам окружающей среды. В «Природе» опубликовал статью «Стабильные изотопы и живые вещества» (1990, № 12).

Владимир Алексеевич Гриненко, доктор геолого-минералогических наук, заведующий сектором стабильных изотопов Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского РАН. Круг научных интересов — применение стабильных изотопов при определении генезиса рудных месторождений и условий формирования осадочных пород, а также при решении экологических проблем. Автор монографии: Геохимия изотопов серы (М., 1974; совместно с Л. Н. Гриненко).

**В** ПОСЛЕДНИЕ десятилетия производственная деятельность людей достигла таких масштабов, что ее влияние на круговорот биогенных элементов<sup>1</sup> стало сопоставимо с природными геологическими процессами. В связи с этим Международный научный комитет по проблемам окружающей среды (СКОПЕ) развернул работы по изучению глобальных геохимических циклов важнейших биогенных элементов, в том числе и серы. Основная цель исследований — количественно охарактеризовать природный и антропогенный круговорот этих элементов, понять, как они соотносятся.

При изучении круговорота биогенных элементов — биогеохимических циклов — приходится решать множество промежуточных задач: выявлять источники биогенных элементов, их потоки, механизмы превращения одних соединений в другие, оцени-

вать степень загрязнения биогенными элементами воздушного и водного бассейнов, растительности, почв. Именно об этих параметрах, определяющих пределы воздействия человека на окружающую среду, и пойдет речь в нашей статье.

## ИСТОЧНИКИ АНТРОПОГЕННОЙ СЕРЫ

Среди элементов, вовлекаемых в биогеохимический круговорот в результате промышленной деятельности человека, немалую роль играет сера. Связано это прежде всего с очень широкой распространенностью серы в природе. Она входит в состав сульфидов железа, меди, свинца, цинка и некоторых других металлов, а также гипса, барита и прочих сульфатов. В некоторых газовых месторождениях концентрация сероводорода достигает 20 и даже 80 %. Сера в составе органических соединений присутствует во многих нефтях, ухудшая их качество.

Добываемую самородную серу или элементарную серу, вырабатываемую на заводах, используют в первую очередь для производства серной кислоты. Она применяется и в химической промышленности, и

© Кроуз Р., Гриненко В. А. Изотопные метки антропогенной серы.

<sup>1</sup> Биогенными в химии принято именовать серу, углерод и другие элементы, входящие в состав органического вещества и активно участвующие в химических процессах жизнедеятельности растительных и живых организмов.

при получении удобрений и целлюлозы, и в резиновой промышленности, и во многих других отраслях хозяйства.

При производстве серной кислоты и ее применении, и в еще большей степени — при отжиге руд для получения цветных металлов, при сжигании угля и газа на тепловых электростанциях в окружающую среду попадает огромное количество соединений серы.

Ежегодно из литосферы при всех видах горнодобывающих работ извлекается около 170 млн. т серы, и вся она вовлекается в общий круговорот<sup>2</sup>. Деятельность человека действительно становится соизмеримой с природными процессами. Так, природный поток серы с речным стоком в океан составляет порядка 100 млн. т. И примерно такое же количество антропогенной серы попадает в реки за счет сточных вод заводов и шахт, загрязнения рек удобрениями и промышленной серой, вымываемой из атмосферы дождевой водой.

При сжигании топлива, выплавке металлов, а также при получении элементарной серы из сероводорода горючих газов в атмосферу в форме оксидов попадает около 100 млн. т серы. Это превышает природный поток данного элемента, обусловленный деятельностью вулканов, пылевой эмиссией соединений серы и выделением сероводорода и других серосодержащих газов при разложении органического вещества и бактериальной редукции сульфатов.

Антропогенное воздействие оксидов серы проявляется на значительных расстояниях от промышленных источников загрязнения в виде пресловутых кислотных дождей, приводящих к закислению почв, подкислению воды рек и озер. Многие промышленные предприятия сбрасывают в реки, отработанные воды с высоким содержанием сульфатов, которые в донных осадках путем бактериальной редукции превращаются в сероводород. В некоторых непроточных водоемах вследствие увеличения концентрации сульфатов и органических соединений интенсивность образования сероводорода столь высока, что он переходит из воды в воздух, создавая неприятный запах, сказываясь на здоровье людей. В водоемах с активной сульфатредукцией содержание кислорода в воде резко понижается, что приводит к замору рыбы и другим отрицательным явлениям.

Чтобы противостоять антропогенному воздействию соединений серы на биосферу,

необходимо усовершенствовать технологические процессы, добиться максимальной десульфуризации топлива, создать безотходные производства. Эти задачи, в общем-то, очевидны. Однако их решение потребует огромных капиталовложений и длительного времени. Сегодня, может быть, более актуальна другая задача — разработать методы контроля за источниками и потоками антропогенной серы, научиться отличать ее от природных проявлений.

## КОНТРОЛЬ АНТРОПОГЕННОЙ СЕРЫ

Обычно для контроля за загрязнением окружающей среды техногенными веществами и радиоактивными элементами используют методы химического и радиационного анализа. Однако в случае мониторинга соединений ряда биогенных элементов, в том числе и серы, обычных химических методов недостаточно, так как природные потоки этих элементов непостоянны (они меняются в зависимости от сезона, гидрологических условий и т. д.) и на их фоне трудно выделить антропогенный вклад. Более надежные выводы можно получить, сочетая традиционные методы анализа биогенных элементов с изотопными методами<sup>3</sup>.

Большинство химических элементов, как известно, представляют собой смесь стабильных изотопов, т. е. смесь атомов с одинаковым количеством протонов, но разным количеством нейтронов в ядрах. Поэтому изотопы одного и того же элемента отличаются по массе, что приводит к их разделению при некоторых физических процессах и химических реакциях.

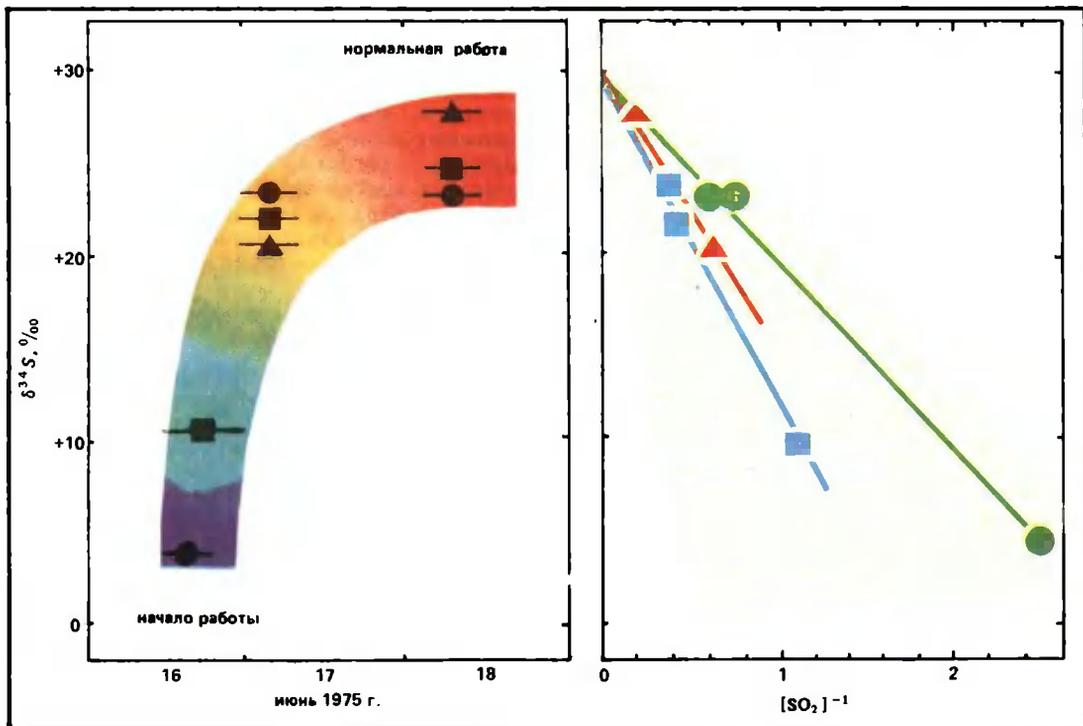
Чтобы данные по стабильным изотопам можно было использовать в качестве меток загрязнителя окружающей среды, должны выполняться два условия. Во-первых, антропогенный источник должен отличаться по изотопному составу от исследуемого объекта экосистемы — растений, почвы, воды и т. д. Во-вторых, элемент не должен подвергаться значительному изотопному фракционированию в результате разного рода природных превращений.

Что касается серы, то наблюдаются очень широкие вариации ее изотопного состава в различных минералах — сульфидах, сульфатах, самородной сере. Естественно, что и промышленные выбросы серы во многих случаях существенно отличаются по изотопному составу от природного фона.

Кроме того, в большинстве природных

<sup>2</sup> Глобальный биохимический цикл серы и влияние на него деятельности человека / Ред. В. М. Иванов, Р. Френей. М., 1983.

<sup>3</sup> Stable Isotopes. Natural and Anthropogenic Sulphur in Environment / Ed. by H. R. Krouse and V. A. Grinenko. N. Y., 1991.



Мониторинг воздуха тремя наземными станциями (показаны разными знаками) вблизи завода по производству элементарной серы из сероводорода. Слева — изменение изотопного состава серы в воздухе с момента начала работы завода до его выхода на полную мощность. Справа эти же данные соотношены с величиной, обратной концентрации двуокиси серы в анализируемых пробах. Точка, в которой прямые, отвечающие разным станциям, пересекаются с осью изотопного состава, дают изотопную характеристику антропогенного источника (+29‰).

экосистем условия являются анаэробными, и поэтому нередко превращения соединений серы не сопровождаются фракционированием изотопов. Или же изменения столь незначительны, что они не стирают первоначальную метку. К таким превращениям относятся: окисление газообразных соединений серы в атмосфере или при сжигании в заводских топках, твердофазные реакции, протекающие «слой за слоем» (например, окисление самородной серы или сульфидных минералов), ассимиляция сульфатов бактериями и растениями, а также переход серы на более высокий трофический уровень в пищевых цепях.

Примером индустриальных выбросов, значительно отличающихся по изотопному составу серы от доиндустриальной экоси-

стемы, являются газы с большим содержанием сероводорода, которые выделяются при производстве элементарной серы в провинции Альберта (Канада) и на Астраханском газовом комплексе (Россия). И в том и в другом случае некоторое количество газообразной серы попадает в атмосферу, причем величина  $\delta^{34}\text{S}$  этой серы составляет в Канаде около +29‰, а в России около +14‰. Вместе с тем в большинстве наземных природных экосистем величина  $\delta^{34}\text{S}$  составляет от +5 до -30‰. Подход, основанный на столь большой разнице изотопного состава промышленной и природной серы, оказался эффективным при прослеживании путей перемещения серы, выбрасываемой промышленными предприятиями.

#### ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

Промышленное производство серы в уже упоминавшейся провинции Альберта на западе Канады основано на переработке природного газа с высоким содержанием сероводорода. Обычно здесь используют так называемый процесс Клауса: определенную часть сероводорода сжигают до двуокиси серы, которая в свою очередь реагирует с

сероводородом с образованием в качестве конечного продукта элементарной серы. При этом некоторое количество двуокиси серы уходит вместе с дымом в атмосферу.

В самом начале работ, задавшись целью выяснить, насколько газовые заводы по производству серы загрязняют атмосферу, один из авторов этой статьи и его коллеги использовали специальный вертолет, оборудованный прибором, собирающим на фильтрах двуокись серы и сульфаты. На этом вертолете пробы воздуха отбирались как из дымового шлейфа от трубы, так и с подветренной стороны.

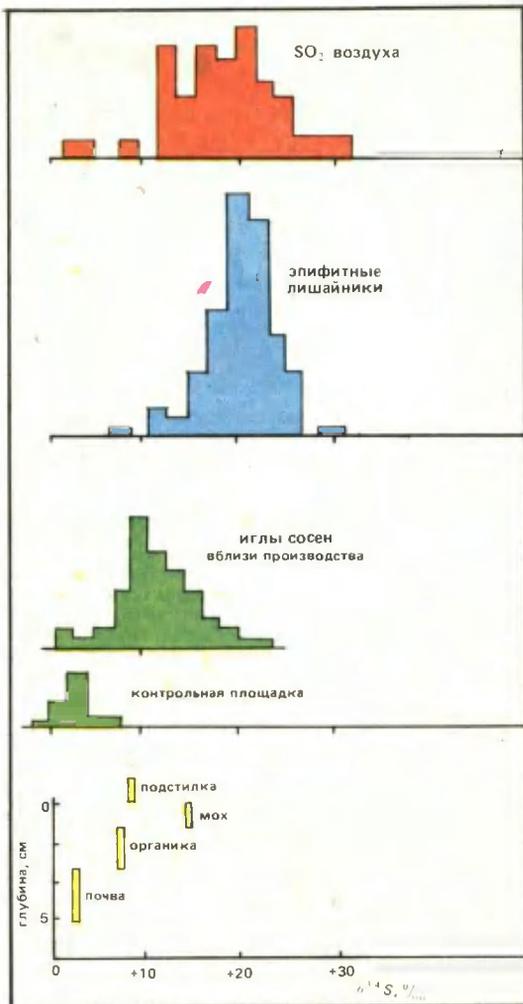
Как и следовало ожидать, содержание соединений серы в дымовом шлейфе значительно выше, чем в незагрязненной атмосфере. Более того, оказалось, что промышленная сера существенно отличается по изотопному составу от серы природных соединений, находящихся в атмосфере. Выяснилось и еще один чрезвычайно важный для нас факт: изотопная метка серы в дымовом шлейфе прослеживалась на десятки километров, хотя концентрация соединений серы значительно сокращалась. (Сера из дымового шлейфа вымывается дождевой водой, постепенно перемешивается с присутствующей в воздухе природной серой, оседает на растительности и почве.)

Надо признать, что использование вертолета для отбора проб воздуха значительно усложняло проведение экологических исследований, делало их очень дорогими. Но в дальнейшем выяснилось, что изотопную метку промышленной серы можно обнаружить, анализируя пробы воздуха непосредственно у земной поверхности.

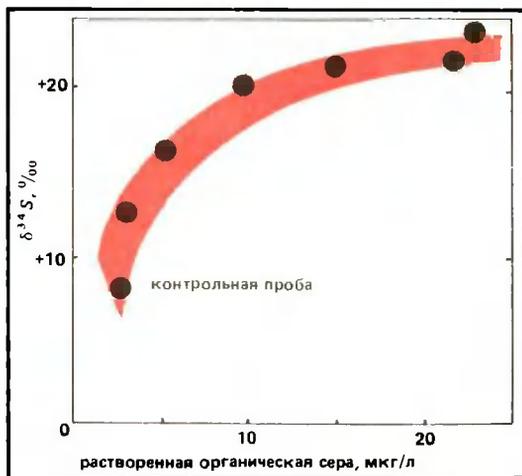
Сначала пробы отбирались во время небольшой остановки производства. Затем отбор проб был продолжен при выходе завода на обычную мощность. Резкое изменение изотопного состава серы в сторону значений, характерных для производимой заводом элементарной серы, убедительно доказывало, что с работой этого предприятия связано загрязнение окружающей среды.

Кроме того, сопоставив концентрации и изотопный состав серы в пробах воздуха, отобранных на разных наземных станциях, и учтя направление ветра, можно точно рассчитать изотопную метку доминирующего вклада серы. А по содержанию серы и ее изотопному составу в пробе воздуха можно определить соотношение природной и антропогенной серы, т. е. оценить вклад загрязнений предприятия.

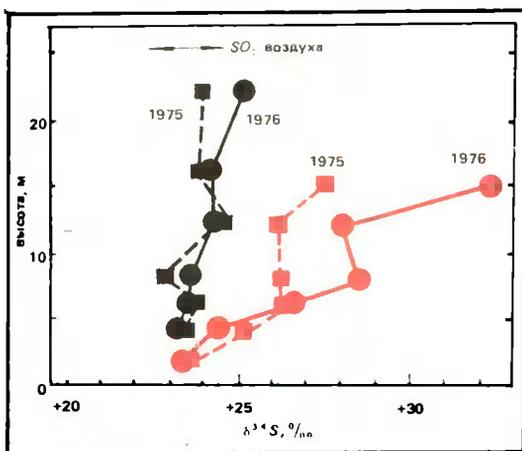
Наземные станции позволяют решать и обратную задачу — находить источник загрязнения. Определяя, при каком направ-



Вариации изотопного состава серы в  $\text{SO}_2$  воздуха, а также в растительности и почве (район Рам Ривер, провинция Альберта, Канада). Судя по гистограммам величин  $\delta^{34}\text{S}$ , сера лишайников наиболее близка по изотопным характеристикам к сере воздуха, которая в этом районе очень загрязнена антропогенными выбросами. Иглы сосен в непромышленных районах (контрольная площадка) идентичны по изотопному составу неорганической сере почва. А вблизи производства иглы сосен имеют промежуточный изотопный состав серы, что свидетельствует о ее поступлении из двух источников — почвы и воздуха. Мох, покрывающий поверхность почвы, по изотопному составу ближе к атмосферной сере, чем и самим почвам. Это обусловлено экранирующим эффектом — поглощением мхом основной части поступающей из воздуха антропогенной серы.



Соотношение изотопного состава растворимого сульфата и концентрации растворимых соединений органической серы в поверхностных водах вблизи заводов по производству элементарной серы (провинция Альберта, Канада). Корреляция этих параметров доказывает, что окислы антропогенной серы воздействуют на растения, которые в свою очередь выделяют в поверхностные воды больше изотопнооблегченной серы в виде органических соединений. Максимальное значение  $\delta^{34}\text{S}$  соответствует изотопному составу серы, производимой на заводах.



Зависимость изотопного состава серы в иглах сосен от высоты ветвей, на которых они находятся. Черным показаны нормальные условия развития растений, красным — стрессовое влияние атмосферной серы. При нормальном развитии изотопный состав серы в иглах соответствует по изотопному составу  $\text{SO}_2$  воздуха (диапазон изотопного состава  $\text{SO}_2$  воздуха обозначен стрелками). При избытке же серы в кроне деревьев иглы выделяют восстановленную серу, обедненную тяжелым изотопом, поэтому оставшаяся сера обогащена этим изотопом.

лении ветра загрязнение промышленной серой максимально, эти станции выступают в роли своеобразных локопоров. Пересечение же направлений ветра, при которых на разных станциях удается зафиксировать характерные изотопные метки, довольно точно указывает местонахождение загрязнителя.

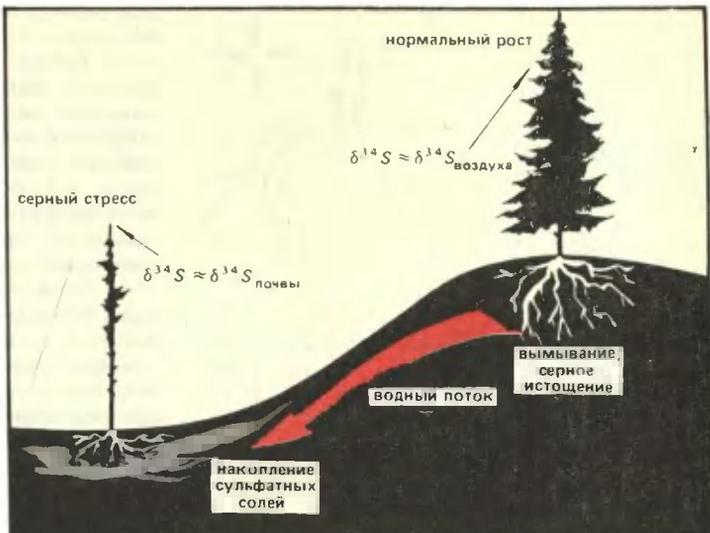
Правда, при использовании такого изотопного подхода могут возникнуть непредвиденные сложности. Дело в том, что в некоторых районах помимо основного — антропогенного — источника серы имеется несколько второстепенных. Это и добавки природной серы с низкими значениями  $\delta^{34}\text{S}$ , и вклад действующих недалеко от станции наблюдения газовых заводов, сера которых характеризуется более высокими величинами  $\delta^{34}\text{S}$  по сравнению с доминирующим источником. Если в таком районе образцы отбираются произвольно, без учета метеорологических условий, то лишь пробы с высокой концентрацией серы дадут значения  $\delta^{34}\text{S}$ , приближающиеся к изотопной метке, характерной для определяющего основного загрязнения промышленного источника. Второстепенные же источники обычно дают более низкие концентрации серы в пробах воздуха и варьирующий изотопный состав этого элемента.

В атмосферных осадках — дожде, снеге, как правило, присутствует некоторое количество сульфатов. Важную информацию о происхождении этих соединений можно получить, исследуя изотопный состав не только самой серы, но и кислорода. Дело в том, что изотопный состав кислорода сульфатов зависит от механизма их образования и от того, сколько кислорода попадает в сульфатион из воды и кислорода атмосферы. Если весь сульфат в атмосфере образуется в результате окисления  $\text{SO}_2$  или  $\text{H}_2\text{S}$  в данном районе, то величина  $\delta^{18}\text{O}$  сульфата коррелирует с изотопным составом кислорода местной дождевой воды. Такие сульфаты были обнаружены в дождевой воде г. Люблина (Польша) и г. Вены (Австрия).

Возможна и иная картина. Например, на побережье океана в Новой Зеландии сульфаты дождевой воды по изотопным характеристикам кислорода и серы соответствуют сульфатам океанической воды. Кроме того, здесь нет корреляции между изотопным составом кислорода из сульфатов и дождевой воды. Все эти данные указывают на образование сульфатов из морских брызг.

Если же сульфат образуется непосредственно при сжигании серы, в высокотемпературных условиях, то величина  $\delta^{18}\text{O}$  такого сульфата достигает очень высоких значений (до  $+46\text{‰}$ ). Поэтому для сульфатов,

Серный стресс растений, вызванный рельефом местности. В низине избыток сульфата угнетающе сказывается на развитии ели, и она выделяет сероводород, что легко фиксируется по увеличению содержания тяжелого изотопа. А на холме растение получает из почвы меньше серы, чем нужно для его развития. Поэтому поступающая из воздуха антропогенная сера не оказывает на него отрицательного воздействия.



собранных в дождевой воде около дымовой трубы, типичны высокие значения  $\delta^{18}\text{O}$ . На большом расстоянии от источника загрязнения величины  $\delta^{18}\text{O}$  гораздо ниже, хотя изотопный состав серы остается почти неизменным.

### АНТРОПОГЕННАЯ СЕРА В ПОЧВАХ И РАСТЕНИЯХ

Сера в почвы поступает из нескольких источников. Основными являются отмирающие растительные остатки, выпадения соединений серы из атмосферы и продукты водного выщелачивания горных пород, лежащих непосредственно под почвенным покровом. Для сельскохозяйственных регионов следует также учитывать внесение в почвы удобрений, содержащих серу.

Для большинства типов почв величина  $\delta^{34}\text{S}$  составляет от  $-30$  до  $+5$  ‰. Поэтому в тех случаях, когда антропогенная сера атмосферы имеет значения  $\delta^{34}\text{S}$  около  $+20$  ‰, ее присутствие в почве легко обнаружить.

Анализ поверхностного слоя почв на разном расстоянии от источника загрязнений показал, что по мере удаления от этого источника величина  $\delta^{34}\text{S}$  закономерно изменяется от более высоких до более низких значений. Кроме того, изотопный состав серы меняется и по глубине. Так, если на расстоянии 40—50 км от дымовой трубы, выбрасывающей газообразную серу, самый верхний и более глубокий (около 40 см) почвен-

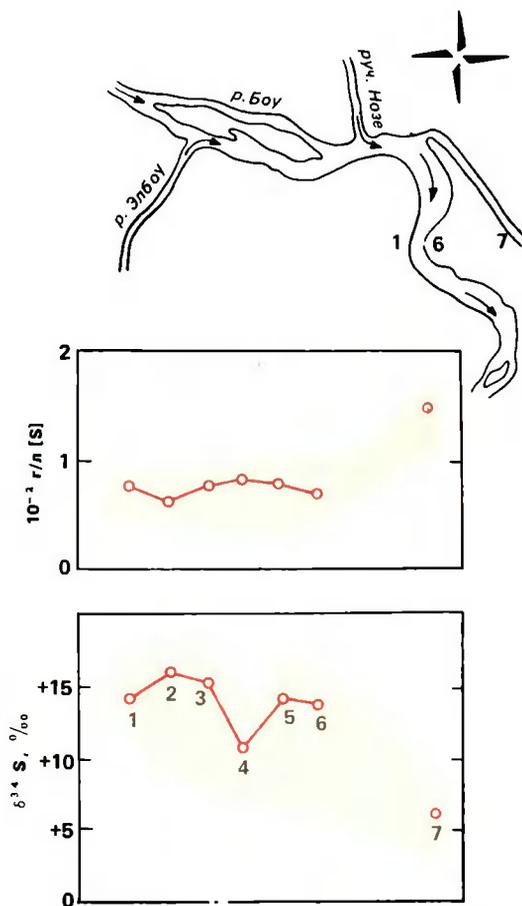
ные горизонты имеют фоновые значения  $\delta^{34}\text{S}$ , то на расстоянии до 10—14 км значения  $\delta^{34}\text{S}$  в верхнем горизонте существенно выше, чем на глубине 30—40 см.

Правда, при таком анализе следует учитывать состав почвы. Наибольшее различие в изотопных характеристиках серы отмечается в глинистых почвах, в то время как в хорошо проницаемых для воды песчаных почвах такой контраст стирается. Однако антропогенная сера все равно идентифицируется по изотопному составу, отличному от характерных для данной местности фоновых значений.

Было также установлено, что мох, покрывающий поверхность земли, обладает экранирующим эффектом: он препятствует движению серных соединений из атмосферы в глубь почвы. Так, вблизи серных заводов мох содержит антропогенную серу, обогащенную тяжелым изотопом по сравнению с почвой.

Основная часть растений получает серу как из сульфатов, растворенных в почвенных водах, так и непосредственно из атмосферы. Обычно в удаленных от промышленных объектов растениях сера идентична по изотопному составу сере почв. В том же случае, если атмосферная сера сильно отличается от серы почв, ее поступление в растения из этих двух источников легко может быть установлено.

В эфитных лишайниках, получающих питание исключительно за счет атмосферных осадков, сера сходна по изотопному составу с атмосферной. Деревья и кустарники по



Изменение концентрации растворимого сульфата и его изотопного состава в поперечном сечении р. Боу [г. Калгар, Канада]. Проба из протоки [7] резко отличается от остальных по своим характеристикам; еще одна проба [4] имеет промежуточные характеристики. Источник их серы — впадающий в реку ручей. Несмотря на довольно быстрое течение, на протяжении нескольких километров не происходит гомогенизации растворенных в воде соединений.

Изотопному составу серы представляют собой нечто промежуточное между почвой и атмосферой. Для деревьев характерно также изменение изотопного состава серы по высоте каждого отдельного растения: в листьях и иглах верхних ветвей доля атмосферной серы обычно выше, чем в листовом покрове нижних ветвей. Это, вероятно, связано с эффектом экранирования. Растущие на поверхности почвы лишайники и мхи обычно имеют изотопный состав серы промежуточ-

ный между эпифитными лишайниками и деревьями.

Одним из биологических критериев условий произрастания растений является «покрытие» ареала определенными видами. Наиболее остро, как известно, на загрязнение атмосферы реагируют лишайники и мхи. Наши наблюдения это подтвердили: около источников загрязнения атмосферы соединениями серы распространенность мхов уменьшается.

Ранее лабораторными экспериментами было показано, что некоторые растения при высоких концентрациях сульфатов в питательном растворе подвергаются так называемому серному стрессу и выделяют в воздух сероводород<sup>4</sup>. Этот сероводород значительно обедняется тяжелым изотопом  $^{34}S$ , в то время как сульфат раствора им обогащается.

Серный стресс растений нам удалось обнаружить и в природных условиях. В окрестностях одного из заводов по переработке сероводорода в элементарную серу значения  $\delta^{34}S$  в иглах хвой, как оказалось, возрастают с высотой растений. Но в некоторых экземплярах широкохвойной сосны эти значения для наиболее высокой части кроны превышали максимальные из всех ранее обнаруженных значений на  $10^0/_{00}$ . Эффект был столь большим потому, что растение содержало более 0,2 % серы и испытывало сильный серный стресс.

В стрессовых условиях растения могут оказаться и в том случае, когда местность имеет резко выраженный рельеф: сульфаты почв на пригорках могут сильно вымываться и концентрироваться в низменных участках.

Таким образом, особенности изотопного состава серы в растениях, его отличие от антропогенного и фонового значений довольно точно характеризуют условия их развития.

## МИГРАЦИЯ АНТРОПОГЕННОЙ СЕРЫ В ВОДНЫХ СИСТЕМАХ

Сточные воды заводов и фабрик попадают в конце концов в реки или озера. Изотопные характеристики серы и кислорода в сульфатах таких стоков позволяют проконтролировать зоны влияния каждого из них. Дело в том, что даже в равнинных реках отдельные струи водного потока пере-

<sup>4</sup> Krouse H. R. Sulphur isotopes in our environment // Handbook of Environmental Isotope Geochemistry / Ed. by P. Fritz and J. Ch. Fontes. V. 1. Amsterdam-Oxford-New-York, 1980. P. 435—471.

мешиваются довольно плохо, и по изотопным характеристикам их можно проследить на десятки километров вниз по течению<sup>5</sup>. Поэтому, если анализировать пробы воды, взятые в поперечном разрезе реки через определенные интервалы, то изменения в изотопном составе сульфатов этих проб укажут на появление посторонней серы.

Таким образом, можно определить на каком участке происходит выброс антропогенной серы, а по изотопным характеристикам установить конкретный источник загрязнения, конкретный завод или фабрику.

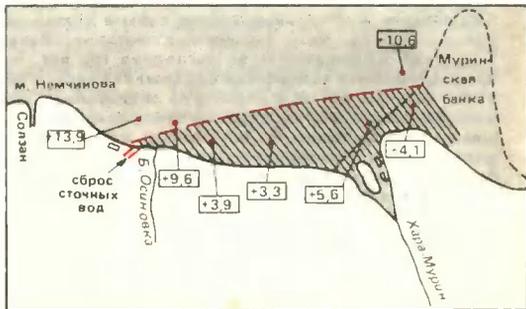
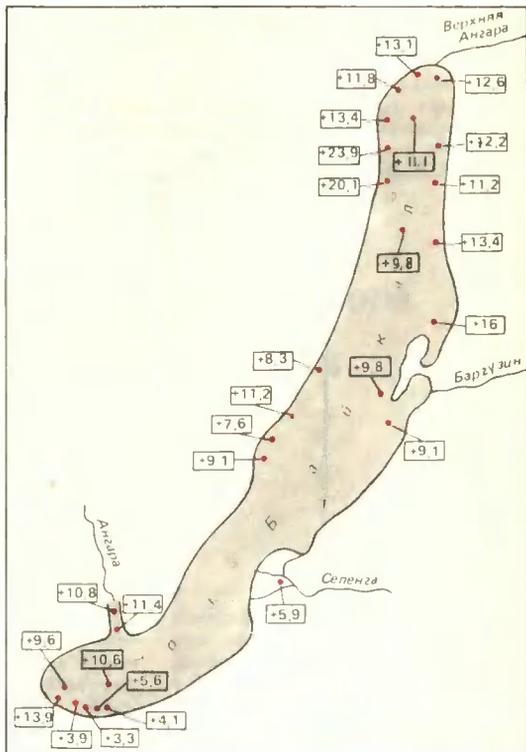
В озерах зоны загрязнения сточными водами со временем постепенно увеличиваются. Изотопные характеристики сульфатов сточных вод, если они, конечно, отличаются от фоновых значений, позволяют довольно точно очертить такие зоны<sup>6</sup>.

Обычно антропогенная сера попадает в озеро непосредственно с атмосферными осадками. Кроме того, антропогенная сера воздействует на окружающую озеро растительность и при ее отмирании попадает сначала в почву, а затем и в водоемы. Даже удаленные от промышленных объектов озера Северной Америки часто содержат серу, которая по изотопному составу аналогична сере перерабатываемых на заводах сульфидов. Таким образом, соединения серы в озерной воде несут комплексную информацию о воздействии антропогенной серы на растения и воду изучаемого района.

Историю антропогенного воздействия на водоемы лучше всего можно проследить по осадкам. Это можно сделать, поскольку осадки пресноводных водоемов четко фиксируют все изменения химического состава воды и физико-химических условий осадкообразования.

Изучение химического и изотопного состава осадков пресноводных водоемов на разной глубине показало, что осадки «индустриального возраста», как правило, содержат меньше свинца и других тяжелых металлов. Концентрации восстановленных форм серы в них также невысоки, что отражает невысокое содержание соединений серы в водоемах в то время, когда эти осадки накапливались.

Так, в осадках озер Северной Америки, начиная с отложений, относящихся к 1890 г.,

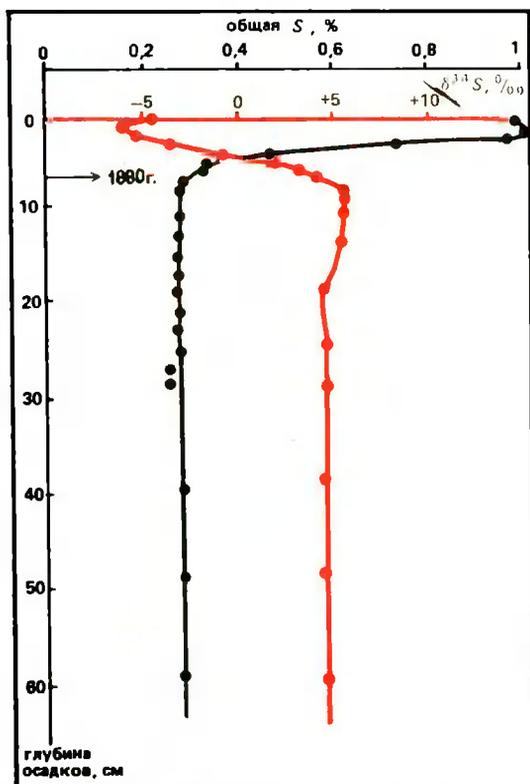


Вариации изотопного состава серы в растворимых сульфатах оз. Байкал. В большинстве проб байкальской воды (места отбора показаны точками) изотопный состав серы сульфатов довольно однороден — в среднем +11 ‰. Поэтому довольно легко было проследить зону загрязнения Байкала сточными водами целлюлозно-бумажного комбината (нижний рисунок).

- +9 Изотопный состав серы сульфатов ( $\delta^{34}\text{S}$ , ‰)
- Границы зоны антропогенного воздействия

<sup>5</sup> Там же.

<sup>6</sup> Fedorov Yu. A., Grinenko V. A., Krouse H. R., Nikanorov A. M. Use of hydrochemical and isotopic criteria for the evaluation of the influence of technogenic sulphur of surface waters // Isotope techniques in water resources development 1991. Vienna. 1992. P. 477—494.



Содержание и изотопный состав серы в толще осадков на дне оз. Лохи (провинция Онтарио, Канада). В осадках, накопившихся за последние 100 лет, четко просматривается увеличение содержания серы и обеднение ее тяжелым изотопом. Это обусловлено усилением антропогенной нагрузки на экосистемы прилегающего района. Судя по количеству накопившейся в осадках серы, можно заключить, что в последние десятилетия интенсивность бактериальной редукции сульфатов увеличилась по сравнению с естественным фоном не менее чем в четыре раза.

наблюдается рост концентраций тяжелых металлов и серы. Причем последняя обеднена тяжелым изотопом, что свидетельствует о росте концентраций сульфатов в воде озер и усилении бактериальной реконструкции сульфатов. Образующийся при сульфатредукции биогенный сероводород связывает тяжелые металлы в виде нерастворимых соединений и способствует их накоплению в осадках.

В заключение — несколько слов о достоинствах использовавшегося нами изотопного метода. Сложилось так, что в экологических исследованиях изотопный метод стал применяться позже, чем традиционные химические и радиационные методы. Возможно, именно поэтому он менее известен. Однако работы последних лет, изучение вариаций стабильных изотопов в природных экосистемах, показали, сколь велики возможности изотопного подхода при выявлении конкретных промышленных объектов, загрязняющих атмосферу, водоемы, почвы, продукты сельскохозяйственного производства.

В настоящее время изотопные методы контроля за состоянием окружающей среды активно развиваются в Канаде, Германии, США, Японии и других высокоразвитых странах. Есть определенные успехи в этом направлении и у российских ученых. Нам представляется, что наиболее интересные результаты удастся получить, когда изотопные методы анализа серы, азота и углерода сочетаются с химическим анализом тяжелых металлов и радиационным определением содержания цезия и стронция.

В «Природе» почти из номера в номер традиционно публикуются сообщения о результатах экспедиций по Международной программе глубоководного бурения в океане\*. Эта научная информация весьма ценна для специалистов разных направлений исследования, особенно в условиях, когда резко сократилось число поступающих в библиотеки зарубежных журналов, а наши ученые-соотечественники, к сожалению, далеко не во всех экспедициях могли принимать участие. Между тем для тех наших читателей, научные интересы которых далеки от морской геологии, такое постоянство редакции в освещении этой программы может показаться неоправданным. Поэтому сообщение об очередном, 142-м рейсе научно-исследовательского бурового судна мы предваряем краткими заметками о значении этой международной программы и некоторых итогах ее 25-летнего осуществления.

## Международная программа глубоководного бурения в океанах

Член-корреспондент РАН  
Н. А. Богданов  
Институт литосферы РАН  
Москва

**У**ЖЕ 25 лет ведущие специалисты по геологии дна Мирового океана ведут круглогодичные исследования с использованием глубоководного бурового судна. До 1984 г. таким судном был «Гломар Челленджер», а в последние годы — «ДЖОЙДЕС Резолюшн». Они представляют собой, каждое для своего времени, наиболее современные плавучие научные университеты, с которыми по своему оснащению не сможет сравниться, пожалуй, ни один геолого-геофизический институт мира. В таком научном плавучем учреждении интенсивная работа в течение двух месяцев (обычная продолжительность рейса бурового судна) служит прекрасной школой для молодых ученых со всех континентов. Академия наук СССР в 1974 г. первой подписала соглашение с Национальным научным фондом США об участии наших ученых в рейсах бурового судна. Вслед за СССР членами международного объеди-

нения по изучению пород дна наиболее глубоководных частей океана в разные годы стали представители ФРГ, Франции, Великобритании, Японии, Австралии, Канады и Европейского научного сообщества, включающего 12 стран. Программа океанского глубоководного бурения стала не только постоянно действующей и самой дорогостоящей по сравнению с другими подобными проектами, но и наиболее результативной.

Трудно перечислить все технические достижения, которые впервые были разработаны и применены на глубоководном буровом судне. Многие из них буквально подготовили переворот в возможностях человека в освоении океанского дна и сейчас применяются на научно-исследовательских судах различного класса. Научные результаты бурения в океанах легли в основу теории тектоники литосферных плит, на базе которой развивается вся современная геология.

К наиболее крупным научным открытиям, сделанным во время бурения, следует отнести установление закономерностей распределения осадков в океанах от срединных хребтов к континентальным окраинам, разработку магнитостратиграфии и открытие целых классов планктонных ископаемых, которые позволяют определять возраст

вмещающих их осадков. Ученые научились извлекать с океанского дна верхнюю часть осадочного чехла (обычно перенасыщенную морской водой) ненарушенной, что позволяет не только изучать бентосные микроорганизмы, но устанавливать климатические колебания, происходившие на нашей планете за последние тысячелетия. С помощью глубоководного бурения впервые появилась возможность научно обосновать закономерности изменения климата и установить последовательность возникновения макро-, мезо- и микроциклов, что дает возможность прогнозировать климатическую изменчивость и в будущем.

Сейчас изучены магматические породы, подстилающие осадки океанского дна; установлена их последовательность и намечены закономерности размещения твердых полезных ископаемых. Так как последние и сейчас образуются на дне океана в зонах вулканической деятельности, у специалистов появилась реальная возможность проследить все стадии их формирования и тем самым создать твердо документированные модели их развития, что играет важнейшую роль при поисках руд на континентах.

Огромно значение скважин при изучении сейсмичности

© Богданов Н. А. Международная программа глубоководного бурения в океанах.

\* Первые работы по этой программе были начаты 11 августа 1968 г. в Мексиканском заливе. Подробнее см.: Лисицин А. П. Бурение дна Тихого океана // Природа. 1970. № 2. С. 48—64; Бурение дна океана // Природа. 1969. № 4. С. 117.

планеты и проведения других геофизических экспериментов. Некоторые из них, вероятно, могут использоваться в будущем для захоронения особо вредных токсичных промышленных отходов.

Дно Мирового океана, занимая 2/3 поверхности Земли, представляет собой основную кладовую минеральных ресурсов на будущее (уже сейчас из него извлекается 1/3 мировой добычи нефти), и фунда-

ментальное изучение его геологического строения еще долго будет оставаться одной из основных задач мирового геологического сообщества, а Программа глубоководного бурения — важнейшей ее частью.

## 142-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»

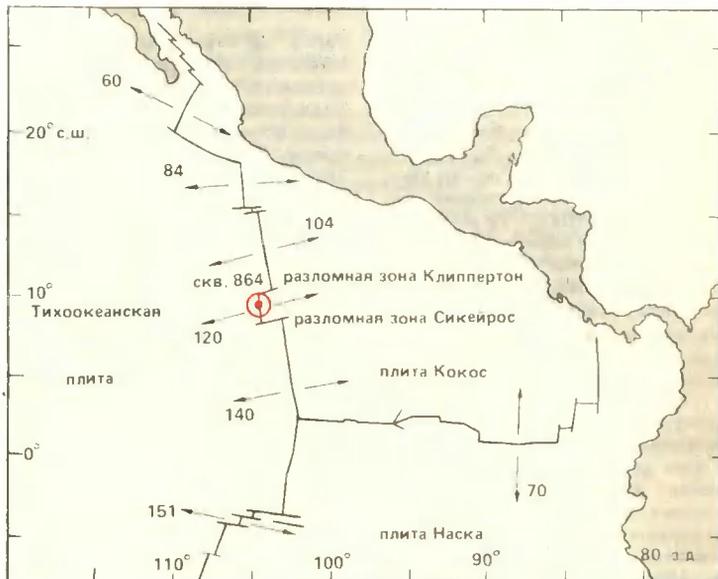
**Б. Г. Поляк,**  
доктор геолого-минералогических наук  
Геологический институт РАН

**М. В. Мищенко**  
Всесоюзный научно-исследовательский институт буровой техники  
Москва

**Г**ЛАВНАЯ цель этого рейса, проходившего с 18 января по 18 марта 1992 г. в восточной части Тихого океана, — техническая: продолжить начатые в 124-м и 132-м рейсах испытания новой трехкомпонентной системы алмазного бурения, которая разрабатывается для увеличения выхода керна при проходке магматических пород океанического ложа. На этот раз испытания проводились в лишенной рыхлых осадков осевой зоне Восточно-Тихоокеанского поднятия. В случае успешного бурения предусматривалось выполнение научной цели рейса, которая заключалась в изучении разреза океанической коры «нулевого возраста» в зоне быстрого спрединга.

В соответствии с поставленными задачами для бурения был выбран участок дна в сегменте Восточно-Тихоокеанского поднятия, ограниченном разломами Сикейрос и Клиппертон. Для этого участка, где скорость спрединга составляет 11—12 см/год, характерна высокая современная гидротермальная и вулканическая активность: температура изливающихся вод достигает 408 °С, а последнее магматическое извержение произошло здесь, на широте 9°50', в апреле 1991 г.

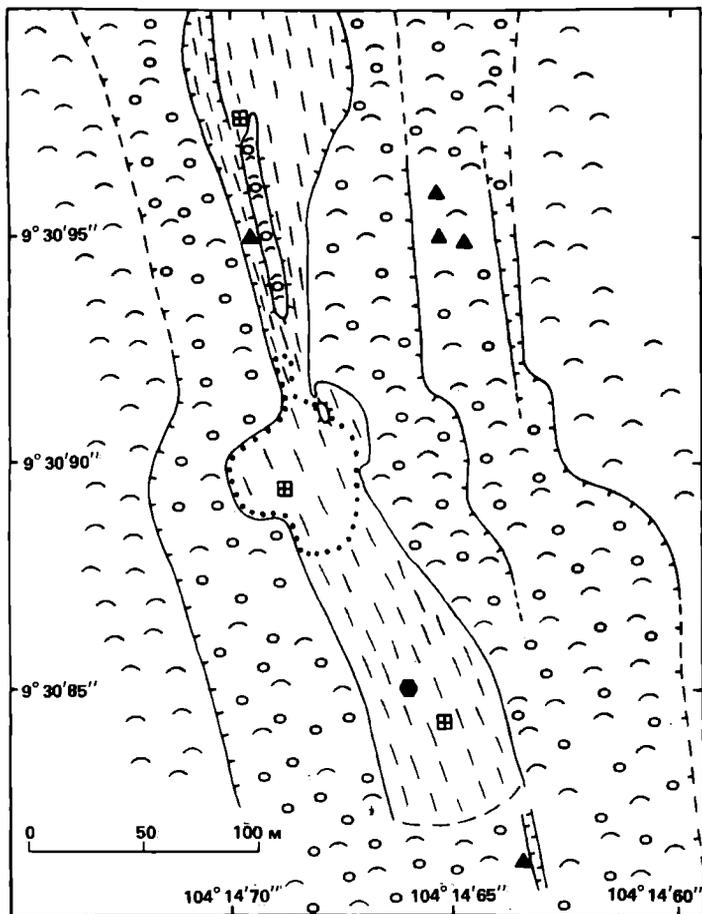
Этот район тщательно



**Строение океанического дна в районе бурения скважины 864. Цифры у стрелки показывают скорости спрединга в данном сегменте (по К. Макдональду, 1989).**

изучался с начала 80-х годов в серии комплексных океанографических экспедиций с использованием подводных обитаемых аппаратов. Благодаря этим исследованиям были составлены геолого-геоморфологические карты осевой долины в масштабе 1:2500 и внутри нее выбрано

место заложения скважины — на сравнительно плоской поверхности новейшего лавового потока. Рядом изливаются подводные источники с температурой воды 11—14 °С и встречаются гидротермальные отложения сульфидов, а на глубине около 1,5 км ниже поверхности дна обнаружена путем сейсмопрофилирования вершина осевой магматической камеры. Имея эти сведения, можно было полагать, что с помощью бурения удастся получить не только данные о



Район исследований в 142-м рейсе «ДЖОЙДЕС Резолюшн».

-  "Языковые" лавовые потоки возраста 1000–5000 лет с воронками шириной 2–3 см на поверхности
-  Потоки того же возраста с многочисленными провалами
-  Потоки моложе 1000 лет с плоской поверхностью
-  Границы очага современной разгрузки гидротерм
-  Уступы (обрывы)
-  Реперы, поставленные подводным обитаемым аппаратом "Алвин"
-  Отложения гидротермальных минералов
-  Точка бурения 864 А

строении, составе и физических свойствах коры «нулевого возраста», необходимые для выяснения временной изменчивости состава лав и построения физических моделей возникновения и существования магматических расплавов во внутрикоровых камерах, а также для интерпретации результатов дистанционных геофизических наблюдений, но и характеристики параметров гидротермальных флюидов и их взаимодействия с породами в зоне максимального адвективного выноса тепла непосредственно над осевой камерой.

К сожалению, эти надежды не оправдались из-за выявившихся технических дефектов системы бурения и очень тяжелых условий проходки обнаженных базальтов ввиду обилия в них внутренних пустот и трещин. Пытаясь в течение 36,5 сут преодолеть эти трудности, дважды меняли точку бурения в выбранном для исследования пункте (9°30'85" с. ш., 104°14'66" з. д.). В результате здесь рядом друг с другом пройдены три скважины глубиной 15 м, 7,3 м и 6,8 м. И только из двух первых удалось извлечь каменный материал — угловатые обломки с максимальным поперечным размером не более нескольких сантиметров, охарактеризовавшие лишь около половины вскрытой мощности разреза.

Петрографическое изучение и химический анализ полученных образцов на борту судна показали, что это — афировые базальты, очень близкие по составу к нормальным для срединно-океанических хребтов, но отличающиеся гораздо меньшей скоростью распространения продольных упругих волн. Исследование образцов продолжается в береговых лабораториях.

Рейс возглавляли Р. Батиза (R. Batiza, научный руководитель), М. Стормс (M. A. Storms) и Дж. Аллан (J. F. Allan). В инженерную группу экспедиции, помимо штатных сотрудников Программы океанского бурения, входили семь приглашенных специалистов из разных стран (от России — М. В. Мищенко, ВНИИ буровой техники); а в научную — 14 (от России — Б. Г. Поляк, Геологический институт РАН).

## Этологические экскурсии по запретным садам гуманитариев

В. Р. Дольник

Предлагаемое научное эссе этолога может показаться нашему читателю, привыкшему к строго научному стилю, несколько легковесным. Но пусть читатель не вздыхает. Ясность мысли и простота языка помогут ему, вслед за автором, разглядеть в каждом из нас, в самых разных группах людей и даже в устройстве государства то, над чем совершенно не задумывался и не пытался отыскать корни. Рассматривая естественно-исторические основы социальной организации, автор знакомит читателя с этологией не самого изученного, но зато самого интересного для нас биологического вида — человека — и находит много общего в поведении и иерархической структуре его филогенетических предков.

«Этологические экскурсии», изложенные автором в трех частях, мы начинаем публиковать с этого номера. Читатель, заинтересовавшийся темой эссе, сможет ознакомиться с коротким [вынужденно] списком научной литературы в третьей части публикации.



Виктор Рафаэльевич Дольник, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Зоологического института РАН. Вице-президент Российского орнитологического общества, почетный член орнитологических обществ США, Германии, Нидерландов. Научные интересы связаны с экологией и поведением животных. В «Природе» опубликовал статью «Существуют ли биологические механизмы регуляции численности людей?» (1992, № 6).

**Е**ЩЕ ДРЕВНИЕ ФИЛОСОФЫ поняли, что по частице мира можно сделать некоторые верные заключения о его недоступной части. Глубокий ум, помещенный в камеру с зеркалом, изучая только себя, способен догадаться о многом. Но неизмеримо проще выйти и посмотреть мир. Слабое место многих наук о человеке — их замкнутость на один объект, один зоологический вид, в то время как в природе обитает не один миллион видов животных, и все они разные. Одни из них (например, человекообразные обезьяны) похожи на нас в силу близкого генетического родства: 95 % текста ДНК у человека и шимпанзе совпадают! Пятипроцентное расхождение — результат независимой эволюции в течение 10 млн. лет. Другие — в силу параллельного с нами развития исходно одних и тех же генетических программ, а третьи — конвергентно, т. е. в сходных условиях и для сходных целей у них и у нас выработались очень похожие приспособления, но их генетическая основа разная. Сверчок, привлекая самку, «пиликает на скрипке», образованной ногой и крыльями, дятел — барабанит клювом по дереву, а мы (как и все приматы) — голосом, с помощью легких, гортани и губ.

Этология — наука об инстинктивном (врожденном, имеющем в основе генетические программы) поведении животных. Этологи научились распознавать эти программы и прослеживать их преобразования в эво-

люции. Этологи узнают общую генетическую основу внешне не очень сходных форм поведения животных, подобно тому как сравнительные анатомы находят общее между передней конечностью любого позвоночного животного — плавником рыбы, крылом птицы, рукой человека.

Этологи знают, что для достижения одной и той же цели у животного имеется не одна программа, а целый набор разных вариантов, многие из которых возникли в разное время. Программы поведения создаются естественным отбором так же медленно и постепенно, как генетические программы морфологических признаков, и отмирают столь же медленно. Об этом забывают даже некоторые биологи: нам почему-то кажется, что поведение — это нечто эфемерное. Ставшие ненужными программы могут не исчезать, а храниться в качестве рудиментов и атавизмов, но при случае дают о себе знать. Каждый из нас может вызвать с задворок генетической памяти программу шевеления ушами (она не нужна миллионы лет), только одному для этого придется основательно потрудиться, а у другого уши зашевелиятся по первому требованию.

Программы поведения срабатывают в ответ на особый сигнальный стимул, признаки которого заложены в программу. Задача распознавания в окружающем мире врожденного сигнального стимула для мозга сложна, поэтому инстинктивные программы часто ошибаются, запускаются по сигналам, случайно несущим признаки стимула. Набор программ действий и образов врожденных стимулов образуют систему передаваемых по наследству знаний об окружающем мире и правил поведения в нем. Животное рождается на свет не «*tabula rasa*», и человек в этом не исключение. Без программ мозг не способен работать. Если нет соответствующей программы — нет и сколько-нибудь сложного и эффективного поведения.

## **Агрессивность, доминирование и иерархия — начало всех начал**

Ребенок проявляет первые признаки агрессивности задолго до того, как научится говорить. Дети (особенно мальчики) начинают устанавливать между собой иерархические отношения в первые годы жизни; позднее они начинают играть в иерархические игры, а в 7—15 лет образуют между собой

Сила этологов — в знании поведения огромного числа разных видов животных. Человек для этологов — один из видов: многие особенности его поведения, кажущиеся другим уникальными или загадочными, не выглядят такими, если знаешь целый букет сходных и родственных образцов поведения других видов. Причем оказывается, что врожденную мотивацию своего поведения человек, как правило, не чувствует (ему кажется, что он сам так решил, так хочет, так надо), а объясняет обычно путанно и неверно. Со своими объектами этолог не может поговорить об их поведении, поэтому все методы этологии ориентированы на внешние проявления поведения. Приложение этого метода к человеку (меня не интересует, что ты думаешь, меня интересует только, что ты сделал и в ответ на какой стимул) по-своему плодотворно, особенно тем, что удачно дополняет достижения гуманитариев, анализирующих в первую очередь мысли и чувства.

В нашей стране с этологией боролись, как могли. Один из результатов — не только полная неосведомленность, но и воинствующее неприятие самого этологического подхода к поведению человека. Эта реакция выработана и у людей, в остальных отношениях непредвзятых, любознательных и доброжелательных.

Взявшись кратко рассказать о том, что же могут поведать этологи о врожденных программах, мотивирующих социальное поведение людей, я прекрасно сознаю эту трудность и призываю читателя-соотечественника попытаться преодолеть в себе навязанное ему в течение всей жизни мнение о недопустимости сравнивать его поведение с поведением жука, рыбы, птицы да и обезьяны. Первая часть этой публикации — вводная к двум следующим.

жесткую пирамидальную структуру соподчинения. Если этим процессом не управлять, борьба за власть в группах подростков принимает жестокие формы, зачастую криминальные.

Склонность играть в эти игры, к сожалению, не проходит с возрастом. Более того,

некоторые люди играют в них до старости, это становится смыслом их жизни. Причем играют всерьез и включают в игру и нас с вами, и общество, и государство, и весь мир.

## АГРЕССИВНОСТЬ

Среди многих нелепых запретов, существовавших в нашей стране, была запрещена и тема агрессивности. Человека — нацело, а животных — наполовину. Почему в стране, официальная идеология которой исповедовала классовую ненависть и беспощадную борьбу, та же идеология весьма неохотно позволяла научно-популярные статьи об агрессивности синиц или мышей — уму непостижимо.

В действительности же достижения этологии в понимании природы агрессивности как раз и нужно знать всем. И дело не только в том, что человек — весьма агрессивное существо, а в том, что агрессивность подчиняется своим законам, весьма своеобразным и а priori непредсказуемым. Не зная их, можно наломать много дров. Эти законы влияют не только на поведение каждого человека, включая политиков и военных, но и на поведение общества и государства. Когда государство попадает во власть инстинктов, созданных естественным отбором для стада наподобие павианьевого, и к тому же обзаводится атомным оружием, это очень опасно. А если таких государств окажется несколько, будущее мира может повиснуть на волоске.

**Бытовое понятие и термин не совпадают.** В быту под агрессией мы понимаем нападение, причем, как правило, неоправданное, несправедливое. В этологии термин «агрессивность» означает злость, злобу, ненависть, ярость. Он не окрашен никак — ни негативно, ни позитивно. Нейтрален.

Такое определение агрессии дал К. Лоренц в великой книге «Das Zogenannte Böse: zur Naturgeschichte der Aggression» (Wienn, 1963) — «Злоба: естественная история агрессивного поведения», и его нужно принять не споря. Агрессия часто проявляется в нападении, но нападение без злобы этологи не называют агрессией. Непонимание (или нежелание понять) разницы между узким термином и бытовым значением слова очень помогало сторонникам «единственно верного учения» пугать людей этологией, объявляя ее людоедской наукой, воспевающей и оправдывающей жестокость и захватнические войны (чем этология, конечно, никогда не занималась).



**Примитивная агрессия.** Самец домовой мыши, обнаружив в своих владениях пришельца, нападает на него и кусает, пока тот не убежит.

**Межвидовая агрессия.** В природе одни виды неизбежно нападают на другие. Но не всякое нападение этолог назовет агрессией. Когда волк ловит зайца — это не агрессия, а охота. Точно так же, когда охотник стреляет уток или рыбак ловит рыбу, — это не агрессивное поведение. Ведь все они не испытывают к жертве ни неприязни, ни страха, ни гнева, ни ненависти. Агрессивное же поведение вызывается этими эмоциями. Вот когда собака выгоняет со двора незнакомого человека — это агрессия. И когда он в ответ бросает в нее камни — тоже агрессия, ибо оба они в этот момент ненавидят и боятся друг друга. Когда дрозд прогоняет от гнезда кота — это агрессия со стороны дрозда. И когда огромный самец лебедя с шипением отгоняет от своего гнезда мелких водоплавающих птиц — тоже агрессия. Животное ведет себя по отношению к животному другого вида агрессивно потому, что оно его чем-то раздражает — либо угрожает ему самому (а также его территории, гнезду, детенышам), либо просто незнакомо, подозрительно выглядит.

Объект агрессии может быть крупнее субъекта, а может и меньше. У нас вспышку агрессивности может вызвать и загордившаяся дорогу корова, и вьющаяся вокруг головы муха. Польза межвидовой агрессии вроде бы ясна: дрозду выгоднее атаковать



**Лесная мышь** зачастую изгоняет пришельца без драки, лишь демонстрируя противнику свои агрессивные намерения.

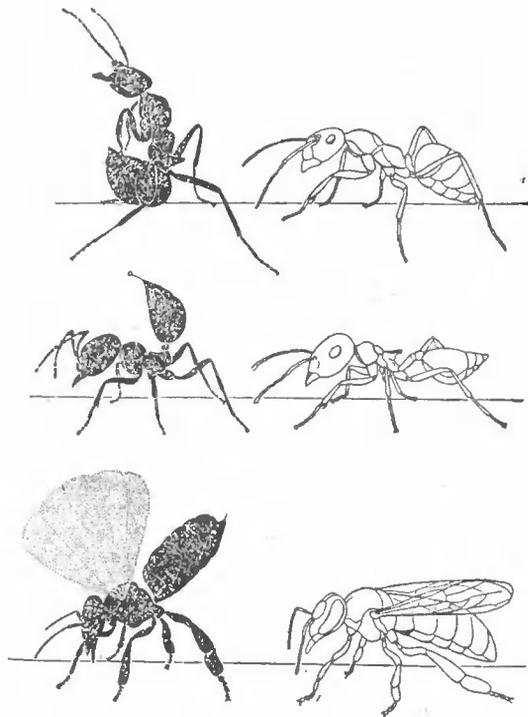
кошку, чем позволить ей съесть птенцов. Ясно и то, что такая агрессия сопровождается страхом: кошка далеко не беззащитна, и атака может кончиться для дрозда плачевно. Нападая на вьющееся вокруг головы насекомое, мы тоже побаиваемся — ведь среди них есть жалящие.

**Внутривидовая агрессия.** Казалось бы, без нее природа могла обойтись. Но это не так. Особи одного вида неизбежно вступают в конфликт. Можно не поделить пищу или удобное для отдыха место. Живущие каждый на своей территории виды должны изгонять конкурентов. Неизбежны конфликты из-за самки, дупла, норы и многих других причин.

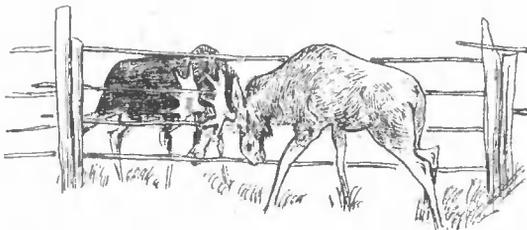
Появление или приближение другой особи с неясными намерениями неизбежно вызывает настороженность (а это легкая форма страха). Если намерения не проясняются, зачастую ничего другого не остается, как либо убежать, либо напасть первым. То же происходит и с приближающимся животным. Вступая в конфликт, оба животных испытывают страх. И вместе с ним — приступ агрессивности.

**Агрессия и страх — близнецы.** Все мы с яростью и бесстрашием хлопаем укусившего нас комара, бесстрашно можем оттолкнуть от себя или прогнать прочь и животное покрупнее, но заведомо безобидное. Однако при встрече с животным незнакомым или способным как-то за себя постоять, не говоря уже о действительно опасном, наша агрессия сопровождается заметным для нас самих приступом страха. вспомните, как нервозно люди отгоняют паука или ловят забежавшую в комнату мышь. Изгнание пчелы или осы сопровождается уже явным приступом страха. Конфликт с маленькой собачкой может довести до сердцебиения. Читатель, видимо, согласится с выводом этологов, что агрессия и страх взаимосвязаны. Агрессия всегда сопровождается приступом страха, а страх может перерасти в агрессию. Самые разнообразные опыты на животных показали, что это так. Если на группу животных нагонят страх, они становятся агрессивнее. То же происходит и с толпой людей или обществом в целом. Агрессивно-трусливое состояние — самое опасное.

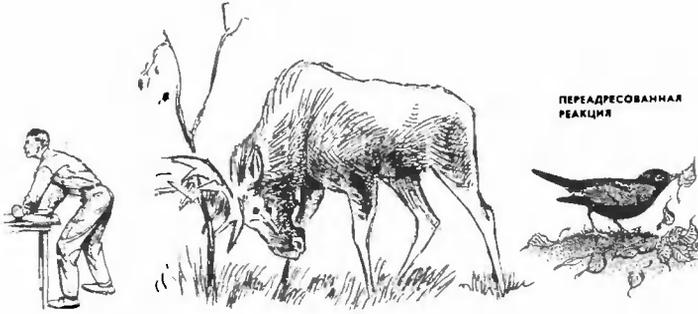
**Агрессивность возникает изнутри и накапливается.** Раньше психологи думали, что агрессия вызывается внешними причинами, и если их убрать, она проявляться не будет. Этологи показали, что это не так. При отсутствии раздражителей агрессивность, потребность совершить агрессивный акт все время возрастает, как бы накапливается. А порог запуска агрессии понижается, и все более



Имеющие химическое оружие общественные насекомые очень наглядно его демонстрируют. Рыжий муравей (вверху), приподнявшись, раскрывает челюсти, а кончик брюшка, из которого может брызнуть кислотой, подгибает. Другой вид муравьев (в середине) закидывает брюшко на спину и выделяет капельку боевого отравляющего вещества. Пчела (внизу) поднимает брюшко, вытягивает жало и жужжит.



Агрессия и страх неразделимы. Два лоша, встав по разные стороны изгороди, дерутся яростно и бесстрашно. Как только жерди погнули, соперники замирают в страхе, а затем перобегают к следующему пролету изгороди и возобновляют «бескомпромиссный» поединки.



мелких поводов оказывается достаточно, чтобы она вырвалась наружу. В конце концов она вырывается без всякого повода.

Это выяснено в уйме интереснейших опытов. Один из них, доступный каждому аквариумисту, описал Лоренц. Возьмите пару семейных рыб — цихлид и поместите к ним в аквариум какой-нибудь источник конфликтов — третью цихлиду или другую задиристую рыбку. Пара цихлид будет с ними драться, а между собой поддерживать самые добрые отношения. Уберите теперь объект агрессии — и через некоторое время самец начнет нападать на самку. Теперь разделите аквариум стеклом пополам и в другую половину поместите другую пару цихлид. Пары будут враждовать между собой через стекло, и в результате внутри каждой пары будет царить мир. Сделайте стекло полупрозрачным — и в обеих парах возникнут конфликты.

Та же накопленная агрессия взрывает изнутри маленькие замкнутые коллективы людей. На зимовку или в экспедицию выезжают несколько дружных, уважающих друг друга человек, твердо знающих, что в таких условиях конфликтовать нельзя. Проходит время, и если нет внешнего объекта для проявления агрессивности, люди в группе начинают ненавидеть друг друга, и долго сдерживаемая агрессия в конце концов находит самый пустяковый повод для большого скандала. Известно много случаев, когда попавшие в такой «эксперимент» близкие друзья доходили до бессмысленного убийства.

В обычной жизни наша агрессивность ежедневно разряжается через массу незначительных конфликтов со многими людьми. Мы можем научиться кое-как управлять своей агрессивностью, но полностью устранить ее не можем, ведь это один из сильнейших инстинктов человека. И важно помнить, что, ограждая агрессивную личность от раздражителей, мы не снижаем ее агрессивность, а только накапливаем. Она все равно про-

рвется, причем сразу большой порцией. Неутешительно, но зато правда.

**Агрессия переадресуется.** Накопленная агрессивность рано или поздно вырывается наружу, даже если никакого раздражителя для нее нет. Она просто переадресуется какому-нибудь замещающему объекту. Многие птицы клюют землю или листья, копытные бодают кусты. Мы ударяем кулаком по столу, что-нибудь разрываем на части, а некоторые предпочитают бить посуду. Агрессия переадресуется и в том случае, если раздражитель вполне реален, но страшно-ват. В этом случае переадресованная агрессия служит одновременно и демонстрацией противнику: «Смотри, что я могу с тобой сделать».

Очень часто агрессия переадресуется живым объектам как чужого вида, так и своего, лишь бы они не могли дать сдачи. Обруганный седоком извозчик в былые времена тут же огрел кнутом лошадь. Разгневанный хозяин может пнуть свою собаку. Получивший нагоняй на работе муж — обругать, придя домой, жену; рассерженная жена — обругать ребенка; ребенок — ударить котенка. Переадресование агрессии более слабому и ничем не провинившемуся играет важную роль в поддержании иерархии.

## ДЕМОНСТРАТИВНОЕ ПОВЕДЕНИЕ

**Демонстрация вместо нападения.** В своей изначальной форме агрессия предполагает нападение на объект, нанесение ему физического ущерба и даже убийство. Наблюдая развитие ребенка, вы могли видеть, что первые проявления агрессии у него жестокие: он бьет руками мать по лицу, пинается, неожиданно кусает. Из-за того, что он маленький и слабый, мы не замечаем грозности его намерений. Позднее ребенок замещает покушение на нас демонстрацией:

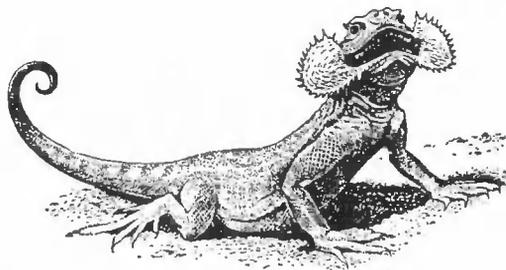
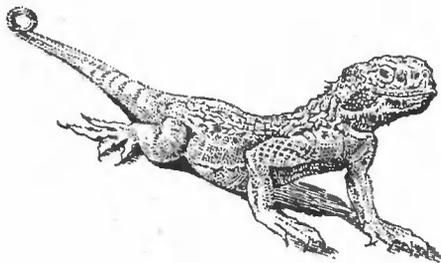
машет рукой, топает, кричит, а дерется и кусается все реже.

В эволюции животных происходил сходный процесс: агрессивное нападение сменялось демонстрацией угрозы — возможности нападения. Особенно при стычках особей одного и того же вида. Демонстрация, вызывая у противника страх, позволяет выиграть стычку, не прибегая к схватке, очень опасной для обеих сторон. Физическое противоборство заменяется психическим противостоянием. Поэтому развитое агрессивное поведение, включающее в себя много угроз и пугающих действий, полезно для вида. А для хорошо вооруженных видов — просто спасительно. Вот почему Лоренц утверждал, что хорошо оформленное агрессивное поведение — одно из замечательных созданий естественного отбора. Что по существу оно гуманно. Да и всякий согласится, что обругать друг друга, пригрозить кулаком из-за какого-нибудь пустяка во много раз выгоднее для каждого и всех вместе, чем драться, особенно если оба поссорившихся вооружены ножами или пистолетами.

Что и как демонстрируется. Противника проще всего напугать, показав ему те средства защиты и нападения, которыми располагает данный вид животных. У рыб это шипы в плавниках. Поэтому рыбы, угрожая, раздвигают плавники и поднимают шипы; многие встают в воде вертикально, выставив их навстречу противнику.

У пресмыкающихся, птиц и млекопитающих орудия нападения и защиты чаще всего расположены на челюстях, и они угрожают, раскрывая пасть. Такая форма угрозы удобна при межвидовых конфликтах, поскольку она всем понятна. Человек при угрозе так же, как и обезьяны, скалит зубы. Заметьте, что при общении, особенно с незнакомым человеком, мы внимательно смотрим не только ему в глаза («зеркало души»), но и в рот. Казалось бы, что нам до зубов постороннего человека. Ан нет. Ровный ряд крупных, белых, блестящих зубов воздействует на наше подсознание. Во рту противника они вызывают уважение, а во рту приятного нам человека — усиливают расположение к нему.

Одна лишь раскрытая пасть не может передать все оттенки угрозы, поэтому у многих видов она сопровождается изменениями внешнего вида головы: расширяются или сужаются глаза, прижимаются уши, наморщивается нос, изгибаются губы, наспливаются брови, движется кожа на лбу и темени. Достигается это с помощью сокращения мышц лица и головы. Если на коже есть к тому же выросты или пучки перьев,



Ушастая круглоголовка, угрожая, изображает из складок кожи вокруг головы яркую зубастую пасть, ее хвост скручивается и окрашивается, как бы превращаясь в «большой» страшный глаз.

шерсти, и все это раскрашено в несколько цветов, получается целый код сигналов о состоянии и намерениях животного, как истинных, так и мнимых.

У приматов отличное зрение, поэтому естественный отбор наделил их очень сложной мимикой. Лица многих обезьян сильно оголены, а кожа ярко раскрашена. У человека мимика тоже богатая, но часть лицевых мышц ослаблена, лицо не столь рельефно и не раскрашено. Шевелить ушами и шапкой волос ин почти не может. Недостатки мимической информации человек компенсирует речью.

Но врожденные программы восприятия мимики у человека работают, и поэтому если вождь раскрашивает лицо, он лучше повелевает подчиненными. Боевая раскраска воинов, восстанавливая обезьянью рельефность лица, делает его грозным и подавляет противника. Той же цели служат гребни из перьев.

Преувеличение оскала естественный отбор использует очень часто. Обитающая в Средней Азии безобидная ушастая круглоголовка при встрече с противником приподнимает тело над землей, раскрывает пасть и разворачивает складки кожи вокруг нее таким образом, что создается впечатление большой зубастой и ярко окрашенной пасти.

Угроза пастью часто сопровождается звуками — от шипения многих пресмыкаю-



Преувеличивая свои размеры, мраморная лягушка при встрече с опасностью заглатывает воздух и на глазах раздувается, как резиновая подушка. Видя это, противник может признать ее превосходство в размерах и силе и спастись.

щихся до рева млекопитающих. Песня самца птицы, какой бы красивой она нам ни казалась, тоже содержит угрозу другим самцам. Инстинктивно человек, угрожая, издает крик. В бою крик всегда считался важным оружием психологического подавления противника. Гомер в «Иллиаде», описывая поединки, обязательно отмечает тех, кто умел одним страшным криком повергнуть врага в смятение. Кричать «ура» в рукопашном бою требовали и современные уставы пехоты. С развитием речи подавление противника поношением стало таким эффективным, что большинство наших агрессивных контактов перебранкой и исчерпываются. Воистину, язык страшнее пистолета.

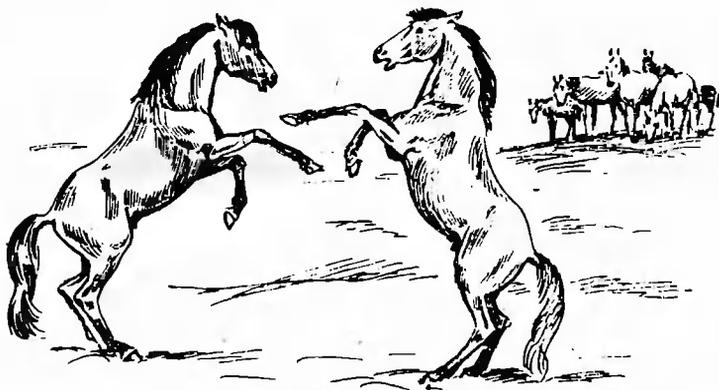
**Позы «преувеличения».** Большинство животных растут в течение всей жизни. У таких видов встреча двух взрослых особей, одна из которых много больше другой,—

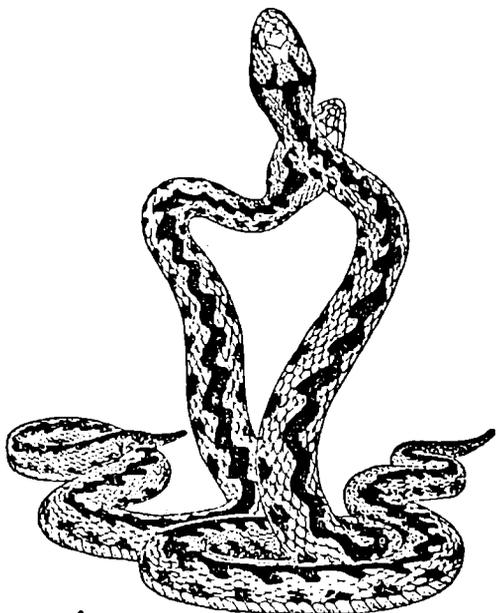
обычное дело. Кто старше, тот крупнее, сильнее и опытнее. Драку с ним маленький противник заведомо проигрывает. Поэтому у рыб, земноводных, пресмыкающихся врожденная программа, гласящая «тот, кто больше тебя — сильнее тебя», соответствует действительности. Эта программа предварительной оценки силы противника есть и у млекопитающих и птиц, рост которых заканчивается в определенном возрасте, и поэтому разница в размерах взрослых особей не так велика.

Раз есть такая программа, значит, можно ее обмануть, преувеличив свои размеры. Делает это кто как может. Очень древний способ — надуться, набрав в себя побольше воздуха. Некоторые виды в этом обмане особенно преуспели. Ползубитесь мраморной лягушкой или древесной игуаной. Мы тоже преувеличиваем свои размеры, надувая грудь при встрече с соперником. Иерархический ранг особенно важен военным. Чтобы быть все время поддутыми, они шьют себе специальные кители со слоем ваты на груди. У многих народов уважение вызывали толстые люди, и поэтому вожди и начальники старались отъестся как можно больше. Птицы преувеличивают себя, распушая перья, а млекопитающие — вздыбливая шерсть. У человека эта реакция атавистична, но у некоторых людей при конфликте «шевелются» волосы на голове.

Другой прием преувеличения размеров — выпрямить ноги, подтянуться, высоко поднять голову — всем хорошо знаком на собственном примере. Некоторые четверногие животные при этом встают на задние ноги. Тот, кто оказался выше, получает психологическое превосходство над соперником. Та же программа сохранилась и у безногих змей: два самца, приподнявшись один перед другим, стараются как можно выше вытянуться вверх, пока один из них не потеряет

Преувеличивая себя, жеребцы встают на дыбы, а если дело дойдет до драки, каждый старается уронить соперника.





У сильновооруженных животных — сильная мораль. Конфликтуя, два самца ядовитой гадюки тагаются, кто встанет выше, и пытаются уронить («унизить») друг друга, но не раскрывают пасти. Более того, они так уверены в соблюдении правил поединка, что нередко поворачиваются затылком к пасти противника, не боясь быть укушенным.

равновесие и не унизит себя в глазах соперника падением. Преувеличить себя можно за счет поднимающегося гребня над головой. Этот прием есть у всех — от рыб до птиц. Вожди и воины тоже его применяют, надевая на головы высокие шапки, шлемы, зачастую увенчанные гребнями, шишками, перьями, в сущности, в бою неудобными. И сейчас офицеры прибегают к любым ухищрениям, чтобы сделать себе фуражку с тульей повыше. Программа срабатывает автоматически. Ведь разум прекрасно знает, где кончается у человека в военной фуражке макушка, а все равно он кажется выше и значительнее, чем есть на самом деле.

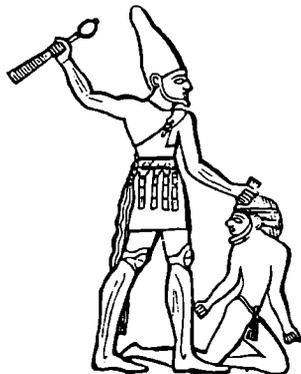
Наконец, преувеличение размеров достигается и занятием более высокой точки в пространстве. Программа так проста, что достаточно заставить соперника смотреть снизу вверх, и он почувствует себя ниже тебя. Когда птицы садятся на дерево, доминанты занимают самые высокие ветви, а за верхушку зачастую борются. Постаменты, троны, трибуны и прочие возвышения — обязательный атрибут власти во все времена. Ни один царь или вождь не придумал в качестве места для своей персоны углубление.

Заставить подчиненных смотреть на тебя снизу вверх — простое и действенное средство дать им почувствовать свое превосходство. «Вознесся выше он главою непокорной александрийского столпа». Каждое слово точно бьет в одну точку подсознания.

Цель — «унизить» противника. При агрессивной стычке животное, оценившее противника как более крупного, признает психологическое поражение, и дальнейшей борьбы может не быть — один уступает другому. Если же дело доходит до борьбы, то у очень многих видов цель ее — унизить противника в самом прямом смысле этого слова: повалить или бросить на землю. Падение может сопровождаться физическим ущербом, но может быть и совершенно безболезненным, как у роняющих друг друга змей. Все равно это — поражение, и проигравший уступает. У человека примерно тот же набор программ (вспомните, что маленькие дети больше борются, чем бьют друг друга), но они ритуализованы слабо. В спорте борьба воспроизводится по всем правилам, а обыденная драка двух мужчин происходит с нарушением врожденных запретов и выглядит по сравнению с поединками некоторых животных и спортивной борьбой безобразно. Это потому, что человек в натуральном виде — слабо вооруженное животное, и мораль у него, соответственно, слабая. Мы должны всегда это ясно понимать: человек напридумывал много страшных орудий убийства и стал необычайно вооружен, оставшись в то же время по своим инстинктам тем, чем были его предки. Беда человека не в его агрессивности, а в слабой моральной оснастке ее.

**Позы подчинения, покорности и умиротворения.** Что делает проигравший? Прежде всего он «складывает оружие» — шипы, хохлы, когти, зубы, рога — прячет их, чтобы не пугать победителя. Сам преуменьшает свои размеры — с той же целью. Маленький, согбенный, безоружный противник не страшен. Страх покидает победителя, а с ним кончается и агрессивность. Многие животные падают и переворачиваются брюхом вверх — унижают себя как можно сильнее. Человек выражает разную степень покорности, опуская голову, кланяясь, падая на колени и, наконец, валяясь в ногах.

Если проигрыш ясен заранее, животное может при встрече с более сильным противником сразу принять позу подчинения. В таком виде оно не страшно, и у противника не возникает агрессии. Если она, конечно, не накопилась в избытке.



Поза подчинения у человека. На ассирийском рельефе VII в. до н. э. изображены завоеванные мирные жители Палестины (слева). Подчинение умиротворяет агрессора: царь замещает нанесение ударов ритуальным похлопыванием ногой по плечу и рукой с оружием по спине (в середине). Подергать вставшего в позу покорности противника за волосы — одна из программ снятия победителем собственной агрессивности.

## РАВНОВЕСИЕ МЕЖДУ ВООРУЖЕНИЕМ И МОРАЛЬЮ

Есть много видов, вооружение которых так сокрушительно, а приемы применения столь молниеносны, что настоящая боевая стычка между соперниками закончилась бы смертью одного из них, а то и обоих. Вспомните хотя бы ядовитых насекомых и змей. Поэтому не удивительно, что естественный отбор вырабатывает у подобных видов запрет применять оружие во внутривидовых стычках. Систему инстинктивных запретов, ограничивающих поведение животных, этологи, вслед за Лоренцем, называют естественной моралью. Она тем сильнее, чем сильнее от природы вооружено животное. При территориальной стычке ядовитые змеи преувеличивают себя, вытягиваясь, кто выше встанет, раскачиваются, толкают друг друга, но никогда не только не кусают, но даже

не демонстрируют оружие. Некоторые виды даже угрожают друг другу, отвернув головы. Недаром не только обычные люди, но и многие зоологи принимали турнирные сражения змей за брачные танцы.

Хорошо вооруженные животные могут долго угрожать друг другу, а когда один из них устанет, он резко меняет позу, подставляя противнику для коронного боевого удара самое незащищенное место. Моральный запрет срывается у победителя как удар тока: весь его гневный пыл испаряется, он отворачивается от противника и прячет оружие. Так гордый мальчишка, чувствуя, что он проиграет стычку, вдруг закладывает руки за спину, поднимает лицо к победителю и кричит: «На, бей!» В отличие от волка или змеи человек в ответ может и ударить.

Проанализировав много видов, Лоренц более 50 лет назад сделал потрясающий по простоте вывод: у сильного животного бывает сильная мораль, у слабого — слабая. Человек по своей естественной истории — очень слабо вооруженное животное, даже укунуть (в отличие от обезьян) и то толком не может. Поэтому у человека изначально слабые инстинктивные запреты, слаба естественная мораль. Безоружный мужчина не может в стычке нанести существенного ущерба другому: один устанет бить, а другой



Здесь все варианты покорности добровольного подчинения. Так элиты приветствуют своего будущего царька, назначенного могущественным царем Ассирии. Позу назначаемого (левая фигура) этологи называют мозаичной: поданным он показывает свое превосходство, а ассирийскому военному вельможе — подчинение.

всегда может убежать. Врожденные запреты у человека соответствуют этому. Но впоследствии он начал создавать и совершенствовать оружие и стал самым вооруженным видом на Земле. Мораль же почти не изменилась. Потому что оружие мы совершенствуем с помощью разума, который способен прогрессировать стремительно, а врожденные запреты совершенствует естественный отбор, работающий неизмеримо медленнее. Беда человека не в его высокой агрессивности, а в его недостаточной изначальной моральности.

#### Истоки «общечеловеческой морали».

Помимо запрета «не убий», многие животные подчиняются запретам «не бить лежащего», т. е. соперника, принявшего позу покорности, не трогать детенышей, не покушаться на чужую территорию, чужое гнездо, чужую самку, не нападать неожиданно или сзади, не отнимать пищу, не воровать ее и т. п. Это образует и так называемую «общечеловеческую мораль» (в действительности — общебиологическую). Конечно, у разных видов эти запреты могут быть как сильными, так и очень слабыми. Человек не родится «*tabula rasa*», на которой общество пишет свои моральные нормы. Он рождается с моралью, доставшейся ему от дочеловеческих предков. К сожалению, не очень крепкой, но все же моралью. Религия и культура только развивают в нас то, что есть изначально.

**Обходные пути.** Если бы какой-то вид имел очень сильную мораль и неуказательно соблюдал все заповеди, он был бы плохо приспособлен к среде, которая отнюдь не так идеальна, чтобы выполнялись моральные запреты. Поэтому животные имеют обходные пути: есть условия, когда запрет можно и нарушить (инстинкт как бы говорит: «нельзя, но если очень надо, то можно»). Так что наряду с запретами животное знает и как украсть чужое, и как отнять, и как бить слабого, и даже как убить.

Самый общий из таких обходных путей — разделение всех на «своих» и «чужих». В отношении первых запреты действуют очень сильно, а в отношении чужих — слабее или даже вообще снимаются. Животное обычно хорошо знает «своих» — это могут быть родители, братья и сестры, партнеры по стае, обитатели общей территории и т. п.

У человека программа «научись узнавать своих» начинает действовать очень рано. Уже в возрасте нескольких месяцев ребенок начинает «своим» улыбаться, а на чужих хмурит брови, делает рукой движение «прочь!», кричит. И позднее этот поиск продолжается. Разделите детей на несколько дней на две группы по любому признаку — и тотчас на-

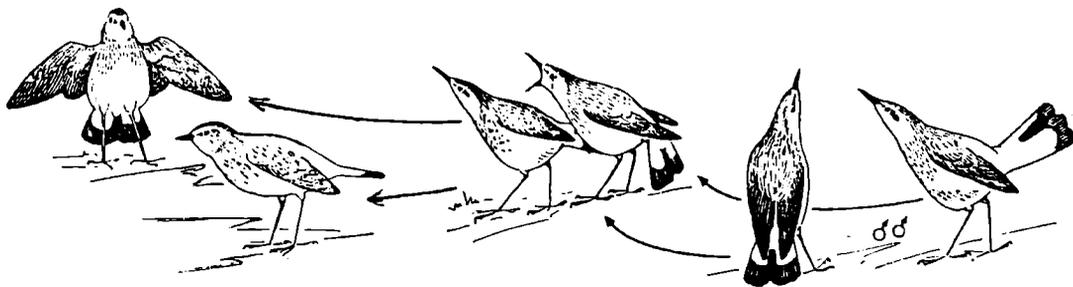


Человек при агрессивных контактах может нарушать моральные запреты. Египетский офицер бьет пленного тетка, невзирая на ложу подчинения.

чинают считать компаньонов по группе «своими», а другую группу — чужой. И тут же по отношению к чужим начнут проявлять агрессивность и нарушать моральные запреты. К сожалению, мы поддаемся воздействию этой программы всю жизнь, выделяя «своих» — одноклассников, соседей, сослуживцев, земляков, единоверцев — и так без конца. На этой программе нас лютят демонологи, натравливая на людей иного облика, класса, культуры, национальности, религии, взглядов. В наши дни всякий мой соотечественник может ежедневно видеть по телевизору, как правы были этологи, всегда утверждавшие, что разделение людей на «наших» и «ненаших» — преступно, ибо оно снимает в человеке инстинктивные запреты не наносить ущерба ближнему, а освобожденный от них человек не просто жесток, он изощренно жесток. Этологический смысл призыва Христа к всеобщей любви (в первую очередь не «своих») в том, чтобы лишить врожденную программу материала для поиска чужих.

#### ИЕРАРХИЯ

**Турнирная таблица.** В группе животных, например в стае голубей, после того, как отношения между ними выяснились в стычках, быстро устанавливаются отношения доминирования — подчинения и число и яркость стычек снижается. Сначала голуби проводят нечто вроде спортивного первенства, снова и снова пробую выиграть стычки у каждого противника. Преобладание побед над поражениями они ощущают как свое превосходство над другим голубем, а обратное соотношение — как превосходство противника над собой. Положение голубей в таблице не остается постоянным, ведь спонтанно возникающая в каждой агрессии побуждает его время от времени кого-нибудь клонуть или отразить чужой клювок. Обычно объективная разница в силе между наиболее



В территориальном конфликте самцов каменки-пласуны выигрывает тот, кому принадлежит участок, потому что агрессор знает свою неправоту, а хозяин не заторможен моральным запретом. Померявшись ростом, самцы встают параллельно друг другу, трясут хвостами и кричат. Наконец, агрессор принимает позу преуменьшения себя и умиротворения, а хозяин — позу превосходства и торжества победы.

агрессивными голубями незначительна, но субъективно для них она очень важна. Точно так же разницу в силе игры между Каспаровым и Карповым специалисты по шахматам оценивают как минимальную, но психологический отрыв шахматиста, который занял первое место в турнире, от отставшего на очко — огромный.

**Доминантность** — это «настырность». Победа в стычках достается необязательно тому, кто сильнее. Она достается тому, кто активно агрессивен: любит навязывать конфликт, много и умело угрожает, а сам сравнительно легко выдерживает чужие угрозы и быстро оправляется после поражения. В школе такого парня считают настырным. Ему уступают отчасти потому, что «не охота связываться». Мы должны ясно понимать эту особенность доминирования.

**Образование иерархической пирамиды.** Обратимся к голубям. Если в группе их мало, между ними установится ряд соподчинения. Побеждающий всех голубь будет доминантом, ниже расположится субдоминант и так далее, до самого низшего ранга. Время от времени доминант клюнет субдоминанта (из-за спонтанной вспышки агрессии), тот переадресует агрессию стоящему ниже на иерархической лестнице, и агрессия дойдет до голубя, которому клевать некого, и он переадресует ее земле. По цепочке как бы пробежал сигнал. Он ничего не сообщил, просто подтвердил иерархию. Но по этой же цепи можно послать и команду. Например, если взлетит доминант, то за ним и остальные. А можно посылать и очень сложные команды, как это происходит у людей.

Теперь возьмем группу побольше. Наверху ее опять доминант, но субдоминант

тому уже может оказаться не один, а два или три. Каждый из них пасует перед доминантом и не боится остальных голубей, кроме двух субдоминантов, над которыми не удается добиться ощутимого перевеса. Под субдоминантами может быть еще большее число голубей. Так образуется иерархическая пирамида. Ее нижний слой составляют голуби, пасующие перед всеми. Это «подонки». Их, конечно, очень жалко, но затюканная жизнь сделала их малоприятными. В них накоплена большая нереализованная агрессивность, скрываемая заискивающим поведением перед вышестоящими голубями.

Группа предоставленных самим себе людей собирается в подобную иерархическую пирамиду. Это закон природы, и противостоять ему нельзя. Можно лишь заменить самосборку на зоологическом уровне построением, основанным на разумных правилах.

**Кто на вершине пирамиды!** Этологов очень интересовало, что за личности образуют вершину пирамиды. Оказалось, что, помимо агрессивности, способности легко выдерживать чужой прессинг и быстро оправляться от поражения, все остальные качества могут быть у доминанта любыми. Он может быть и сильным физически, и слабым; и злопамятным, и отходчивым; и сообразительным, и туповатым; и заботиться о возглавляемой им группе, и быть к ней равнодушным. Способность же выдерживать прессинг не всегда врожденная, зачастую она связана с удачными обстоятельствами.

Этологи любят изучать иерархию на молодых петухах, которые очень агрессивны и устанавливают иерархию очень быстро. В одной работе самого жалкого из забитых петушков из каждой группы ловили, приклеивали ему на голову огромный красный гребень из поролон — символ высокого иерархического ранга — и пускали обратно в загон. Петушок не знает, что у него на голове, и поначалу ведет себя по-прежнему забито. Но подбегавшие клю-

нуть его петушки, видя огромный гребень, пасуют. Раз за разом обнаруживая их неуверенность, петушок надувается, поднимает голову, выпячивает грудь и шаг за шагом восходит на вершину иерархической лестницы без чьего-либо сопротивления. Пройдет несколько дней, снимут с него гребень, и он скатится на дно пирамиды.

В сходных опытах естественным доминантам заклеивали пластырем их прекрасные гребни, и, невзирая на все свои качества, они оказывались на дне. Петухи, «назначенные» экспериментаторами в доминанты со дна, оказываются более жестоки, чем естественные доминанты, так как они трусливее и поэтому больше терроризируют подчиненных. Изменяя у доминантного петуха размер гребня, можно дозированно менять полноту его власти. Оказалось, что чем больше экспериментаторы дают ему власти, тем агрессивнее он себя ведет и тем больше тиранит подчиненных. Если же гребень не дает власти и петух вынужден отражать атаки субдоминантов, обстановка в группе самая спокойная. Некогда было сказано: «власть портит человека; абсолютная власть портит его абсолютно». Подбирая гребни по размеру, подобно числу звезд на погонах, этологи могут за неделю построить модель армейской структуры (или церковной иерархии) и смоделировать ее эволюцию при тех или иных заданных построениях и качествах назначаемых «офицеров». Много чего такого знают и умеют этологи в изучении власти, что сделало запрещение этологии в тоталитарных обществах любого типа неизбежным. Нацисты и коммунисты не потому преследовали этологию, что этологи человеконенавистники, а потому, что они безжалостно анатомировали механизм возникновения тоталитаризма.

Неужели, «кто палку взял, тот и капрал»? К сожалению, это так. Верить в то, что тот, кто сам захотел власти над нами, делает это для нашей пользы, или утверждать, что нам безразлично, кто придет к власти, — недопустимая роскошь.

Иерархическое построение людских группировок неизбежно, ибо никаких иных врожденных программ в этой области у нас нет, и мы с этим ничего поделать не можем (вспомните: «нет программы — нет сколько-нибудь эффективного поведения»). Всякий раз, когда мы хотим создать порядок в группе, начиная с двух человек (например, пилотов или космонавтов), мы одного назначаем старшим, т. е. всегда берем за основу принцип соподчинения.

Стихийно получивший руководящее положение человек, если он не только доминантен, но еще и умен, талантлив, порядочен, добр и заботлив, обеспечит всей группе очень большой успех. Причем у людей вклад такого доминанта может быть (в отличие от животных) неограниченно мощным. Вспомните выдающихся лидеров-ученых, конструкторов, тренеров. Ближайшие предки человека и он сам эволюционировали под сильным контролем групповой формы естественного отбора, когда соревнуются и побеждают не столько особи, сколько группы (эта форма отбора создала за десятки миллионов лет у некоторых насекомых социальные структуры, по совершенству неизмеримо превосходящие человеческие).

Но беда в том, что доминантом может стать и человек очень опасный для общества, аморальный и даже психически больной. Довольно часто бывает, что небольшой ростом и слабый парень в детстве проигрывал стычки (потому что у детей сила важна, они ей меряются). В результате в нем накопился страшный заряд нерелигиозной агрессивности и зарядия как-нибудь оказаться наверху. Став взрослым, он начинает борьбу за свой ранг «взрослыми» способами, действуя интригами, травлей и т. п. Если ему удается захватить власть, он распоряжается ей безобразно. Люди давно заметили, что многие тираны ростом невелики, а в детстве их много били.

Для такого типажа в русском литературном языке нет подходящего слова. Но оно есть в уголовном жаргоне: «пахан», поэтому, следуя традиции Лоренца, «засорившего» этологию многими словечками из живого немецкого языка жаргоном, воспользуемся этим словом как термином (что не грех в стране, где одни сажают, другие сидят, а третьи творят «беспредел» на свободе).

Уже тысячелетия назад человечество понимало эту опасность. Разум в борьбе с инстинктом противопоставлял ему одну идею — равенства всех людей в группе. Ее воплощали по-разному. Во многих группах выделявшихся людей толпа подвергала остракизму или просто убивала. В других местах предлагали вообще запретить всякое соподчинение, и в результате получали анархию, при которой к власти неизбежно прорывался «пахан». Единственно приемлемым оказывается путь, на котором неизбежность иерархического соподчинения людей (как того требует биологическая сущность человека) принимается, но взамен стихийных иерар-

хов ведущее положение получают люди, выбранные или назначенные группой с учетом не только высокой настырности, но и достаточного количества положительных качеств.

Некоторые этнографы прошлого века представляли себе первобытное общество как общество равных. Но теперь мы знаем, что это не так. Оно могло быть построено и было построено по иерархическому принципу, и жизнь в нем была разной в зависимости от того, какими оказывались иерархи — мудрыми, сильными вождями, свирепыми громилками или бесноватыми колдунями. Раз человек вышел на путь разума и гуманизма, значит, первые в конечном счете перевесили остальных, обеспечив успех генам своих групп. Но и агрессивность человека только возрастала, потому что в этом качестве мудрые вожди никак не имели права уступать соперникам. Действительно, этнографы давно заметили, что отсталые народы менее агрессивны, чем обогнавшие их. Во всей истории человека передовые были самыми агрессивными. И еще раз: не высокая агрессивность беда человечества, а слабая мораль.

**Дно пирамиды.** Увы, на дне самособирающейся пирамиды животные во многом деградируют. «Подонки» — совсем не нечто прямопротивоположное по своим качествам доминантам, а очень малопривлекательные существа, страдающие от трусости, зависти, нерешительности и подавляемой агрессивности, которую они могут переадресовывать только неодушевленным предметам.

Человеку, попавшему на дно, тоже очень трудно сохранить себя, не деградировать. Миф о «чистых и неразвращенных низах общества» — опасный миф. Люди, нуждаясь в порядке, тоже переадресуют агрессию неодушевленным предметам, совершая акты «бессмысленного вандализма».

Подмечая, сколько в разных странах разбитых витрин, сломанных лифтов, оборванных телефонов, разломанных вагонов, опрокинутых урн, исцарапанных стен, разбитых памятников и статуй, опоганенных кладбищ и храмов, я моментально составляю себе представление о том, велико ли в обществе «дно» и сносно ли оказавшиеся на нем люди себя чувствуют. Ведь для этолога акты вандализма — то же, что клевки петуха в землю — переадресованная агрессия. Демагоги прекрасно знают, как легко направить агрессивность дна на бунт, разрушительный и кровавый. Много труднее помочь таким людям вновь почувствовать себя полноценными существами. Давно известно, что самое эффективное лекарство — ощущение

личной свободы и удовлетворения инстинктивных потребностей иметь свой кусочек земли, свой дом, свою семью.

## ПРОСТЕЙШИЕ СПОНТАННЫЕ ИЕРАРХИИ

Изучение поведения человека и ближайших к нему видов не оставляет сомнения в том, что ему свойственно образовывать мужские (самцовые) иерархии. Они образуются не только в результате сознательной деятельности, но и самопроизвольно, спонтанно, подобно тому, как образуются кристаллы льда или соли.

**Подростковые иерархии.** Они возникают везде и всюду, где есть несколько подростков, как бы с этим ни воевали воспитатели. Подростковые иерархии очень жестки: попробуй не выполнить приказ или не подчиниться лидеру. Сначала в недрах иерархии мальчики в игровой форме тренируют свои программы; позднее связи становятся столь жесткими, что их не очень-то и разорвешь. Еще позднее одни иерархические структуры превращаются в банды, а другие находят себе более цивилизованное применение. В плохих детских домах и школах «воспитатели» тайно поощряют неофициальную иерархию подростков, вступая в связь с лидерами групп и управляя воспитанниками с их помощью. Макаренко воспел эту нехитрую и трусливую методику.

**Неофициальная иерархия в армии.** Нормальная армия — это сознательно построенная по иерархическому принципу система. Но поскольку ее наполнение — молодежь, постольку в ней неизбежно возникают «неуставные» иерархии. В здоровой армии их удается удерживать на сравнительно мягком уровне. Но в разложившейся армии они становятся очень жесткими, причем бессмысленно жесткими. Иерархов оцепяет неограниченная власть и возможность употреблять ее в самой безобразной форме, цель которой — топтать и унижать тех, кто оказался на дне пирамиды. Как и в плохих детских домах, в разлагающейся армии младшие командиры вступают в связь с лидерами группировок.

**Неофициальная иерархия в тюрьмах.** Она возникает так же, как и в детском саду или армии, но в иерархические игры, ничем себя не ограничивая и не сдерживая, играют взрослые мужчины, к тому же уголовники. В этой обстановке лидерами становятся «паханы» — люди с уголовными наклонностями и жадной неограниченной власти, которая нужна им для самоудовлет-

ворения, а не для процветания группы. «Пахан» обычно окружен «шестерками» — по доминантной силе слабыми людьми с психологией дна, но выделенными и приближенными «паханом» в качестве исполнителей его воли, наушников и подпевал. «Шестерки» есть и во всех других случаях, но в иерархиях, образовавшихся из полноценных подростков, им обычно не дают воли.

**Иерархия банд, разбойников, пиратов, мафии и т. п.** Все эти группы испокон веков образовывались как иерархическая структура, стиль поведения которой — от жестокой до благородной — зависел от личных качеств лидера.

**Слабо выраженные бытовые иерархии.** В сущности, модель мужской иерархии и сегодня воспроизводится не только в стихийно образующихся группах подростков и шайках бандитов, но и в рационально построенных структурах армии, церковной иерархии, монашеских орденах и т. п. В учреждениях субординация задана неким законным образом. Но этим структура группы не исчерпывается. Параллельно там есть еще две неявные и неофициальные структуры. Одну из них образуют люди умные, знающие, прямые, открытые и порядочные. У них есть свой естественный лидер, но как правило, нет четкой системы, выраженного соподчинения, много внутренней свободы. К ним приходят, когда нужно решить сложную задачу, принять нетривиальное решение, совершить смелый поступок. И есть другая структура, во главе с «паханом», окруженным «шестерками», состоящая из всякого рода проныр, завистников, активных бездельников, скандалистов, склочников, сплетников, интриганов. Эти обычно заметно соподчинены друг другу, действуют сообществом. Одновременно реализовались три иерархические структуры — официальная и две стихийные — наилучшая и наихудшая.

Люди придумали уйму сложных и витиеватых теорий, объясняющих некоторые

особенности человеческого поведения, а ларчик открывается так просто: поведение мотивирует врожденная программа, очень простая и рациональная, проверенная естественным отбором на многих видах. А употребим ли мы ее во зло другим и себе или на пользу — зависит от нашей морали и здравого разума.

Признать неизбежность для человека иерархического построения — еще не значит оправдать любые его формы, а тем более утверждать, что чем мощнее образованная нами иерархия, тем лучше. Ведь эта программа отбиралась для дикого стада приматов, а не для цивилизованных людей. Как раз наоборот, зная, к чему приводит бесконтрольное образование иерархий, мы обязаны его контролировать, направлять по оптимальному пути. Один из них — стремиться к тому, чтобы вокруг нас было много маленьких иерархий с конкретными разнообразными интересами и чтобы мы сами входили в несколько таких групп. Это значит стремиться к тому, чтобы в обществе и повсюду была общественная жизнь, чтобы группы по интересам были независимы друг от друга и не объединялись в супериерархии. Человек чувствует себя свободным, не угнетенным иерархической структурой, если он, во-первых, знает, что может ни в одной из них не участвовать; во-вторых, участвовать во многих и занимать в каждой из них разный иерархический уровень; в-третьих, свободно покидать любую из них; и, в-четвертых, сам организовать новую группу, соответствующую его представлению о целях, характере отношений и персональном составе. Общественная жизнь развита в демократическом обществе. Напротив, тоталитарные системы стремятся ограничить количество и разнообразие людских объединений, создать суперструктуры и контролировать их административно.

## Весь

Е. А. Рябинин



Евгений Александрович Рябинин, доктор исторических наук, старший научный сотрудник Института истории материальной культуры РАН. Основные темы исследований: Северная Русь и ее соседи; финно-угорские и славянские племена эпохи средневековья; языческие культы народов Восточной Европы; процесс урбанизации в Балтийском регионе. В течение 20 лет ведет археологические работы по изучению средневековых памятников на территории Ленинградской, Костромской и Ивановской областей.

**Л**ЕТОПИСНЫЕ сведения о финно-угорском населении обширной территории, заключенной между тремя крупнейшими северными озерами — Ладожским, Онежским и Белым (Межозерье), ограничены краткими упоминаниями о древней веси. Единственной географической привязкой для локализации этого племенного образования является Белоозеро: «На Белоозере сядят весь... А первыми насельники в Новгороде словене, въ Полотьски кривичи, в Ростове меря, в Белоозере весь, в Муроме мурома...»<sup>1</sup> В рассказе «Повести времен-

ных лет» о начальных событиях русской истории, помещенном под 859—862 гг., весь названа в числе северных славянских и финских племен, плативших дань варягам-«находникам», а затем изгнавших норманнов за море и участвовавших в призвании на княжение Рюрика: «Реша русь, чюдь, словени и кривичи и вси: «Земля наша велика и обилна, а наряда в ней нет. Да поидете княжить и володети нами»<sup>2</sup>. Согласно этому преданию, одному из мужей Рюрика было отдано во владение Белоозеро.

Последний раз весь упомянута под 882 г. среди участников похода князя Олега Вещего из Новгорода на Смоленск, Любеч и Киев, в результате которого завершилось политическое слияние Северной и Южной Руси в единую «империю Рюриковичей». В рассказе о движении волхвов в Ростовской земле и Белоозерье, помещенном под 1071 г., этот этноним уже отсутствует и вместо него фигурирует областной термин «белоцерцы».

Научный интерес к древней веси в значительной степени определяется проживанием на востоке Ленинградской и северо-западе Вологодской областей, а также в юго-западной прибрежной полосе Онежского озера (Карелия) небольшой вепсской народности, сформировавшейся, по общему мнению, на основе весских племен<sup>3</sup>. Современные вепсы не имеют единой и компактной этнической территории, проживая чересполосно с русскими. Они представлены тремя диалектными группами: северной (юго-западное Прионежье), средней (бассейн р. Оять) и южной (истоки р. Лидь). По переписи 1989 г., к вепсам относят себя несколько более 12 тыс. человек.

Установлена прибалтийско-финская принадлежность вепсского языка, сохранившего, несмотря на многочисленные и глубокие внешние влияния, ряд архаических черт. Наибольшую близость язык вепсов обнаруживает с карельским, особенно с его южными диалектами. Этот факт лингвисты объясняют активным участием предков веп-

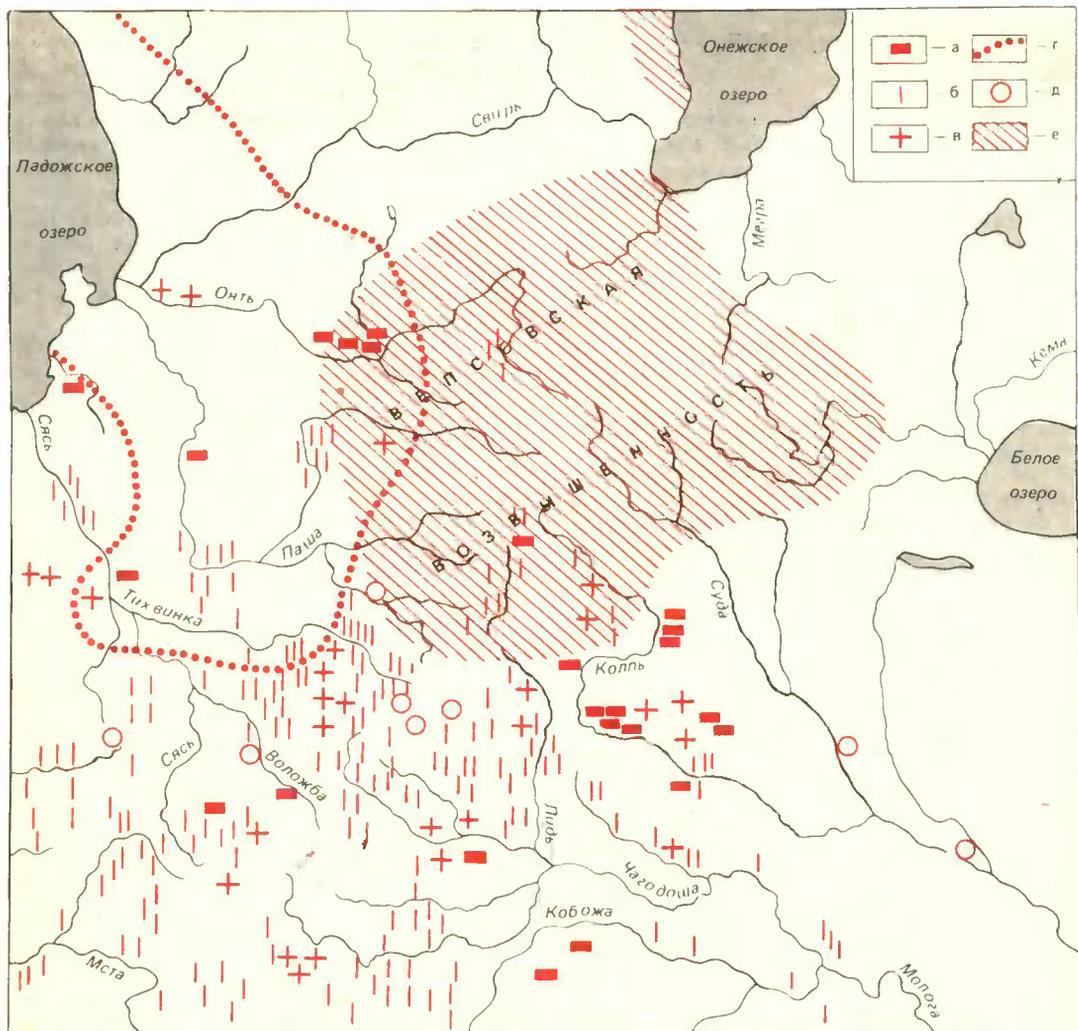
С) Рябинин Е. А. Весь.

<sup>1</sup> Продолжение. Начало серии очерков о финно-угорских племенах, обитавших в пределах средневековой Руси, см.: Рябинин Е. А. Водь // Природа. 1992. № 3. С. 78—86; Он же. Ижора // Природа. 1992. № 9. С. 82—89.

<sup>2</sup> Повесть временных лет. Ч. 1. М.—Л., 1950. С. 13, 18.

<sup>3</sup> Там же. С. 18.

<sup>4</sup> Об этом см.: Пименов В. В. Вепсы. Очерк этнической истории и генезиса культуры. М.—Л., 1965.



Этнокультурная ситуация в Межозерье (вепсы и славяне): а — курганы новгородцев XI—XIII вв., б — жальничные могилы XIV—XVI вв., в — каменные новгородские кресты XIV—XVI вв., г — ареал ладожской «чудской» курганной культуры IX—XIII вв., д — поселения с «чудской» этнонимической основой (типа Чудская, Чудской Конец), е — этническая территория вепсов.

сов в формировании носителей южнокарельских говоров.

В топонимике Русского Севера древневепские следы наиболее отчетливо выделяются в гидронимии бассейна р. Оять, нижнее и среднее течения которой ныне заняты русскими селениями, а верховья принадлежат к этнографической зоне вепсов, и в топонимике Белозерского жряя, фиксируемой по историческим документам с

XIV—XV вв.<sup>4</sup> Некоторые исследователи полагают даже, что территория вепского обитания простиралась некогда в восточном направлении вплоть до Северной Двины.

Этническая история древней веси и ее генетическая связь с последующей вепсской народностью остаются предметом оживленного научного обсуждения. Особая роль принадлежит здесь материалам археологии, изучение которых, в сочетании с другими видами источников, позволяет восстановить процесс развития и смены этнокультурных общностей в обширной полосе Ладожско-Онежского Межозерья.

<sup>4</sup> Попов А. И. Топонимика Белозерского края // Уч. зап. ЛГУ. 1948. Вып. 105. С. 164—174; Муллонен И. И. Гидронимия бассейна реки Ояти. Петрозаводск, 1988.

## НАСЕЛЕНИЕ МЕЖОЗЕРЬЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ I — НАЧАЛЕ II ТЫСЯЧЕЛЕТИЯ Н. Э.

Наиболее ранние и немногочисленные древности региона, открытые в бассейнах рек Шексны, Суды и на Белом озере, относятся к V—VIII вв. Они свидетельствуют о существовании здесь постоянного населения, занимавшегося в основном охотой, рыболовством и лесными промыслами. Экстенсивная хозяйственная деятельность обусловила подвижность сравнительно небольших и рассеянных на огромных пространствах коллективов. Предполагается, что в их формировании приняло участие как местное прибалтийско-финское население, так и выходцы из более южных, волжско-финских областей. Судя по археологическим данным, мелкие родовые группы были еще далеки от слияния в крупную племенную общность. Существует, однако, интересное историческое свидетельство появления в это время самого весского этнонима.

Речь идет об известном труде готского историка Иордана, написанном в VI в. и повествующем о деяниях готов — германского племени, продвинувшегося в эпоху Великого переселения народов на юг Восточной Европы. В нем приведен перечень северных племен, якобы покоренных в IV в. вождем приазовских готов Германарихом<sup>5</sup>. В действительности же данный список являлся своего рода дорожником-итинерарием, содержащим сведения о народах, обитавших вдоль древнего водного пути из Балтики к Каспийскому и Черному морям. В нем между названиями будущих летописных племен, которые достаточно легко расшифровываются (Thiudos — чудь, Me gens — меря, Mordens — мордва), помещен этноним Vasinabroncas или Vasiua, сопоставляемый большинством историков с везью. Признание этого факта позволяет установить интереснейшее совпадение времени первого упоминания самого этнонима с эпохой распространения по территории расселения веси финно-угорских памятников середины — третьей четверти I тысячелетия н. э.

С последней четверти I тысячелетия Междозерье включается в грандиозные, резко изменившие этнокультурную ситуацию в северных землях исторические процессы: освоение славянами лесной зоны Восточной Европы, сложение разветвленной системы трансевропейских торговых путей и возникновение в IX в. раннефеодального древ-

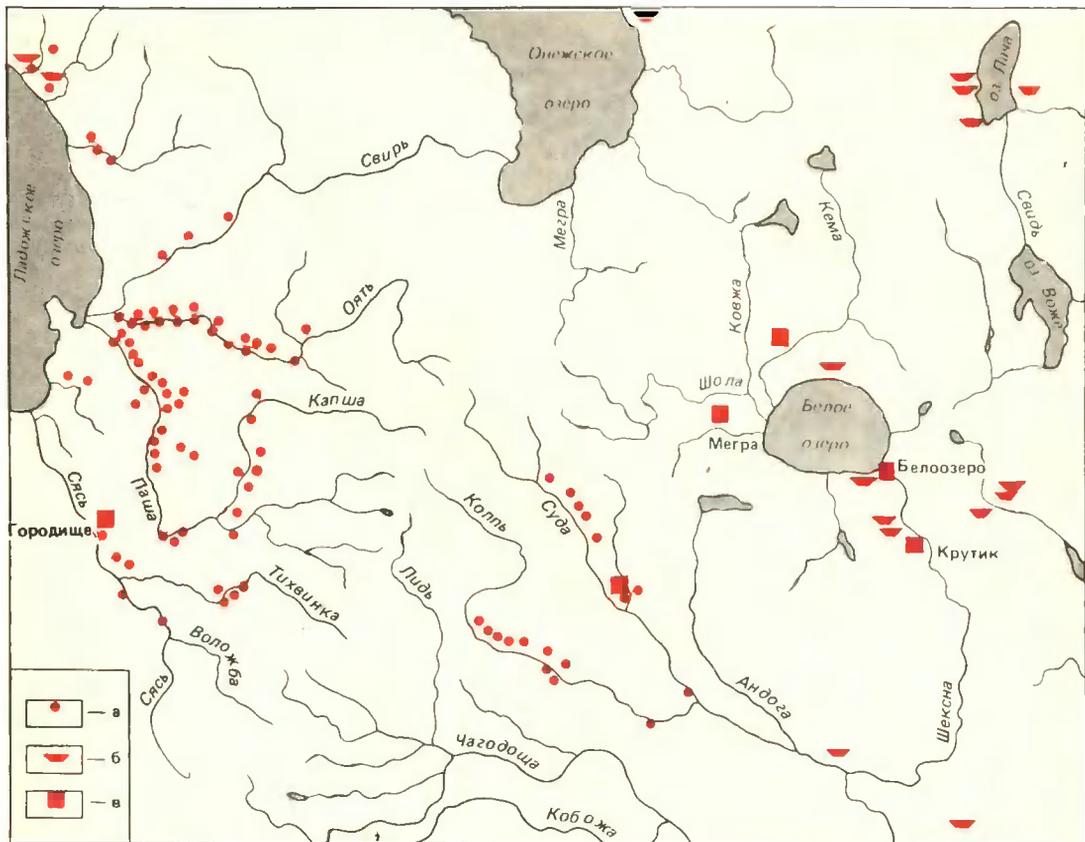
нерусского государства. Именно этот период, соответствующий летописным упоминаниям о веси, равно как и последующая эпоха XI—XIII вв., наиболее полно освещены археологическими источниками. Судя по данным археологии, процессы, протекавшие в разных частях Междозерья, были сложны и неоднозначны. Один из крупных и достаточно своеобразных районов выделяется в юго-восточном Приладожье, второй охватывает бассейн Белого озера, течения рек Шексны и Суды и некоторые сопредельные участки.

Основной вид археологических памятников юго-восточного Приладожья — это курганные могильники, в массовом количестве рассеянные по берегам рек, впадающих в Ладожское озеро, — Ояти, Паши, Сяси с их притоками, Видлице, Тулоксе и Олонке. Их исследование продолжается уже более столетия. Трудями нескольких поколений ученых раскопано свыше 600 погребальных насыпей, содержащих более 1000 захоронений<sup>6</sup>. В результате была открыта яркая и самобытная культура финноязычного населения, относящаяся к концу IX — началу XIII в.

Слабая изученность памятников предшествующего времени затрудняет решение вопроса о характере более раннего погребального обряда. Предполагается, что абorigены края хоронили кремированные останки умерших в грунтовых могилах или помещали их в сооруженные на поверхности земли деревянные «дома мертвых». Появление в конце I тысячелетия н. э. курганного способа захоронения явно обусловлено внешним культурным импульсом. Объяснить этот феномен позволяет обращение к этноисторической ситуации, сложившейся к этому времени в пределах Новгородской земли. В VIII—X вв. здесь распространяются крупные земляные насыпи — сопки, документирующие расселение в лесной зоне новгородских славян. На севере граница их продвижения достигает низовьев Волхова, где в середине VIII в. возникает Ладожское поселение, и охватывает южную пограничную арела приладожской курганной культуры. Очевидно, именно благодаря установившимся контактам со славянами старожильческое население края переходит к качественно новому обряду захоронения в курганах. При этом, однако, заимствование внешней формы погребаль-

<sup>5</sup> Иордан. О происхождении и деяниях готов. М., 1960. С. 89, 150, 265—266.

<sup>6</sup> Сводную публикацию материалов раскопок см.: Кочуркина С. И., Линевский А. М. Курганы летописной веси X — начала XIII в. Петрозаводск, 1985; Кочуркина С. И. Памятники Юго-Восточного Приладожья и Прионежья X—XIII вв. Петрозаводск, 1989.



Средневековые памятники Междозерья: а — курганы веси, б — грунтовые могильники, в — поселенческие центры.

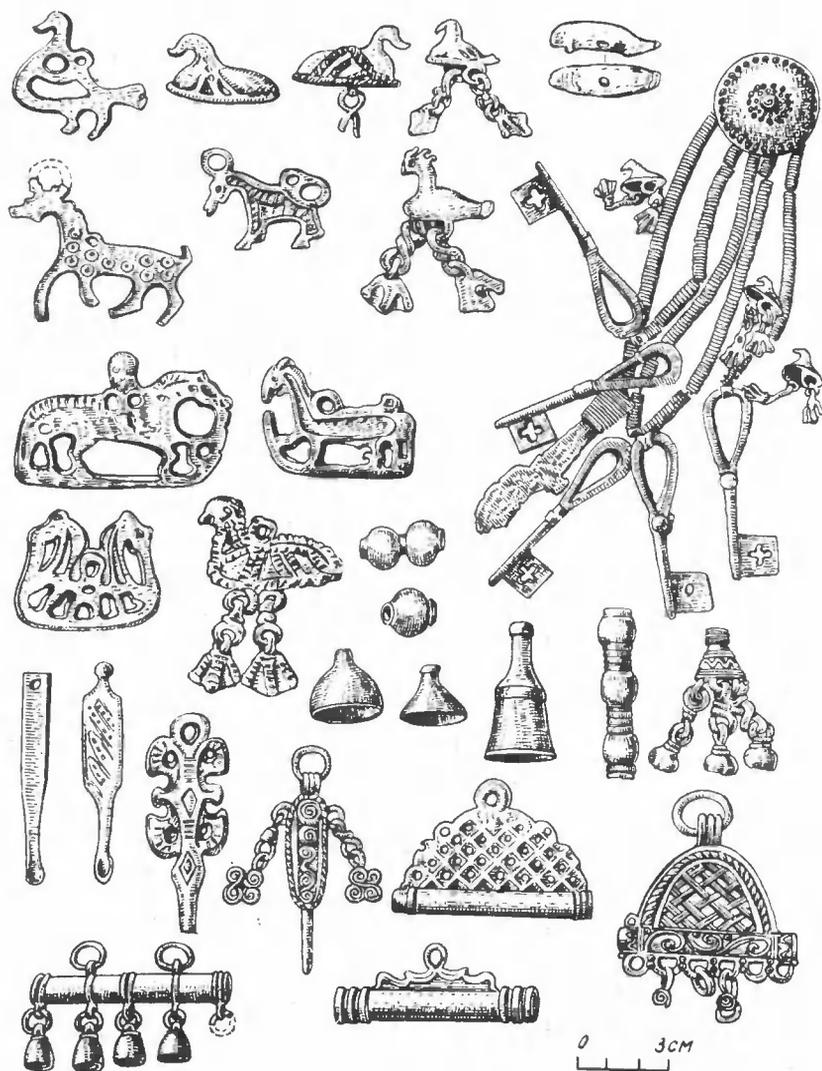
ных сооружений сочеталось с сохранением старых ритуальных особенностей. Наиболее яркий пример — частое сооружение в насыпях имитаций очагов и помещение на них железных котлов, сковород, цепей, лопат, глиняных сосудов. По-видимому, в предшествующую эпоху такие очаги были необходимым элементом интерьера наземных «домов мертвых», воспроизводивших реальные жилища обитателей Приладожья.

Огромное влияние на исторические судьбы приладожских финно-угров оказали рано установившиеся связи с Ладогой — крупным торгово-ремесленным поселением, возникшим как перевалочный пункт на международных путях того времени — Великом Волжском пути, связывавшем страны Балтики с Волжской Булгарией, Хазарией, арабским Востоком, и летописном пути «из варяг в греки», соединявшем север Европы с Византией. Уже в IX в. аборигены Приладожья втягиваются в торговлю с Ладогой, получая в обмен на пушнину различные

изделия. Активная роль в установлении таких контактов принадлежала скандинавским выходцам из этого центра, в отдельных случаях даже оседавшим в местной среде. Вполне возможно и появление здесь постоянных торговых факторий, к которым предположительно относится единственное известное в регионе укрепленное поселение IX—X вв. на р. Сясь, сопоставляемое некоторыми исследователями с легендарным Алаборгом скандинавских саг — городом, находившимся в подчинении от Ладого и управлявшимся северным ярлом<sup>7</sup>.

Включение Приладожья в систему многообразных отношений с формирующимся древнерусским государством способствовало ускорению темпов его внутреннего развития. Хозяйственная деятельность переориентируется на добычу пушнины при сохранении традиционных подсечного земледелия и скотоводства. Социальная дифференциация общества, переживавшего ста-

<sup>7</sup> Джаксон Т. Н., Мачинский Д. А. «Сага о Хальвдане, сыне Эйстейна» как источник по истории и географии Северной Руси и сопредельных областей в IX—XI вв. // Вопросы истории Европейского Севера. Петрозаводск, 1989. С. 128—137.



Украшения из финно-угорских погребений Междозерья X—XIII вв.

дию военной демократии, находит яркое отражение в появлении богатых мужских захоронений с мечами, копьями, секирами и наборами импортных вещей «престижного» характера. Достаточно автономные прежде родовые коллективы обнаруживают тенденцию к сближению и слиянию в единую средневековую народность.

Формирование материальной культуры региона, до включения в систему внешних связей оторванного от источников поступления цветных металлов, определялось скрещиванием разнородных по происхождению — прибалтийско-финских, общепольско-балтийских, скандинавских, волжско-фин-

ских, пермских и древнерусских — элементов. Многие из них после творческой переработки органично вошли в этнографический убор местного населения. Вместе с тем уже в X в. появляются серийные формы изделий, отражающие племенные традиции приладожских финно-угров. Особенно ярко это проявилось в распространении подвесок-оберегов, воспроизводящих образы оленя, коня, водоплавающей птицы и связанных с архаическим кругом языческих представлений, а также в иных элементах женского металлического убора (бронзовые подвески-ключи, копоушки, игольники и т. д.).

Хотя наиболее изученное в археологическом отношении юго-восточное Приладожье традиционно используется для характеристики культуры веси, вопрос о племенной принадлежности и самом этнониме его обитателей продолжает вызывать серьезные споры. Причина заключается в положении региона к западу от той территории, на которую летопись недвусмысленно указывает как на центр весского расселения. Древности Белозерско-Шекснинского края лишь в последние десятилетия стали активно изучаться. Только сейчас появилась возможность и для определенных суждений о том, что же представляли собой «первобытные насельники» Белоозера и его округа.

В отличие от Приладожья, курганные могильники в этом районе, по существу, отсутствуют. Для понимания этнической истории веси в последние столетия I тысячелетия н. э. ключевое значение имеют материалы многолетних раскопок Л. А. Голубевой самого летописного Белоозера и финно-угорского поселка Крутик в среднем течении Шексны<sup>8</sup>.

Поселение Крутик (IX—X вв.) ярко иллюстрирует культуру и быт аборигенов края в начальный период их включения в систему широких внешних связей. Здесь обнаружены мастерские по обработке кости, железа и цветных металлов, встречены остатки горнов, орудия кузнецов и литейщиков. Развитое ремесленничество сочеталось с дальней торговлей, обусловленной близостью поселка к Великому Волжскому пути. На это указывают находки весовых гирек и чашечек от весов, арабских монет, предметов западного и болгарского импорта. Как и в Приладожье, новые явления в жизни местного общества стимулировались втягиванием белозерско-шекснинской веси в меховую торговлю. Достаточно отметить, что в остеологическом материале поселения кости диких животных составляют 71—79 %, при этом костные остатки основного промыслового зверя — бобра — от 80 до 97 %.

Сходная картина вырисовывается при ознакомлении с древнейшими (X — начало XI в), культурными отложениями Белоозера. В основе будущего русского города лежал крупный финский поселок — центр средоточения различных ремесел, также связанный с международной торговлей. Материальная культура веси на этом этапе характеризуется сочетанием разнородных элементов,

причем ведущими являются древности волжско-финских и прибалтийско-финских типов. Подобный синтез вызван промежуточным положением региона в зоне многовековых контактов между областями Поволжья и землями западнофинского расселения. Вместе с тем отчетливо прослеживаются и местные особенности, отражающие культурное своеобразие летописной веси, которая по ряду признаков существенно отличалась от финноязычных обитателей Приладожья. Это, однако, не может служить достаточным основанием для этнического противопоставления населения обоих регионов. Речь, скорее, может идти лишь о существовании в Межозерье нескольких различающихся в культурном отношении группировок, входивших в единый весский союз племен. Дальнейшая их история определялась характером взаимодействия территориальных подразделений веси со славянским миром.

### ВЕСЬ, СЛАВЯНЕ, ВЕПСЫ

На раннем этапе существования «империи Рюриковичей» (IX—X вв.) ее отношения с весью ограничивались получением дани с иноязычного федерата Руси, установлением «ряда» (договоров) с национальной знатью и включением ее в вассальную зависимость. Военские контингенты веси участвовали в южных походах русских князей, ее «лучшие мужи» пополняли состав дружинного окружения Рюрика, Олега, Игоря, Владимира. По водным путям в лесные пространства Межозерья проникали славянские и скандинавские торговцы, обменивая изделия древнерусских мастеров на ценные меха и продукты лесных промыслов. В свою очередь, и выходы из земель веси стали появляться в севернорусских городах, нередко оседая в этих центрах. Начавшееся сближение между народами наиболее ярко отразилось в процессе аккультурации — избирательном усвоении коренными насельниками Севера новых типов оружия, орудий труда, бытовых вещей и украшений, заимствовании местными мастерами некоторых методов и приемов городской ремесленной технологии. Однако все эти новые явления, несмотря на их несомненную историческую значимость, не затрагивали основы существования автономных этносоциальных структур.

Начало качественных изменений в землях летописного расселения веси (Белозерско-Шекснинский край) относится к концу X — началу XI в. В это время здесь резко увеличивается число поселений, осваиваются водные пути и волоки, связывающие Белое

<sup>8</sup> Голубева Л. А. Весь и славяне на Белом озере. X—XIII вв. М., 1973; Голубева Л. А., Кочуркина С. И. Белозерская весь (по материалам поселения Крутик IX—X вв.). Петрозаводск, 1991.

озеро с Онежской и Северодвинской речными системами; активно функционирует Шекснинский путь, соединявший Белозерье с Ростово-Суздальской землей. В первой четверти XI в. гибнет от всеобщего пожара финский поселок в самом Белоозере.

Эти археологические данные могут быть расшифрованы в контексте со скупой известиями летописей о событиях того времени. В начале XI в. завершается включение Белозерского края в состав Ростово-Суздальской земли. Тогда же сюда устремляется поток пришлого земледельческого населения из древнерусских областей, менявший прежнюю этнодемографическую ситуацию. В новых условиях уже не оставалось места для существования весского единства с присущими ему обособленной племенной территорией, структурой поселений и родовых центров, системой социальных связей. О напряженной обстановке на финно-угорском северо-востоке свидетельствует помещенный летописью под 1024 г. рассказ о народных волнениях, возглавляемых языческими волхвами. Как одно из проявлений этих столкновений, имевших не только социальную, но и этническую окраску, можно расценивать и гибель первоначального Белоозера.

Утрата белозерско-шекснинской везью в XI в. прежней самостоятельности была далеко не равнозначна ее растворению в новой среде. Дальнейшие ее исторические судьбы документированы материалами раскопок поселений и грунтовых могильников XI—XIII вв. Вырисовывается достаточно мозаичная картина сосуществования на прежней племенной территории сети весских, славянских и славяно-весских деревень. Сближению аборигенных групп с новопоселенцами способствовало преимущественное происхождение последних из окраинных районов Ростово-Суздальской и Новгородской земель, уже занятых к тому времени смешанным славяно-финским населением. Этому же способствовала и развернувшаяся христианизация северного края. Протекавший в течение нескольких столетий социально-экономический и культурный синтез, сочетавшийся с физической метисацией контактирующих коллективов, вел к постепенной утрате старых племенных особенностей и слиянию разноязычных коллективов в своеобразную областную группу древнерусского населения — летописных белозерцев. К XIII в. этот процесс уже был близок к своему завершению.

Более затяжной характер носили славяно-финские контакты к западу от Белоозера — в бассейне р. Суды. Судя по на-

ходкам в распространенных здесь курганных могильниках, вплоть до исчезновения в середине XIII в. обряда захоронения умерших под земляными насыпями в этом регионе еще сохранялись как весские, так и славяно-весские поселения. Это подтверждается также по письменным источникам XIV—XVI вв. данными исторической лексики. Она указывает, что в домонгольскую эпоху выходцами из Поволжья было освоено лишь нижнее течение Суды. «Выше по течению, в районе впадения Андоги, колонизационные волны разбивались о какой-то барьер, который тянулся по левобережью данной реки до Андозера»<sup>9</sup>. Этим барьером служила относительно высокая плотность дорусского населения, сохранявшего этническую самобытность. Затрудняли широкую земледельческую колонизацию и обширные пространства заболоченных лесов по рекам Суде, Андоге, Колпи и Шогде.

Здесь на не освоенных славянами землях еще длительное время сохранялись островки финноязычного населения, а в контактных зонах складывалось двуязычие. Следы билингвизма отмечены в середине XIX в. на некоторых участках по течению Суды, жители которых «почти наполовину корелы и чудь, но успели уже так обрусеть, что свободно изъясняются по-русски»<sup>10</sup>. В связи с этим следует привести и описание жителей Белозерско-Пошехонского края, составленное в первой половине XVI в. австрийским посланником в Московию Сигизмундом Герберштейном: «Жители этой местности имеют особый язык, хотя ныне почти все говорят по-русски»<sup>11</sup>. Наиболее вероятно, что речь в данном случае идет именно с позднесредневековом Судском стане.

Свои особенности имели славяно-финские контакты в зоне расселения западных группировок веси («приладожской чуды»). Юго-восточное Приладожье, традиционно связанное с Ладогой и ее «волостью», не позднее второй половины XII — начала XIII в. было включено в состав собственно Новгородской земли. В приписке XIII в. к Уставной грамоте новгородского князя Святослава Ольговича впервые упоминается Обонежский ряд с входящими в него населенными пунктами и местностями — центрами сбора дани — на Олонке, Свири, Ояти,

<sup>9</sup> Чайкина Ю. И. Вопросы истории лексики Белоозера // Очерки по лексике севернорусских говоров. Вологда, 1975. С. 141.

<sup>10</sup> Новгородский сборник. Вып. 1. Новгород, 1865. С. 57.

<sup>11</sup> Герберштейн С. Записи о Московитских делах // Россия в XV—XVII вв. глазами иностранцев. Л., 1986. С. 108.

Паше и Сяси. Большинство географических наименований отражает существование административных единиц, сложившихся на основе дославянского населения. В некоторых случаях вероятно оформление новгородских погостов в результате проникновения новопоселенцев. Пример тому — названный в источнике XIII в. пункт «у Вьюнице», расположенный в верхнем течении Ояти на значительном удалении от скопления чудских курганных могильников. Именно здесь, у современного села Винницы, обнаружен уникальный для Приладожья по своим размерам поздний (XII—XIII вв.) курганный могильник, насчитывающий до 200 насыпей. Этническая принадлежность оставившего его населения отражена в древнем вепском названии самого пункта, которое расширявают как «русский»<sup>12</sup>.

Однако продвижение славян в регион на этом этапе еще не носило массового характера. Все средневековые кладбища конца XI—XIII вв., считающиеся бесспорным доказательством проникновения сюда новопоселенцев, сконцентрированы на южной окраине приладожской курганной культуры — в верхнем и среднем течении Сяси и ее притоке Воложке. По своим особенностям (наличие каменных венцов по основанию курганов, концентрация в погребениях вещей новгородского типа) они документируют начальный путь крестьянского освоения края, шедший уже не со стороны Ладоги, а из южной зоны расселения новгородских славян. Тогда же новгородские группы проникают в бассейн Тихвинки и в отдельные местности на средней Паше и средней Ояти.

Постепенная инфильтрация древнерусских земледельцев на территорию западной веси и нередкое их оседание в финских деревнях вело к созданию неоднородных по составу селений, в которых наиболее активно шел синтез славянских и местных традиций, сочетавшийся с начальным распространением христианства. На позднем этапе существования приладожской курганной культуры яркие погребальные особенности ее «классического» периода сменяются общерусскими элементами ритуала. Сходная тенденция прослеживается и в вещевом материале комплексов. В начале — первой половине XIII в. курганный обряд повсеместно выходит из употребления.

Позднее к югу от Паши и Капши широко распространяются грунтовые кладбища, известные под общим названием «жальники». Несмотря на разнотипность таких памятников, принадлежность значительной их части новгородским жальничным могилам не вызывает сомнений. Это же подтверждается частыми находками намогильных каменных крестов XIV—XVI вв. — типичного атрибута жальничных погребений в ареале новгородских славян. Основная зона массового крестьянского освоения, развернувшегося в послекурганную эпоху (не ранее XIII—XIV вв.), достигла на севере водораздела Паши и Тихвинки. Сложившаяся здесь этническая ситуация наглядно иллюстрируется концентрацией в верхнем течении Сяси и в междуречье Тихвинки, Чагоды, Лиди деревень с вполне определенной этнонимической основой названий (типа Чудская, Чудской Конец и т. д.), ранние упоминания о которых восходят к источникам конца XV в. Вероятна их связь с остаточными островками местного населения, оказавшегося в зоне плотного славянского освоения. Современные русские говоры данной территории уже не содержат заметных субстратных особенностей; в противоположность этому группа говоров к северу от р. Капши и особенно по течению Ояти рассматривается как итог скрещения восточнославянской (новгородской) и прибалтийско-финской (вепской) этнолингвистических групп<sup>13</sup>.

Многовековое сосуществование русских и вепских селений в Межозерье с присутствием этой зоне билингвизмом создавало необходимые условия для формирования за ее пределами современной вепской народности. В этом процессе приняли участие как неассимилированные подразделения веси Белозерья и юго-восточного Приладожья, так и не выявленное пока археологически древнее население Вепсовской возвышенности. Проведение на ней широких и целенаправленных археологических исследований, вероятно, позволит найти недостающие исторические звенья в этногенезе малой прибалтийско-финской народности Северо-Запада — вепсов.

<sup>12</sup> Муллонен И. И. О гидронимии бассейна р. Ояти // Кочуркина С. И., Линевский А. М. Курганы летописной веси X — начала XIII в. Петрозаводск, 1985. С. 185.

# Грустная судьба великого открытия

А. С. Сонин,

доктор физико-математических наук, профессор

Научно-исследовательский институт органических полупродуктов и красителей  
Москва

«Как в экономике и политике, так и в науке, в естествознании мы противопоставим «разлетающейся вселенной» обанкротившегося капитализма устойчивую твердь марксистско-ленинско-сталинского разума, воли, труда».

Э. Кольман, 1932 г.

**Н**АША ИСТОРИЯ физики не богата выдающимися достижениями, особенно такими, которые определяли бы все научное мировоззрение на достаточно большой период. Пожалуй, одним из таких достижений являются работы А. А. Фридмана (1888—1925 гг.), положившие начало концепции нестационарной расширяющейся Вселенной. И тем удивительнее, что в течение долгого времени эти работы не только не пропагандировались, но и замалчивались. Спрашивается, почему?

Для ответа на этот вопрос придется вернуться назад, в те годы, когда закладывались основы современной космологии.

В 1917 г. вышла в свет статья А. Эйнштейна «Вопросы космологии и общая теория относительности». Это была первая работа, в которой общая теория относительности (ОТО), незадолго до того созданная, применялась для построения теории Вселенной как целого.

Эйнштейн постулировал однородность и изотропность Вселенной и ее пространственную замкнутость. Таким образом, мир Эйнштейна представлял собой трехмерное замкнутое пространство конечного радиуса и объема.

Это был революционный шаг. До Эйнштейна, из чисто умозрительных соображений, Вселенная представлялась бесконечной во времени и пространстве, а последнее считалось плоским (евклидовым). ОТО заставила Эйнштейна отбросить стереотип

евклидовости пространства. Однако другой стереотип — неизменность Вселенной во времени — он преодолеть не смог. Более того, он всеми силами, фактически вопреки ОТО, стремился сохранить стационарность своей модели, для чего в мировые уравнения ввел дополнительный «космологический член», имеющий физический смысл отталкивания. Таким образом, для сохранения стационарности Вселенной Эйнштейн ввел антигравитацию — гипотетические силы, препятствующие взаимному притяжению частиц вещества.

Подчеркну еще раз, что речь идет о великом реформаторе естествознания — Эйнштейне, сломавшем вековые догмы таких фундаментальных понятий, как пространство, время, одновременность, масса и энергия. Но естественно-научная и философская традиция считать Вселенную вечной и неизменной оказалась сильнее.

Эту традицию сломал А. А. Фридман, неизвестный среди европейских ученых петербургский математик. В 1922—1923 гг. в ведущем немецком физическом журнале «Zeitschrift für Physik» он опубликовал две статьи, а позже и книгу «Мир как пространство и время», положившие начало новому взгляду на Вселенную<sup>1</sup>. Отныне в ее концепцию вошли такие понятия, как динамика и развитие.

Как и у Эйнштейна, модель Вселенной Фридмана — трехмерная замкнутая

<sup>1</sup> Фридман А. А. О кривизне пространства // Избр. тр. М.: Наука, 1966. С. 229—238; Он же. О возможности мира с постоянной отрицательной кривизной пространства // Там же. С. 238—244; Он же. Мир как пространство и время // Там же. С. 244—322. См. также: Чернин А. Д. Вселенная Фридмана // Природа. 1988. № 5. С. 87—97.

сфера. Она описывается теми же мировыми уравнениями с космологическим членом, но теперь этот добавочный параметр не мыслится постоянным, а может быть положительным, отрицательным и равным нулю. Отсюда получаются различные модели Вселенной, развивающиеся во времени. Одна из них предполагала безграничное расширение Вселенной, начинающееся с состояния, когда пространство было точкой ( $R=0$ ).

Начало Вселенной? Сотворение мира? Фридман не акцентирует на этом внимание, но все же подчеркивает: «...будем называть промежуток времени, прошедший с момента, когда радиус кривизны от 0 дошел до  $R_0$ , временем, прошедшим от сотворения мира»<sup>2</sup>.

Вторая модель Вселенной еще интереснее: она предполагает пульсирующий мир, повторяющий циклы расширения — сжатия бесконечно долго. При этом «Вселенная сжимается в точку (в ничто), затем снова из точки доводит радиус свой до некоторого значения, далее опять, уменьшая радиус своей кривизны, обращается в точку и т. д. Невольно вспоминается сказание индусской мифологии о периодах жизни, является возможность говорить о «сотворении мира из ничего», но все это пока должно рассматриваться как курьезные факты, не могущие быть солидно подтвержденными недостаточным астрономическим экспериментальным материалом»<sup>3</sup>.

Модель расширяющейся Вселенной быстро завоевала признание. Ее принял, хотя не сразу и после некоторых колебаний, сам Эйнштейн. Затем она получила прочное экспериментальное подтверждение в работах Э. Хаббла, показавшего, что галактики разбегаются со скоростями, прямо пропорциональными их удалению. Наконец, в конце 20-х годов теория расширяющейся Вселенной получила развитие и конкретизацию в трудах бельгийского астронома Ж. Леметра. Причем все эти первоклассные ученые безоговорочно признавали приоритет Фридмана.

А что же на родине? Если в 20-е годы работы Фридмана цитируются и развиваются, то уже в 1931 г. М. П. Бронштейн, сам внесший весомый вклад в динамическую модель Вселенной, пишет, что «работа Фридмана была уже наполовину забыта»<sup>4</sup>. Еще через несколько лет имя Фрид-

мана лишь изредка упоминалось только в специальных научных изданиях. Его работы не переиздавались и не пропагандировались. Автором теории расширяющейся Вселенной был объявлен Ж. Леметр, священник, президент Папской академии наук в Ватикане.

Так что же произошло? Все просто — модель расширяющейся Вселенной и ее автор попали в идеологическую мясорубку, затеянную советскими философами и философствующими астрономами.

Стационарная, бесконечная в пространстве и времени Вселенная фигурировала и в «физической монадологии» Канта, и в философии природы Гегеля. В таком виде она перекочевала в философию диалектического материализма и стала исходной догмой, освященной «непогрешимой и единственно верной философской теорией».

При этом членство в Папской академии и сан священника Леметра стали дополнительными аргументом в пользу лженаучности теории расширяющейся Вселенной с ее началом «всего». А неизвестный математик с подозрительной фамилией Фридман был не очень нужен.

Характерный пример. Упомянутой статье Бронштейна о релятивистской космологии редакция предпослала специальное предисловие. В нем сделана попытка дискредитировать модели замкнутой расширяющейся Вселенной, изложенные в статье. В предисловии говорилось, что современное состояние физики и астрономии не дает основания думать, что космологическая проблема уже решена. В основе всех моделей, в частности модели Фридмана, лежит много допущений. «Поэтому, — говорилось далее в предисловии, — совершенно неправильно было бы утверждать, что современная физика и астрономия дают доказательство конечности мира»<sup>5</sup>. Почему неправильно? Оказывается, это противоречит взглядам Энгельса, и поэтому космологические модели находятся в непреодолимом противоречии с материализмом.

Активным борцом с теорией расширяющейся Вселенной был профессор физического факультета МГУ А. К. Тимирязев, сын великого ботаника и дарвиниста К. А. Тимирязева. Это был наиболее последовательный борец, с самого начала не признававший теории относительности вообще, стоявший насмерть за эфир и бесконечную во времени и пространстве ста-

<sup>2</sup> Фридман А. А. Избр. тр. С. 236.

<sup>3</sup> Там же. С. 317.

<sup>4</sup> Бронштейн М. П. Современное состояние релятивистской космогонии // Успехи физ. наук. 1931. Т. 1. Вып. 1. С. 172.

<sup>5</sup> Там же. С. 125.

тическую Вселенную, для которого динамическая Вселенная представляла собой пример «идеалистическо-поповского мировоззрения»<sup>6</sup>.

Тимирязев боролся с новой физикой до конца жизни. Но все же в 30-е годы не он задавал тон в кампании против современной космологии. Ведущая роль перешла к философам — члену-корреспонденту АН СССР А. А. Максимова и Э. Кольману, чеху по национальности, впоследствии члену Чехословацкой академии наук. Надо сказать, что их позиция была более гибкой. В целом признавая ОТО, они по идеологическим соображениям категорически не принимали ее космологических следствий. Однако физических аргументов против, в силу малограмотности, они привести, естественно, не могли. Вот образец «раннего» Максимова: «Несомненно идеалистическим и поповским является утверждение современных буржуазных поклонников теории относительности и космологии о конечности вселенной»<sup>7</sup>.

А по мнению Кольмана, «расширение вселенной — это опять-таки антинаучная экстраполяция, надстройка над общей теорией относительности, органически с ней не связанная, излюбленный конек всех современных ученых мракобесов, мистиков, пифагорейцев, идеалистов всех марок»<sup>8</sup>.

Казалось бы, с «разлетающейся Вселенной» дело ясно: она не связана с ОТО, ее создал священник, а пропагандируют «враги народа». Но кроме широкой публики, читающей общественно-политические журналы, были еще и специалисты-астрономы. Как они относились к этой теории?

Те, кто не хотел прослыть врагом народа, безусловно не принимали «поповщины». Так, К. Л. Баев, известный астроном, выступил со статьей, посвященной современным представлениям о Вселенной. Начав, естественно, с ОТО, он заявил, что «эта теория, как всякая физическая теория, созданная не на основе единственно правильного диалектического мировоззрения, а как теория, созданная представителями буржуазной науки, имеет характерные черты эпохи кризиса буржуазного естествознания». По его мнению, это в полной мере относится к теории нестационарной Вселенной. «Еще хуже, — продолжает Баев, — обстоит дело с началом расширения вселенной. Отсюда, очевидно, только один шаг до идеи

божества, дающего миру первоначальный толчок»<sup>9</sup>.

Еще один астроном В. Шафиркин сообщил читателям, что «теория конечной вселенной не является выводом из основного уравнения общей теории относительности, а связана с уравнением, произвольно дополненным так называемым «космологическим членом». Решение этого произвольно дополненного уравнения, отвлечение от действительности в область чисто математического символизма, тенденциозный субъективизм, проявляемый в процессе научного исследования, послужили базой идеалистических выводов о конечности вселенной». И далее: «Эти махровые фидеистические выводы и обобщения, эта проповедь безнадежного пессимизма и бесперспективности космоса, эти сдвиги вправо в идеологической области представляют собой отражение прогрессивного загнивания капитализма и связанного с ним маразма, разложения буржуазной науки и культуры».

Но вывод Шафиркина оптимистический: «Пессимистическим идеям буржуазной космогонии, идеям разлетающейся вселенной научные деятели нашей могучей родины, идущие рука об руку со свободными, счастливыми тружениками в грандиозной гигантской стройке бесклассового, коммунистического общества, противопоставят данные передовой науки... большевистскую волю, разум миллионов, успешно создающих на одной шестой части земного шара под руководством великой партии Ленина — Сталина, под руководством великого любимейшего вождя товарища Сталина новое, коммунистическое общество»<sup>10</sup>.

Не правда ли, тирада очень похожа на приведенную в качестве эпиграфа отповедь Кольмана сторонникам «разлетающейся вселенной» с необходимыми добавлениями, характерными для 1938 г.? Поэтому ясно, что не отсутствие специальных знаний стало причиной непринятия космологических выводов ОТО, а идеологические догмы. Они и только они управляли научным мышлением даже крупных специалистов.

Один из них, пулковский астроном М. С. Эйгенсон, прямо связал космогномию... с идеологией: «В буржуазной астрономии нашего времени всеобщий кризис капиталистического общества и его идеологии выражается прежде всего в тех явлениях загнивания и распада, которые в на-

<sup>6</sup> Тимирязев А. К. // Под знаменем марксизма. 1933. № 5. С. 119.

<sup>7</sup> Максимова А. А. // Под знаменем марксизма. 1933. № 5. С. 142.

<sup>8</sup> Кольман Э. // Под знаменем марксизма. 1938. № 8. С. 154.

<sup>9</sup> Баев К. Л. // Под знаменем марксизма. 1937. № 6. С. 99, 103.

<sup>10</sup> Шафиркин В. // Под знаменем марксизма. 1938. № 7. С. 124, 126, 136.

стоящее время происходят в двух важнейших в принципиальном отношении теоретических областях астрономии, в двух ее высших, «идеологических» разделах — в области космологии... а также в области космогонии. Современный кризис буржуазной космологии выражается в том, что наиболее влиятельная часть ученых капиталистического мира, работающих в области космологии, сделали попытку отказаться от материалистического учения о бесконечности Вселенной»<sup>11</sup>.

Вместе с тем Эйгенсон уже не смог игнорировать успехи нестационарной теории Фридмана (ведь статья писалась в 1940 г.). Поэтому, чтобы соблюсти идеологическую невинность и в то же время не уронить себя в глазах специалистов, он вынужден признать справедливость теории замкнутой расширяющейся Вселенной, но только... для ограниченной области вокруг нашей Галактики. Что же касается нестационарной теории всей Вселенной, то здесь Эйгенсон с оптимизмом заверяет: «Выполняя гениальные указания вождя партии и народа, советская астрономия в области современной космологии стремится проделать в кратчайший исторический срок исторически необходимую работу по чистке космологических «авгиевых конюшен», по ликвидации реакционно-буржуазной теории конечной Вселенной, которую советская наука отправит туда же, куда ее великие научные предки — коперниканцы — отправили в свое время истинную духовную прародительницу новейшего космологического мракобесия — обветшалую систему Птолемея»<sup>12</sup>.

Вопросы космологии в те годы волновали не только философов и астрономов. Широкие массы тоже хотели знать, бесконечна или конечна Вселенная. В этом им «помогал» научный обозреватель журнала «Новый мир» печально известный В. Е. Львов. Его статьи касались самых разных областей физики и почти в каждой Львов пытался уверить читателей, что все ведущие советские физики — идеалисты и «пособники реакции», намекая при этом и на их политическую неблагонадежность.

Критика идеализма «на фронте космологии» была излюбленной темой Львова. Он даже опубликовал статью с таким названием, причем и в специальном философ-

ском журнале не стеснялся в выражениях. «Еще в 1931 г. в «Успехах физических наук», этом рассаднике идеализма в физике,— писал Львов,— насаждавшегося врагами народа, пробравшимися к руководству советским научным журналом»<sup>13</sup>, разоблаченный ныне контрреволюционер М. Бронштейн<sup>14</sup> выступил со статьей, рекламировавшей «космологическую» стряпню Леметра как образец «замечательной» теории, нуждающейся, однако, в некоторых изменениях и поправках... Другой контрреволюционер, вредительствовавший на немаловажном участке — истории естествознания, С. Васильев, развивал вкупе с Бронштейном тот же самый «аргумент»... Можно было бы удивляться демагогии и маскировке, с помощью которых советскому читателю навязывается здесь обветшалое поповское учение об изменяющейся в одном направлении (от «начала» к «концу») вселенной. Можно было бы удивляться этому, если бы подобные приемы не входили в общую тактику вредительской банды, засылаемой вражеским окружением на разные участки нашего культурного, научного и хозяйственного фронта»<sup>15</sup>.

Вот, оказывается, какие страшные дела творились в такой вроде бы оторванной от земных дел науке, как космология! Специально подосланные вредители подсовывали пролетариату теорию замкнутой развивающейся Вселенной, дабы... реставрировать капитализм! Это почище измышлений Шафиркина, Кольмана и Эйгенсона вместе взятых. Такое может привидеться лишь в горячем бреду.

Затем Львов переходит к эволюции и энергии звезд. Оказывается, в этом вопросе замешаны враги: «Матерый вредитель, пробравшийся одно время к руководству старейшей русской обсерваторией в Пулково, Б. Герасимович»<sup>16</sup> в выпущенной под его редакцией (и на 40 проц. заполненной его писаниями) книге с предельной откровенностью сформулировал «мотивы», приведшие к тому, что ответственные главы советского «Курса астрофизики» оказались использованными для борьбы против эволю-

<sup>11</sup> Эйгенсон М. // Под знаменем марксизма. 1940. № 8. С. 61—62.

<sup>12</sup> Там же. С. 82.

<sup>13</sup> Львов имел в виду репрессированных главного редактора «Успехов физических наук» Б. М. Гессена и члена редколлегии А. О. Апирина.

<sup>14</sup> М. П. Бронштейн арестован в 1937 г., расстрелян в 1938 г. См.: Горелик Г. Е. Неудавшиеся статьи академиками // Природа. 1990. № 1. С. 123—128.

<sup>15</sup> Львов В. Е. // Под знаменем марксизма. 1938. № 7. С. 146—147.

<sup>16</sup> См.: Успенский Н. В. Вредительство... в деле изучения солнечного затмения // Природа. 1989. № 8. С. 86—98.

ционной идеи в астрономии». (На самом деле мотивы были чисто научными — несогласие Герасимовича с некоторыми положениями теории звездной эволюции Рассела, противоречащими теории замкнутой Вселенной.) И далее: «Для переживаемого сейчас этапа идейной борьбы на советском космологическом фронте характерна сугубая законспирированность враждебных материализму групп»<sup>17</sup>. С радостью он сообщил читателям, что «выявил» одну из них во главе с В. Амбарцумяном; эта группа, якобы собирая данные о возрасте космических объектов, подгоняла их так, чтобы они соответствовали теории расширяющейся Вселенной.

Заканчивал свою статью Львов рассуждениями о красном смещении. По его мнению, открытие Хаббла ни в коей мере не доказывает расширения Вселенной, ибо получаемый с его помощью радиус мира очень мал<sup>18</sup>. Гораздо проще для Львова объяснить красное смещение старением фотонов или изменением с течением времени постоянной Планка.

Мы так подробно рассказали о травле (иное слово трудно подобрать) Львовым ведущих советских физиков потому, что он в полной мере выражал мнение «широкой общественности». Подобные измышления печатались регулярно и в других журналах, а также в газетах. А к мнению «широкой общественности» принято было прислушиваться. К ней прислушивались как те, кто определял политику в области науки и идеологии, так и те, кто направлял репрессивную политику государства. Поэтому понятна бурная реакция Амбарцумяна, которого Львов упомянул в своей статье рядом с Герасимовичем, арестованным по обвинению во вредительстве.

Амбарцумян написал и послал в журнал «Под знаменем марксизма» («ПЗМ») статью «Астрофизика и космогония», опровергающую приписываемые ему Львовым взгляды. Время шло, но статья на страницах журнала не появлялась. Тогда Амбарцумян написал письмо в редакцию «ПЗМ». Касаясь задержки с опубликованием статьи, он писал: «Редакция поймет мое нетерпение, если примет во внимание, что в статье Львова моя фамилия была поставлена рядом с фамилией злейшего врага родины Герасимовича, которым я был выжит из Пулковской обсерватории за разоблачение его

дезорганизаторской роли»<sup>19</sup>. Амбарцумян сообщает редакции, что Львов печатал «халтурные» статьи в «Новом мире» и «Красной вечерней газете», «которые рекламируют гомовых и герасимовичей».

Механизм блокирования статьи Амбарцумяна раскрывает письмо директора Государственного астрономического института В. К. Морфорд. Она сообщила редакции «ПЗМ», что статья Львова, «дающая правильную оценку ряду идеалистических выступлений (В. Амбарцумян, Л. Ландау и др.) в области космической физики», предварительно обсуждалась и одобрена активом научных работников института. Этому активу стало известно, что Амбарцумян написал ответную статью. «Самой собой разумеется, — писала Морфорд, — что опубликование подобного «ответа» на страницах «ПЗМ» без одновременного помещения статьи, критикующей этот «ответ» с марксистско-ленинских позиций, было бы политически вредным и нецелесообразным делом. Учитывая это, а также то, что вся «деятельность» В. Амбарцумяна в области пропаганды враждебных марксизму-ленинизму «теорий» особенно хорошо известна в стенах Гос. астрономического института, мы обращаемся с просьбой в редакцию «ПЗМ» ознакомить научный актив ГАИ, в порядке консультации, с текстом статьи В. Амбарцумяна до ее напечатания»<sup>20</sup>.

Ознакомила или нет со статьей Амбарцумяна «научный актив» ГАИ редакция «ПЗМ», неизвестно. Но вслед за письмом Морфорд поступило письмо самого Львова. Он сообщает, что ему стало известно об отправлении статьи Амбарцумяна на отзыв в Пулковскую обсерваторию к Эйгенсону, «диссертация которого находится как раз в эти дни на отзыве... у Амбарцумяна». «Можно себе представить (учитывая некоторые индивидуальные особенности у обоих упомянутых лиц), что получится в результате подобного рецензирования!» — восклицает Львов. Недоумевая, почему статья Амбарцумяна не поступила на отзыв к нему, Львов пишет далее: «Не могу, конечно, допустить и мысли, чтобы редакция «ПЗМ» могла согласиться поместить «ответ» отъявленного и искусно замаскированного врага марксизма-ленинизма (а таким является Амбарцумян) без одновременного помещения достойной отповеди ему»<sup>21</sup>.

<sup>17</sup> Львов В. Е. Указ. соч. С. 153, 156.

<sup>18</sup> В те годы пользовались заниженным значением постоянной Хаббла, что давало для радиуса Вселенной всего около 2 млрд. лет (примерно вдесятеро меньше современного значения).

<sup>19</sup> ААН СССР. Ф. 1515. Оп. 2. Ед. хр. 123. Л. 3.

<sup>20</sup> Там же. Л. 2.

<sup>21</sup> Там же. Л. 4.

Конечно, статью Амбарцумяна не опубликовали. Тогда он направляет письмо в «Правду», где, в частности, пишет: «Меня особенно возмутило то, что Львов поставил мою фамилию рядом с фамилией заклятого врага советского народа и советской науки — Герасимовича — б. директора Пулковской обсерватории. Ведь если фамилию человека ставят рядом с фамилией вредителя, то очевидно, что этот человек либо является сам вредителем, либо их пособником».

Вот так. Страх сковывал людей. Оказалось, что в науке кругом «враги народа» и попасть с ними в одну компанию даже по чисто научным вопросам было равносильно обвинительному приговору. Поэтому некоторые теряли самообладание. «На самом деле,— писал Амбарцумян,— Львову хорошо известно, что в течение ряда лет в многочисленных заявлениях, поданных в различные организации (напр. Лен. Горком ВКП(б)) я просил обратить внимание на дезорганизующую роль в советской науке Герасимовича и его банды (Днепровского, Бигановского и др.). Львову также известно, что банда Герасимовича обвиняла меня в том, что я травлю Герасимовича, на что я всегда отвечал, что бешеных собак нужно травить»<sup>22</sup>.

Что же касается существа дела, то Амбарцумян разъясняет, что он никогда не был сторонником теории расширяющейся Вселенной и всегда выступал, против нее. Утверждение же Львова основано на недоразумении — простом совпадении возраста Вселенной Фридмана с возрастом «нашей звездной системы», т. е. небольшой части «вселенной», теорию которой разрабатывал Амбарцумян.

Эта история, как мне кажется, хорошо иллюстрирует социальный климат тех лет. Борьба с расширяющейся Вселенной была вовсе не абстрактной философской дискуссией, часто это была борьба «не на жизнь, а на смерть». Поэтому мы меньше всего хотели бы осуждать кого бы то ни было из ученых, втянутых в эту кампанию.

Идеологизация науки пошла на спад после смерти Сталина. В общесоюзной дискуссии 1952—1955 гг. советские философы впервые признали, что теория относительности не является «физическим идеализмом». Но ее космологические выводы с большим трудом пробивали дорогу. В ка-

честве примера приведем книгу философа В. И. Свидерского, изданную в 1956 г. В ней все еще утверждается, что «в науке возник один из наиболее реакционных и идеалистических выводов в отношении материального мира — вывод о его материальной и пространственной конечности... Метафизический, искусственный и откровенно попсовский характер в еще большей мере свойствен космологической схеме нестатической вселенной Леметра, математическая формулировка которой получена профессором А. А. Фридманом... Советскими учеными решительно отмечаются, как несоответствующие действительной науке, все мракобесные вымыслы буржуазных космологов о конечности материального мира во времени и пространстве»<sup>23</sup>.

Восстановление справедливости в отношении вклада Фридмана в формирование современного научного мировоззрения произошло лишь в 1963 г., когда впервые отмечалась юбилейная дата — 75 лет со дня его рождения. Состоялась сессия Отделения физико-математических наук АН СССР, на которой с небольшой яркой речью выступил П. Л. Капица. «Фридман,— сказал он,— сделал одно из самых значительных теоретических открытий в астрономии — он предсказал расширение Вселенной... Имя Фридмана до сих пор было в незаслуженном забвении... Это несправедливо и это необходимо исправить»<sup>24</sup>.

Исправление началось с издания материалов юбилейной сессии Отделения со статьями В. А. Фока, Я. Б. Зельдовича и П. Я. Кочиной в журнале «Успехи физических наук». В том же номере «УФН» впервые после 1923 г. были переизданы основные космологические работы Фридмана. В 1966 г. в серии «Классики науки» были опубликованы избранные труды Фридмана. Теперь все увидели, насколько фундаментален вклад выдающегося ученого в современное научное мировоззрение.

<sup>23</sup> Свидерский В. И. Философское значение пространственно-временных представлений в физике. Л., 1956. С. 263—264.

<sup>24</sup> Капица П. Л. Избр. тр. М., 1966. С. 397—398.

# ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 1992 ГОДА

## По физике — Ж. Шарпак

Нобелевская премия по физике за 1992 г. присуждена Ж. Шарпаку «за изобретение и развитие детекторов частиц, в частности, многопроволочной пропорциональной камеры».

Жорж Шарпак (Georges Charpak) — известный физик-экспериментатор, признанный патриарх в области методики физического эксперимента. Родился в Польше в 1924 г., а в 1932 г. переехал с родителями во Францию. Как участник Французского движения Сопротивления год был узником лагеря Дахау. Учился в Горной школе в Париже, затем в Коллеж де Франс, где в 1955 г. получил степень доктора философии по физике. С 1959 г. до недавнего времени работал в Европейской организации ядерных исследований (ЦЕРН, Женева), где возглавлял научную группу, занимавшуюся новыми методическими разработками. Член Французской академии наук с 1985 г. Профессор кафедры Жюлио-Кюри в Высшей школе физики и химии в Париже и почетный доктор Женевского университета. В 1989 г. удостоен премии Европейского физического общества.

Присуждение одной из самых престижных научных премий свидетельствует о несомненных заслугах ученого, работы которого способствовали прогрессу в физике элементарных частиц за последние два десятилетия. Все эти годы Шарпак находился на гребне волны обновления методики, постоянно генерируя новые идеи и воплощая их в действующие



Ж. Шарпак.

Фото ИТАР—ТАСС

приборы. Создание в 1968 г. многопроволочной пропорциональной камеры (МПК)<sup>1</sup> положило начало развитию целого класса детекторов на их основе, без которых практически не обходится ни один современный эксперимент в физике высоких энергий.

Не говоря о сотнях работ, выполненных с помощью проволочных камер, следует сказать, что две из них уже отмечены Нобелевскими премиями — это открытия  $J/\psi$ -мезона, состоящего из «очарованных» кварков (Б. Рихтер и С. Тинг, 1976 г.)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Charpak G., Bouclier R., Bressani T. et al. // Nucl. Instr. Meth. 1968. V. 62. P. 262.

<sup>2</sup> Кобзарев И. Ю. Лауреаты Нобелевской премии 1976 г. По физике — С. Тинг, Б. Рихтер // Природа. 1977. № 1. С. 133—136.

и промежуточных векторных бозонов — переносчиков слабого взаимодействия (К. Руббиа и С. ван дер Меер, 1984 г.)<sup>3</sup>.

Присуждение премии Шарпаку — своевременное признание важности методических работ в современной физике, что, впрочем, всегда учитывалось Нобелевским комитетом, который и раньше награждал премиями за изобретение и развитие детекторов: камеры Вильсона (Ч. Вильсон, 1927 г.; П. Блакетт, 1948 г.), метода ядерных фотозмульсий (С. Пауэлл, 1950 г.), пузырьковой камеры (Д. Глезер, 1960 г.; Л. Альварес, 1968 г.). Все эти методические открытия расширяли круг исследований и способствовали развитию физики.

Совершенствование детекторов, отмечает Шведской академией наук, идет рука об руку с прогрессом фундаментальных исследований. Реакции между частицами часто бывают очень сложными, и для их интерпретации необходимо регистрировать траекторию каждой частицы. До 1970 г. это делалось с помощью фотографического метода. Однако фотография и последующая обработка снимков — процесс медленный, и это существенно сдерживало набор и анализ экспериментального материала. Прорыв произошел с изобретением МПК, которые позволяют

<sup>3</sup> Михайлов А. С. По физике — К. Руббиа и С. ван дер Меер // Природа. 1985. № 1. С. 94—96.

напрямую связать детектор с компьютером и таким образом повысить скорость набора данных в миллион раз. Применение МПК улучшило также точность измерения траекторий частиц. Возможность работать быстрее и точнее особенно нужна при изучении сложных реакций, где иногда только одна из миллиарда зарегистрированных частиц — как раз та, которую ищут. Работы Шарпака позволили сфокусировать внимание на таких редких взаимодействиях, несущих информацию о наиболее глубинных частях материи.

Что же представляет собой и как действует МПК?

Это параллельный ряд тонких, радиусом около 20 мкм, металлических проволочек, на которые подается положительный потенциал  $U_0 \approx 5$  кВ. Сверху и снизу от анодного ряда, на расстоянии 1—2 см, располагаются катодные плоскости. Детектор наполнен инертным газом, чаще всего аргоном, с малой органической добавкой ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ). Каждая анодная проволочка действует как независимый детектор — это и является «ионоинкой» в изобретении Шарпака. Сигнал возникает на проволочке, ближе всего расположенной к треку частицы, а наведенные сигналы на соседних проволочках малы и имеют другую полярность. По сработавшей проволочке (ее номер в ряду) можно судить о координате частицы. Если, к примеру, расстояние между проволочками  $L=2$  мм, то такова же будет неопределенность в положении трека частицы. Координатная точность камеры, характеризующая стандартным отклонением, составят  $L/3$ , т. е. 0,6 мм. МПК обладает хорошими рабочими характеристиками: временное разрешение камеры 50 нс, эффективность 100 % при одновременной регистрации многих частиц. Ее быстроедействие, т. е. способность прийти в состояние «боевой готовности» после срабатывания, составляет  $10^6$  Гц (на одну проволочку). МПК может работать в интенсивных пучках частиц, эффективно используя дорогостоящее время ускорителей, нормально переносит сильные магнитные поля и широко применяется в магнитных спектромет-

рах. МПК регистрирует все частицы, проходящие через нее, в отличие от других трековых детекторов, работающих в импульсном режиме и поэтому регистрирующих только «отобранные» частицы. Всю тяжесть «переваривания» огромного потока информации она перекладывает на ЭВМ, быстроедействие и большая память которой позволяют обработать и сохранить информацию.

Однако в начале своей карьеры МПК считалась дорогим и капризным детектором с множеством проблем, таких как большое число электронных каналов, высокие требования к точности изготовления, старение проволочек. Понадобилась огромная энергия, изобретательность и упорство Шарпака, чтобы «отшлифовать» свой детектор и дать ему засверкать всеми гранями. Была разработана надежная технология изготовления камер, выбраны подходящие конструкционные материалы (например, золоченый вольфрам для анодных проволочек), предложены стандартные блоки электроники, разработаны математические программы обработки сигналов. Масштаб работ в этой области экспериментальной физики можно оценить по тому факту, что стали традиционными Венские конференции по проволочным камерам (последняя проводилась в 1992 г.). Значительный прогресс достигнут не только в работе конкретных детекторов, но и в общем понимании процессов, происходящих при газовом разряде. Размеры камер растут по мере роста энергии ускорителей. Уже работали камеры площадью  $5 \times 5$  м, содержащие  $10^5$  проволочек. Еще более крупные детекторы создаются для экспериментов на новых гигантских ускорителях — протонных коллайдерах LHC и SSC.

Вслед за МПК появились другие многопроволочные детекторы, автором большинства из которых также был Шарпак: дрейфовая камера, камера с катодным съемом информации, времяпроекционная камера, многорядный лавинный детектор, микростриповая газовая камера, газовая камера с твердым фотокатодом.

В дрейфовой камере,

предложенной Шарпаком в 1970 г.<sup>4</sup>, анодные считывающие проволочки расположены на расстоянии нескольких сантиметров друг от друга. Измеряется промежуток времени  $\Delta t$  между сигналами «старт», задаваемыми внешними счетчиками, и «стоп» от импульса с анодной проволочки. По величине  $\Delta t$  и известной скорости дрейфа находят координату частицы. В результате — экономия десятков электронных каналов и более высокая точность измерения координаты (до 20 мкм).

Еще одно нововведение Шарпака — МПК с катодным съемом информации<sup>5</sup>. Катодные плоскости собираются из отдельных полос (стрипов). Газовый разряд наводит на стрипах индуцированные заряды, величина которых обратно пропорциональна расстоянию между стрипами и сработавшей проволочкой. Центр тяжести распределения зарядов определяет координату частицы с высокой точностью (30—40 мкм). Если стрипы на верхней и нижней катодных плоскостях взаимно перпендикулярны, измеряются сразу же обе координаты —  $x$  и  $y$ .

Модификации многопроволочных камер направлены как на улучшение рабочих характеристик, так и на совершенствование технологии изготовления. Так многорядный лавинный детектор позволяет сохранить ионизационный след частицы на время, необходимое для поступления управляющего сигнала о ее регистрации. В газовом детекторе с твердым фотокатодом значительно повышена эффективность регистрации ультрафиолетового и рентгеновского излучения. Микростриповая газовая камера использует достижения современной техники нанесения тонких металлических полос, заменяющих анодные проволочки.

Шарпак уделяет большое внимание применению своих камер в биологии и медицине, организовав даже собственное

<sup>4</sup> Charpak G., Rahm D., Steicker W. // Nucl. Instr. Meth. 1970. V. 80. P. 113.

<sup>5</sup> Charpak G., Petersen G., Policarpo A. et al. // Nucl. Instr. Meth. 1978. V. 148. P. 471.

малое предприятие. Широкое применение находят МПК в рентгеновской радиологии<sup>6</sup>, заменяя привычные рентгеновские пленки. Здесь проявляется ряд преимуществ камер: высокая чувствительность, что позволяет снизить дозу облучения в десятки раз, широкий диапазон, простая связь с ЭВМ, возможность хранить информацию и оперативно управлять процессом исследования.

Другое применение МПК — в позитронных томографах, где они могут заменить сцинтилляционные детекторы и значительно улучшить качество изображения. Но из-за низкой эффективности регистрации аннигиляционных  $\gamma$ -квантов в газе

камеры требуется большая доза облучения, что недопустимо. Выход из затруднения, как считает Шарпак, в применении новых сцинтилляционных кристаллов, в спектре излучения которых много ультрафиолетовых фотонов<sup>7</sup>. Этот метод, развиваемый уже несколько лет, основан на сочетании кристалла  $BaF_2$  с МПК, наполненной смесью аргона с парами ТМАЕ (тетраметиламинэтилен), которые ионизируются под действием ультрафиолетового излучения.

После извещения о присуждении Нобелевской премии Шарпак сказал в интервью, что его главные усилия будут направлены на применение камер в биологии и медицине. «Премия даст мне для этого необ-

ходимые средства», — отметил он. Уже некоторое время им разрабатывается новый тип детектора, с помощью которого можно будет изучать структуру ДНК и проводить исследования раковых опухолей. Прототипы прибора проходят испытания в Пастеровском институте и в Женевском госпитале. «Полагаю», — сказал Шарпак, — что к 2000 г. моя работа и работа моих коллег приведут к революции в этих областях науки». Зная упорство, с которым Шарпак идет к поставленной цели, его прогноз с большой вероятностью может осуществиться.

Ж. Шарпак — девятый французский нобелевский лауреат по физике.

© Б. И. Лучков,  
доктор физико-математических наук  
Московский инженерно-физический институт

<sup>6</sup> Хабашпашев А. Г. Многоканальные детекторы рентгеновского излучения // Природа. 1980. № 1. С. 30.

<sup>7</sup> Andersson D., Bouclier R., Charpak G. et al. // Nucl. Instr. Meth. 1983. V. 217. P. 217.

## По химии — Р. Маркус

Нобелевская премия по химии за 1992 г. присуждена Р. Маркусу за его вклад в теорию реакций переноса электрона в химических системах.

Рудольф Маркус (Rudolf A. Marcus) родился в 1923 г. в Монреале (Канада), окончил Университет Мак-Гилла в Монреале, там же получил степень доктора философии. В 1951 г. он стал профессором Политехнического института в Бруклине (Нью-Йорк), а в 1964 г. — профессором кафедры физической химии в Иллинойском университете. С 1978 г. по настоящее время Р. Маркус — профессор химии в Калифорнийском технологическом институте.

В решении Шведской академии сказано, что «Маркус награжден за теоретические работы... которые сильно стимулировали развитие экспериментов в химии». Эта формулировка



Р. Маркус.

Фото ИТАР—ТАСС

ка наиболее точно отражает вклад нового лауреата в теорию электронного переноса.

Межмолекулярный перенос электрона — это частный случай широкого класса явлений безызлучательных электронных переходов в многочастичных системах. Изменение состояния электрона в молекулах, примесных центрах в твердом теле и других многочастичных системах чаще всего приводит к изменению структуры частот и населенностей колебательных уровней системы. Иными словами, переход легкой части (электрона) сопровождается резким изменением как равновесных положений, так и колебательных энергий тяжелых частиц системы — атомов и ионов, взаимодействующих с электроном. Общая теория таких явлений была развита в начале 50-х годов в классических работах С. И. Пекара, Кунь Хуана, А. Риса и М. А. Кривоглаза.

Р. Маркус с 1956 г. применил эти результаты к случаю межмолекулярного переноса электрона, когда изменения в колебательных степенях свободы системы наиболее драматичны — ведь меняется зарядовое состояние молекул. Кроме того, Маркус максимально упростил формулы, оставив только одну эффективную колебательную моду, отчего выражение для вероятности переноса электрона математически сильно упростилось. В такой упрощенной и доступной для анализа модели остается небольшое число параметров, которые можно находить из эксперимента и по которым можно классифицировать эксперимент. Это, а также тер-

модинамическая формулировка полученных выражений сделали модель Маркуса чрезвычайно популярной среди экспериментаторов — химиков, работающих в различных областях: электрохимии, фотохимии, биохимии фотосинтеза и др. Цикл работ Р. Маркуса в этом направлении был выполнен в течение 10 лет. Конечно, многие предсказания упрощенной теории Маркуса не подтверждаются на опыте, многие экспериментальные факты, особенно в электрохимии, не следуют из этой теории, однако базу для качественного, а иногда и количественного анализа эксперимента она несомненно представляет.

Отметим, что в нашей стране в таких научных центрах РАН, как Институт химической физики, Институт электрохимии, Институт химической кинетики и горения, теория и эксперимент в области переноса частиц и энергии находятся на высоком научном уровне. Специалистам приятно осознавать, что их область научной деятельности отмечена в этом году Нобелевской премией.

© М. А. Кожушнер,  
доктор физико-математических наук  
Институт химической физики  
им. Н. Н. Семенова  
РАН  
Москва

## По физиологии и медицине — Э. Кребс и Э. Фишер

Нобелевская премия по физиологии и медицине за 1992 г. присуждена двум американским биохимикам, профессора Университета Дж. Вашингтона в Сиэтле Эдвину Кребсу (Edwin Krebs) и Эдмонду Фишеру (Edmond Fischer) за открытие обратимого фосфорилирования белков как регулирующего механизма клеточного метаболизма.

Эти работы, выполненные еще в 60-х годах, описали новый путь регуляции активности ферментов. Спустя десятилетие открытие Кребса и Фишера, признанное в широких научных кругах и вошедшее во все учебники по биохимии, физиологии и фармакологии, использовали в описании едва ли не всех механизмов регуляции клеток. Однако в 80-х годах эти работы стали постепенно забываться, их финансирование и интерес к ним снижались, пока не обнаружилось, что фосфорилирование некоторых белков по ОН-группам тирозина вызывает пролифера-



Э. Кребс (справа) и Э. Фишер.  
Фото ИТАР—ТАСС

цию клеток или их злокачественное перерождение.

Оказалось, что большинство известных онкогенов представляют собой тирозиновые

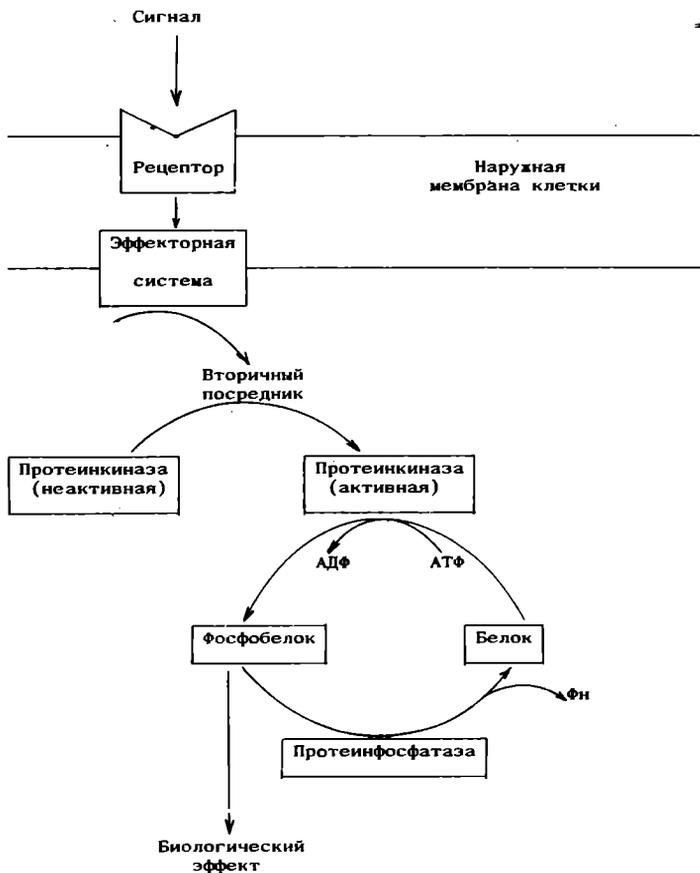
протенинказы: рецепторы всех факторов роста либо сами обладают тирозинкиназной активностью, либо активируют тирозиновые протенинказы. Существуют также тирозиновые протенинфосфатазы, подавляющие злокачественный рост кле-

ток. Именно это обстоятельство вновь возродило интерес к классическим исследованиям Эрла Сазерленда (нобелевского лауреата 1972 г.), Эдвина Кребса и Эдмонда Фишера.

К этому времени нынешние лауреаты достигли возраста (Кребсу — 74 года, а Фишеру — 72), после которого американский ученый уходит в отставку. Более активные и энергичные исследователи начали вытеснять их имена из первой десятки самых цитируемых биологов мира, появились новые лидеры в области трансмембранной сигнализации, фосфорилирования - дефосфорилирования белков. Однако Нобелевский комитет счел нужным отметить премией именно профессоров Кребса и Фишера. Еще Бернард Шоу, отказываясь от Нобелевской премии, сказал, что она является спасательным кругом, брошенным человеку, который уже сумел выбраться на берег. По-видимому, один из основных секретов многолетней престижности этой премии состоит в том, что Нобелевский комитет не спешит с выбором кандидатов на премию — время само отсеивает зерна от плевел. Присуждение Нобелевской премии профессорам Кребсу и Фишеру напомнило мне шутку академика С. Е. Северина, сказанную как-то своим ученикам: «Корни науки горьки, зато плоды ее... кислы. Чтобы получить отдачу от занятой наукой, ученому нужно жить долго».

В чем суть открытия, почему именно оно получило столь высокое признание, почему премия присуждена по медицине, хотя эти ученые занимались чисто фундаментальной наукой?

Человек воспринимает внешние сигналы (свет — сетчаткой глаза, вкус веществ — вкусовой выстилкой языка, запах — обонятельной выстилкой носа, механическое раздражение — так называемыми механорецепторами, присутствующими почти во всех клетках) через очень сходные механизмы — системы вторичных посредников, образующиеся в клетках в ответ на возбуждение соответствующих рецепторов. Чтобы эти же системы клетки «общаются» между собой: одни клетки секретируют специальные молекулы (гормо-



ны, нейромедиаторы, факторы роста, простагландины и др.), которые, связываясь с рецепторами других клеток, вызывают в них появление соответствующих вторичных посредников — циклических АМФ или ГМФ, ионов  $Ca^{2+}$  или диацилглицерина, активирующих соответствующие ферменты: протеинкиназу А (циклический АМФ), протеинкиназу G (циклический ГМФ), протеинкиназу (ионы  $Ca^{2+}$ ). Каждая из этих протеинкиназ имеет в клетке собственные белковые субстраты, на которые она переносит фосфат из АТФ. Образуются фосфобелки (во всех этих случаях фосфат присоединяется ковалентно к сериловым или треониловым остаткам белков), что существенно изменяет их свойства. Эта химическая модификация белков обратима —

существуют десятки специфических протеинфосфатаз (они также являются регулируемыми ферментами), которые дефосфорилируют фосфобелки, тем самым гася сигнал, чем бы он ни был вызван — гормоном, пахнущим веществом или механическим раздражением.

Хорошей иллюстрацией такого каскадного действия вторичных посредников может служить процесс распада и синтеза гликогена — основного резерва глюкозы в организме. Так, активация протеинкиназы А приводит к фосфорилированию двух ключевых ферментов метаболизма гликогена — гликогенсинтетазы, катализирующей синтез гликогена, и фосфоорилазы, отщепляющей от гликогена остатки глюкозы. В результате присоединения фосфора к

Схема внутриклеточной сигнализации. Сигнал — молекулы гормона, нейромедатора, фактора роста, механическое раздражение, свет [сетчатка глаза], одорант [обонятельная выстилка] и т. п. Рецептор — белковая молекула, специфически узнающая определенный сигнал и реагирующая на него включением эффекторной системы. Эффекторная система — фермент или ионный канал [аденилатциклаза, фосфолипазы С или А<sub>2</sub>, рецепторуправляемый кальциевый канал и т. п.]. Вторичный посредник — циклический АМФ, диацилглицерин, инозитолтрифосфат, высвобождающий ионы Ca<sup>2+</sup> из ретикулума, ионы Ca<sup>2+</sup>, входящие в клетку через ионный канал или выходящие из ретикулума, и др. Протеникиназа — внутриклеточный фермент, который активируется путем связывания вторичного посредника. Протеникиназы А, G, C, а также кальмодулинзависимая протеникиназа активируются соответственно циклическим АМФ, циклическим ГМФ, диацилглицерином и ионами Ca<sup>2+</sup>, гидролизует АТФ до АДФ, ковалентно модифицируют треонин или серин в составе белков-субстратов протеникиназ. Тирозиновые протеникиназы активируются без участия специфических вторичных посредников; сами являются мембранными рецепторами факторов роста либо же локализованы в цитоплазме и активируются путем фосфорилирования протеникиназой С; переносят фосфат с АТФ на тирозин белковых субстратов. Белок — фосфобелок — белковые субстраты протеникиназ, являются ферментами, регуляторными белками или переносчиками ионов и метаболитов. При фосфорилировании-дефосфорилировании изменяется их каталитическая активность, регуляторные или транспортные свойства, внутриклеточная локализация и т. п. Протенинфосфатаза — фермент, дефосфорилирующий фосфобелки, регулируется прямо или опосредованно [через специфические белковые ингибиторы и активаторы] циклическим АМФ, ионами Ca<sup>2+</sup> и другими внутриклеточными веществами. Биологический эффект — специфический ответ клетки на определенный внешний сигнал. Специфичность обеспечивается реакцией соответствующего рецептора на определенный сигнал, включением соответствующим рецептором определенной эффекторной системы, а следовательно, образованием соответствующего вторичного посредника и через него — включением соответствующей протеникиназы, которая фосфорилирует определенный белок [или белки], вызываящий данный биологический эффект.

этим белкам меняется их активность: у синтетаза она уменьшается, у фосфорилазы увеличивается. В итоге это приводит к тому, что синтез гликогена резко подавляется, а распад гликогена усиливается.

В разработку этой теории наибольший вклад внесли Э. Сазерленд, открывший циклический АМФ, аденилатциклазу и фосфодиэстеразу циклического АМФ, а также Э. Кребс и Э. Фишер, открывшие протеникиназы и протенинфосфатазы. Нобелевская премия 1992 г. присуждена главным образом за эту теорию, а не за несомненные заслуги Кребса и Фишера в изучении регуляции распада гликогена. Их многолетние исследования были посвящены выяснению механизмов действия протеникиназы А, фосфорилирую-

щей киназу фосфорилазы, которая в свою очередь фосфорилирует фосфорилазу, а также выяснению того, как фосфорилаза и киназа фосфорилазы дефосфорилируются. Основные принципы работы этих белков оказались одинаковы для десятков других протеникиназ, протенинфосфатаз и их белковых субстратов, в том числе и для так называемых тирозиновых протеникиназ, которые присоединяют фосфат к тирозинам некоторых белков, тем самым вызывая пролиферацию и злокачественную трансформацию клетки.

Известны многие другие механизмы посттрансляционной модификации белков: метилирование, гидроксильное, сульфирование, аденилирование, АДФ-рибозилирование

и др. Эти модификации (главным образом, необратимые или медленно обратимые) также осуществляют специальные ферменты и, несомненно, регулируются внеклеточными сигналами. Однако биохимические механизмы, приводящие к таким изменениям, как и их роль в функционировании клетки, остаются неизвестными. Что же касается фосфорилирования-дефосфорилирования белков, то этот механизм в основном расшифрован, установлено, что с его помощью многие сигналы (не только гормональные, но и другие внешне воздействия) влияют на метаболизм сахаров и липидов, форму и фенотип клетки, мышечную и немышечную подвижность, клеточную дифференцировку и пролиферацию, синтез и секрецию многих веществ и т. д. Медицинская наука получила возможность перейти от исследований на целом организме или органе на отдельную клетку или очищенные ферменты, использовать эти более простые модели для выяснения того, что происходит в организме при развитии патологии и ее лечении, внести биохимический скрининг новых антагонистов гормонов, антипролиферативных агентов или регуляторов метаболизма. Замечательная теория внутриклеточной сигнализации, в разработку которой большой вклад внесли нынешние лауреаты Нобелевской премии, вдохновляет биологов и медиков на поиск и расшифровку новых регуляторных механизмов, обеспечивающих одно из важнейших условий существования живого — замечательную согласованность всех химических процессов в организме — по времени, скорости и месту протекания, способность живой клетки адаптироваться к изменениям в окружающей среде, реагировать на изменения в других клетках и тканях и, в свою очередь, воздействовать на эти клетки и ткани путем секреции собственных сигнальных молекул.

© В. А. Ткачук,  
доктор биологических наук  
Кардиологический научный центр  
РАМН  
Москва

**Космические исследования****Запуски космических аппаратов: июль — август 1992 г.**

В июле—августе 1992 г. с космодромов Байконур и Плесецк запущены 19 космических аппаратов, в том числе 14 спутников серии «Космос».

«Космос-2204, -2205, -2206» предназначены для продолжения отработки элементов и аппаратуры глобальной космической навигационной системы «Глонасс», с помощью которой будет определяться местонахождение самолетов гражданской авиации и судов морского и рыболовного флотов.

Транспортный космический корабль «Союз ТМ-15» доставил на орбитальный научно-исследовательский комплекс «Мир» российско-французский экипаж в составе: летчик-командир экипажа, С. В. Авдеев (бортинженер), М. Тонини (космонавт-исследователь). Работу на орбите экипаж продолжал до 10 августа 1992 г.: в 10 час. 09 мин. по московскому времени на Землю в спускаемом аппарате «Союза ТМ-14» вернулись М. Тонини (длительность космического полета которого составила 13 сут 18 ч 56 мин) и А. С. Викторенко и А. Ю. Калери, работавшие на орбите в рамках 11-й экспедиции (длительность их пребывания в космосе 145 сут 15 ч 11 мин). А. Я. Соловьев и С. В. Авдеев продолжили работу на орбите в рамках 12-й длительной экспедиции на «Мире».

Грузовой автоматический корабль «Прогресс М-14» доставил на орбиту топливо для объединенной двигательной установки станции и другие расходные материалы, а также аппаратуру и оборудование.

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	накло- ние, град	период обраще- ния, мин
«Космос-2195»	2.VII	975	1 023	82,9	104,8
«Космос-2196»	8.VII	608	39 235	62,8	707
«Космос-2197—2202»*	13.VII	1 422	1 442	82,6	114,6
«Горизонт»	15.VII	36 567	36 567	1,4	1 476
«Космос-2203»	24.VII	198	334	62,8	89,5
«Союз ТМ-15»	27.VII	200	233	51,6	88,6
«Космос-2204»	30.VII	19 141	19 141	64,8	676
«Космос-2205»					
«Космос-2206»**					
«Космос-2207»	30.VII	195	263	82,3	88,7
«Молния-1»	6.VIII	636	40 693	63,6	737
«Космос-2208»	12.VIII	790	826	74,1	100,9
«Прогресс М-14»	16.VIII	191	251	51,6	88,6
«Ресурс-Ф»	19.VIII	193	258	82,6	88,7

\* Спутники «Космос-2197—2202» запущены одной ракетой-носителем «Циклон».

\*\* «Космос-2204, -2205, -2206» запущены одной ракетой-носителем «Протон».

Очередной спутник связи «Горизонт» был выведен на близкую к стационарной круговую орбиту для дальнейшего развития систем связи и телевизионного вещания; спутник связи «Молния-1» обеспечил эксплуатацию системы дальней телефонно-телеграфной радиосвязи, а также передачи программ телевидения из Москвы на пункты сети «Орбита».

На очередном спутнике «Ресурс-Ф» была установлена аппаратура для проведения разномасштабной многозональной и спектральной фотосъемки (продолжались исследования природных ресурсов Земли и решались экологические задачи в интересах науки, различных отраслей народного хозяйства и международного сотрудничества). На «Ресурсе-Ф» были размещены два спутника «Пион» для исследований верхних слоев атмосферы.

Все космические аппараты были запущены ракетами-носителями «Космос», «Молния», «Союз», «Циклон», «Протон».

© С. А. Никитин  
Москва

**Космические исследования****Гало — не только вокруг Солнца**

Поиск новых типов космических траекторий, реализуемых при помощи аппаратов с солнечным парусом<sup>1</sup>, дал очередные интересные результаты. Как установил К. Макиннес (С. R. McInnes; Университет Глазго,

<sup>1</sup> Шварцбург А. А. // Природа. 1991. № 12. С. 101—102.

Великобритания), открытые им ранее гало — круговые орбиты, плоскость которых не содержит гравитирующий центр, — могут существовать не только вокруг Солнца, но и у планет Солнечной системы, например вокруг Земли<sup>2</sup>. Движение по ним в значительной степени определяется притяжением планеты; в «смещенном» относительно планеты положении орбиты удерживаются постоянной компонентой силы светового давления на хорошо отражающую поверхность паруса. Тем не менее такие орбиты не будут непременно осевыми («нанизанными») на продолжение оси Солнце — планета; достаточно, чтобы вектор планета — центр гало образовал с этой осью тупой угол. Радиус орбит и их высота над планетным терминатором не ограничены, а угловая скорость может быть любой для осевых и единственной для всех остальных гало. При этом они должны целиком располагаться глубоко внутри сферы влияния планеты (для Земли, например, на расстоянии до 250—300 тыс. км).

Из-за геометрической тождественности общая картина орбит для разных небесных тел, их иерархия и топология универсальны, однако сложность их практического осуществления (для создания парусников) неодинакова и зависит от соотношения таких величин, как масса и диаметр планет, их удаленность от Солнца. Наилучшие условия — вблизи Меркурия и Венеры; несколько худшие, но все же вполне приемлемые — у Марса и Земли. Для остальных планет эти условия настолько неблагоприятны, что скорее всего вблизи них подобные гало нереализуемы, если, конечно, исходя из разумной полезной площади и массы аппаратов.

Маккиннес построил теорию, однозначно связывающую требуемые параметры орбит с необходимыми для их достижения характеристиками солнечного паруса и законом управления его ориентацией; совместно с К. Макферсоном (К. Р. Macpherson) он определил область динамически устойчивых орбит.

<sup>2</sup> McInnes C. R., Macpherson K. P. // Report N334. Conf. IAF. Montreal. 1992.

Кроме того, были проанализированы уникальные приложения планетоцентрических гало, важнейшее из которых — изучение трехмерной структуры магнитосферных «хвостов» Земли и планет и природы их взаимодействия с солнечным ветром. Особая ценность солнечного паруса состоит в том, что на рассматриваемых орбитах он может непрерывно находиться непосредственно в магнитоплазме или на заданном уровне в глубине хвоста, тогда как отклонение хвоста от противосолнечного направления легко компенсируется использованием неосевых гало. Эксплуатация двух кораблей, синхронизованных по периоду обращения, позволит проследить распространение неоднородностей вдоль магнитосферного хвоста, тем самым надежно разделить и идентифицировать их пространственные и временные изменения.

Предлагается также и другое решение этой задачи — с помощью аппарата, неподвижно зафиксированного в нужной точке хвоста. В таком режиме эффективность паруса при перемещении поперек хвоста почти не меняется. Тем самым обеспечивается сколь угодно медленное пересечение хвоста по кривой произвольной формы, что создает идеальные предпосылки для его трехмерного картирования методом «послойного сканирования».

© А. А. Шварцбург  
Москва

Космология

**Вселенная, подобная матрешке!**

Р. Олдершоу (R. Oldershaw; Амхерстский колледж, штат Массачусетс, США) выдвигает гипотезу «иерархической» космологии, развивающую теорию, вышедшую из моды с появлением гипотезы Большого взрыва: при каждом переходе в наблюдательной астрономии ко все более крупномасштабным объектам за ними обнаруживается «следующая» структура. Рассматриваются только известные формы материи и иг-

норируется «экзотическая» возможность существования «темной материи». При этом с очевидностью выстраивается «иерархическая лестница»: протоны и нейтроны (барионы) построены из кварков, звезды — из барионов, галактики — из звезд; а не так давно обнаружено существование не просто галактических скоплений, но и сверхскоплений и т. д.

Если Олдершоу прав, наблюдаемое расширение Вселенной не есть следствие общего взрыва, происшедшего 15 млрд. лет назад, а представляет собой лишь «местное» явление, охватывающее только сравнительно небольшую область Метагалактики, переживающей локальный взрыв. Этим можно было бы объяснить тот странный факт, что астрономы наблюдают звезды, возраст которых превышает возраст Вселенной.

Бесконечная во времени и пространстве Вселенная сняла бы проблему понимания своего происхождения, приписываемого Большому взрыву, и сингулярности, предполагающей первоначальные точечные ее размеры. Отпадает необходимость и в не наблюдаемой пока «темной материи», неизбежной при Большом взрыве.

Примитивно строение подобной Вселенной можно уподобить матрешке с бесконечным количеством уровней, вписанных один в другой.

Гипотеза Олдершоу привлекла внимание многих космологов, которые пока не находят в ней внутренних противоречий.

Astrophysics and Space Science.  
1992. V. 189. P. 163 (США).

Астрофизика

**Откуда избыток бора?**

До сих пор непонятно, почему некоторые очень старые звезды содержат бора больше, чем, согласно существующим теориям, должно было возникнуть в момент Большого взрыва.

По мнению И. Танихата (I. Tanihata; Японский институт физических и химических исследований), количество возникше-

го тогда бора было большим, чем полагали специалисты, из-за ядерных реакций, происходивших между литием и гелием в «огненном шаре» Большого взрыва.

К такому выводу исследователь пришел, проведя эксперименты, в которых бомбардировал образцы  ${}^6\text{Li}$   $\alpha$ -частицами — атомами гелия, с которых «ободраны» их электроны. Образование бора в момент Большого взрыва, т. е. около 15 млрд. лет назад, было, видимо, первым шагом к возникновению и более тяжелых элементов.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1817. P. 11 (Великобритания).

#### Планетология

### И все-таки Земля и Венера сходны!

С 1979 г., когда на Землю стали поступать радарные изображения поверхности Венеры, полученные космическими аппаратами, специалисты спорят, насколько эти соседние планеты сходны в своем строении и эволюции. Вначале, на основании изображений, сделанных еще с малым разрешением, утверждалось, что на Венере идут такие же глобальные тектонические процессы, что и на Земле. Однако первая же серия изображений с высокой степенью разрешения, сделанных в 1991 г. межпланетной станцией «Магеллан»,казалось, полностью перечеркнула такую гипотезу.

Теперь, когда подобных изображений накоплено больше, а их анализ значительно продвинулся, Д. П. Маккензи (D. P. McKenzie; Кембриджский университет, Великобритания) заключил, что плитовая тектоника на Венере существует, хотя, возможно, и в более скромном масштабе, чем на Земле, где молодая кора возникает вдоль хребтов, опоясывающих всю планету, и ее гигантские плиты перемещаются на тысячи километров, прежде чем уйти в недра в районах глубоководных желобов на дне океана.

По мнению Маккензи, венерианская плитовая тектоника есть процесс, ограниченный коронами — крупными кольцевыми областями, заполненными продуктами вулканических извержений и нередко окруженными синклиальной впадиной.

Крупнейшей короной является область Артемиды (поперечник около 2600 км) на краю экваториального нагорья Терра Афродита. Именно здесь образуется молодая кора, распространяющаяся затем вширь, подобно тому, как это происходит в срединно-океанических хребтах на Земле. А за пределами короны Артемиды расположены впадины глубиной до 4 км, сходные с глубоководными желобами, служащими на Земле местом погружения коровых плит в мантию.

К подобному заключению автора привело сопоставление полученных «Магелланом» изображений Венеры со снимками океанического дна, сделанными на Земле погружаемым аппаратом «Gloria», составлявшим карту подводного рельефа с помощью сонара.

Эти выводы подтвердили Дж. Шуберт (G. Schubert; Университет штата Калифорния, Лос-Анджелес) и Д. Сандуэлл (D. Sandwell; Скриппсовский океанографический институт, Ла-Холья, Калифорния). Изучая расселины Диана Хазма и Дали Хазма на Венере, они выявили там характерные зубчатые дуги, подобные известным на дне Тихого океана, в его юго-западном регионе.

Разрезы, построенные по альтиметрическим данным «Магеллана», позволяют заметить, что эти расселины обладают характерными выступами там, где обращены к короне Артемиды. Такая же черта присуща и аналогичным земным объектам, находящимся сбоку от глубоководных океанических желобов. Как и на Земле, венерианские коровые плиты «выпячиваются» вверх по мере того, как, изгибаясь, погружаются в мантию.

Однако, как указал С. Соломон (S. Solomon; Массачусетский технологический институт, Кембридж, США), согласно вычислениям, сделанным Сандуэллом, выгнутые вверх области свидетельствуют о толщине 40—50 км погружающихся

венерианских плит, что соответствует параметрам их земных аналогов. Но на Венере, где температуры на поверхности близки к 475 °С, верхний жесткий слой должен быть намного менее мощным, чем на Земле.

Впрочем, Соломон не полностью опровергает новую гипотезу. Уже признано, что под коронами на Венере находятся вздымающиеся из недр мантийные струи, вызывающие вулканическую активность на поверхности. Возможно, вулканические породы новых извержений могут образовывать молодую кору, которая затем располагается и опускается в желоба.

На Земле подобный циклический процесс смены поверхностных пород глубинными служит основой отдачи внутренней тепловой энергии. На Венере же это маловероятно. Хотя на Венере потенциальные районы погружения и более распространены, других примеров растяжения коры, столь же отчетливых, как в районе Артемиды, обнаружить не удается. Возможно, только наиболее крупные короны могут «подрожать» земной тектонике. В подобных условиях на Венере должны существовать какие-то иные способы охлаждения недр.

Science. 1992. V. 256. P. 1634 (США).

#### Физика

### G-мезон — возможный кандидат в глоболы!

В настоящее время ни у кого не вызывает сомнения, что большинство обнаруженных сильновзаимодействующих частиц — адронов — состоят из кварков, обладающих особым зарядом («цветом») и взаимодействующих между собой с помощью особых «цветовых» (глюонных) полей. Частицы, отвечающие этим полям, носят название глюонов, поскольку играют роль «клея», скрепляющего кварки. В отличие от фотонов глюоны сильно взаимодействуют друг с другом и, в принципе, могут образовывать адроны, состоящие только из

глюонов<sup>1</sup>. Теоретически возможны и смешанные состояния (гибриды), образованные парой кварк — антикварк и глюоном.

Большой интерес представляет экспериментальный поиск таких состояний, поскольку их обнаружение может, в частности, пролить свет на проблему неразделимости кварков.

Для поиска возможных кандидатов в глюболы среди вновь открываемых частиц используются определенные критерии: эта частица должна наблюдаться в тех каналах реакции, где возникают глюоны (например, при аннигиляции антикварков с кварками). Состояние, отвечающее квантовым числам частицы, должно быть уже «занято» адронном из обычных кварков и антикварков (т. е. частица оказывается как бы «лишней»). Кроме того, возможным признаком глюбола, или гибрида, является его усиленный распад на  $\eta$  и  $\eta'$ -мезоны с массами 550 и 950 МэВ.

В соответствии с последним критерием один из возможных кандидатов в глюболы — G-мезон массой около 1600 МэВ — был открыт несколько лет назад на установке ГАМС Института физики высоких энергий (Серпухов)<sup>2</sup>. Его современное обозначение  $f_0$  (1590).

Дальнейшие исследования, проведенные той же совместной группой ИФВЭ — ЦЕРН на ускорителе SPS в ЦЕРНе при большей энергии и в других каналах реакции, подтвердили существование обнаруженного G-мезона с моментом 0 и положительной четностью. Более того, была найдена новая частица с похожими свойствами распада, но уже со спином 2, распадающаяся преимущественно на  $\eta$ -мезоны и обладающая массой около 2200 МэВ. Именно такая последовательность масс и спинов может быть характерной для глюоболов.

Недавно международная

группа «Cristal Barrel», работающая на антипротонном источнике LEAR (Low Energy Antiproton Ring), сообщила об обнаружении частицы массой 1560 МэВ (в пределах ошибок опыта совпадающей с массой G-мезона) в реакции аннигиляции антипротонов с протонами. По мнению авторов работы, масса, ширина, квантовые числа и канал распада  $f_0$  (1560) делают эту частицу подобной  $f_0$  (1590), открытой ранее на установке ГАМС<sup>3</sup>. Рождение и свойства ее распада позволяют считать эту частицу наиболее вероятным кандидатом в основное состояние глюбола. Ее возникновение в антипротон-протонной аннигиляции — дополнительное свидетельство в пользу этой гипотезы.

CERN-PRE/92-114.

Техника

### Дирижабль-«пылесос»

Дж. Бартоломью (J. Bartolomew) и Д. Джентейл (D. Gentail) из Калифорнии подали в патентное бюро США идею под названием «летающий пылесос».

На борту дирижабля устанавливают приборы, измеряющие степень и характер загрязнения атмосферы над большими городами. Специальный датчик, смонтированный в воздухозаборнике, сообщает бортовой ЭВМ результаты измерений, а та направляет поток воздуха в соответствующий очистительный «отдел», например каустический скруббер (газопромыватель), если речь идет о хлоре. Если же в атмосфере скопились кислотные газы, применяется увлажняющее устройство. Мельчайший сетчатый фильтр справится с заполнившимися воздух пылевыми частицами и т. д.

Дирижабль — сооружение дорогое. Но изобретатели резонно отмечают, что подземные хранилища около Амарилью

в штате Техас заполнены большим количеством гелия, считающегося стратегическим материалом, с которым не знают, что теперь делать. «Холодная война» закончилась, и его цена неизбежно упадет.

Бартоломью и Джентейл получили патент WO91/17803. Исполняет ли его кто-нибудь? New Scientist. 1992. V. 133. N 1810. P. 28 (Великобритания).

Медицина

### Антиканцерогенные свойства лабазника вязолистного

Лабазник вязолистный (Filipendula ulmaria) — распространена в европейской части России и Западной Сибири многолетнее травянистое растение, применяемое в народной медицине.

Установлено, что в состав отвара цветков лабазника входят салицилаты, обладающие противовоспалительным свойством, и флавоноиды, предотвращающие образование свободных радикалов. Эти свойства относят к числу тех, которые обеспечивают антиканцерогенное действие различных веществ. Причем входящие в состав этого растения флавоноиды (рутин и кверцетин) могут не только предупреждать развитие опухолей, но и проявлять противоопухолевую активность.

Эти данные явились основанием для исследования возможностей применения отвара цветков лабазника вязолистного в онкологии, которое и было осуществлено сотрудниками НИИ онкологии им. Н. Н. Петрова (Санкт-Петербург) В. Г. Беспаловым и др.

Антиканцерогенное действие отвара изучали на моделях опухолей нервной системы и почек крыс, а также на моделях опухолей шейки матки и влагалища мышей, противовирусную активность — на моделях перевиваемых опухолей: саркоме-180 и эпидермоидной карциноме легких у мышей.

Результаты проведенных экспериментов показали, что отвар цветков лабазника вязолист-

<sup>1</sup> Подробнее об этом см.: Герштейн С. С., Логунов А. А. Единство фундаментальных сил природы и поиски глюболов — частицы из ядерного «клея» // Природа. 1985. № 1. С. 6—19.

<sup>2</sup> Ландсбергер Л. Г. Фотонные миссии. // Природа. 1986. № 4. С. 72—84.

<sup>3</sup> Vinon F. //Nuovo Cimento. 1983. N 78A. P. 313; Alde D. et. al. // Phys. Lett. 1988. V. 201. P. 160.

ного может применяться в онкологии как для первичной профилактики опухолей, так и для лечения предраковых изменений и в комплексной терапии злокачественных новообразований.

Следует также отметить, что в нашей стране имеется надежная сырьевая база для производства лекарственных препаратов из лабазника вязолистного.

Химико-фармацевтический журнал. 1992. № 1. С. 59—61.

заражения ВИЧ. При наблюдениях за ними в течение 8 мес признаки заболевания у них не проявились, тогда как контрольные животные, не получившие СВ1, погибли.

По мнению авторов, петля V3 должна сыграть важную роль в получении эффективной вакцины против возбудителя СПИДа. Nature. 1992. V. 355. N 6360. P. 728 (Великобритания).

#### Медицина

### Холера в Африке и Америке

Холера — одно из наиболее страшных эпидемических заболеваний, являющееся показателем серьезных нарушений санитарии и гигиены. Борьба против холеры — это борьба прежде всего с бедностью и плохими условиями жизни.

В 20-е годы эпидемия холеры поразила миллионы людей на африканском континенте, тысячи из них умерли. В 1991 г. она зафиксирована в 20 африканских странах, где 13 тыс. чел. погибли. Ситуация продолжает ухудшаться: эпидемия распространяется на юг Африки.

Центром эпидемии холеры в Латинской Америке было Перу (301 277 из 366 060 зарегистрированных к концу 1991 г. случаев), но есть сообщения о холере и из 14 других стран этого региона. После Перу наибольшее число случаев зарегистрировано в Эквадоре (42 173) и Колумбии (11 218 случаев). К странам, в которых зафиксировано больше 1 тыс. случаев холеры относятся Гватемала (3530 случаев) и Панама (1177 случаев). Смертность от холеры в странах Латинской Америки составляет от 0,94 % (в Перу) до 2,5 % (в Панаме). Заболевание продолжает распространяться к югу до Чили (41 случай) и к северу Мексики (2605 случаев). Стало известно о 24 случаях (нелетальных) в США, причем 16 человек заболели после поездки в Латинскую Америку.

Так как холера зарегистрирована почти во всех странах

Латинской Америки, граничащих с Карибским морем, ее распространение на острова Карибского моря, по-видимому, неизбежно.

7 мая 1992 г. в Женеве состоялась конференция африканских стран, на которой была рассмотрена ситуация с холерой в Африке. Принято решение объединить усилия всех африканских стран для борьбы с этим заболеванием.

The Lancet. 1992. V. 339. N 8795. P. 737 (Великобритания); Press Release. WHA. 1992. N 17. P. 2 (Швейцария).

#### Медицина

### Старение пищеварительного тракта

До настоящего времени процессы старения пищеварительного тракта у человека остались недостаточно изученными. Получены новые данные, позволяющие судить о возрастных изменениях желудочно-кишечного тракта. Так, при эндоскопическом исследовании желудка установлено, что с увеличением возраста пациентов происходит атрофия слизистой желудка и начиная с 40 лет снижается базальная секреция соляной кислоты. Кроме того, в процессе старения развивается гипертрофия париетальных клеток желудка, изменения поверхности ворсинок энтероцитов, приводящие к трофическим нарушениям кишечника, а также происходит снижение экзокринной секреции поджелудочной железы, в том числе секреции фермента липазы, расщепляющей жиры.

Изменения, развивающиеся в желудочно-кишечном тракте с возрастом, тем не менее не имеют особого значения для здоровья пожилых людей, но связаны со снижением адаптационных возможностей к таким стрессовым факторам, как недостаточное питание и заболевания, что и может привести к патологии желудочно-кишечного тракта.

La Press Médicale. 1992. V. 21. № 5. P. 713 (Франция).

#### Медицина

### К борьбе со СПИДом

Эффективность вакцинации против СПИДа во многом зависит от состава антигена, из которых такая вакцина готовится — от их иммуногенности и значения в развитии заболевания. В связи с этим внимание исследователей во главе с И. Эмини (E. Emimi; Исследовательская лаборатория, Филадельфия, США) привлекла та часть белка оболочки ВИЧ, которая носит название петли V3 и играет важную роль в проникновении вируса в клетки. Эта петля представляет собой цепочку из 30 аминокислот, однако состав ее может меняться, что помогает ей «маскироваться» от воздействия иммунной системы организма. Авторы предположили, что антитела к V3 должны блокировать попадание ВИЧ внутрь клеток. Для проверки своей гипотезы они вводили обезьянам-шампанзе высокоочищенные специфические антитела к V3, названные ими СВ1, а через 24 ч заражали этих животных большой дозой живого ВИЧ, вводя его внутривенно. Контрольных животных заражали ВИЧ, не вводя им антитела. В результате у контрольных животных спустя три недели появились признаки заболевания, а те, кому ввели СВ1, оставались здоровыми по крайней мере в течение года.

В следующих экспериментах обезьянам вводили антитела СВ1 через 10 мин после

## Медицина

**Эпидемия ожирения у американских индейцев**

Инфекционные заболевания, такие как туберкулез, трахома и диарея, широко распространены лет 40 назад у американских индейцев и коренных жителей Аляски, ныне успешно контролируются благодаря проводимым государственным медицинским программам. Однако в последнее время аборигены гораздо чаще страдают сахарным диабетом (в некоторых племенах — до половины всех взрослых), а также ожирением (в любом возрасте). Дети предрасположены к ожирению при ожирении у матери и большой массе тела при рождении. Предполагают также, что ожирение может развиваться у детей, чьи матери болели диабетом во время беременности.

Те же проблемы существуют у многих развивающихся странах Азии, Латинской Америки и Африки, где с каждым годом больных диабетом становится больше (как и тучных людей), что требует срочного проведения профилактических мероприятий.

American Journal of Diseases of Children. 1992. V. 146. N 3. P. 285—286 (США).

## Медицина

**Влияние цинка на формирование алкогольной зависимости**

Ученые из Института энергетических проблем химической физики РАН под руководством А. В. Скального изучили связь между изменением содержания цинка в организме и формированием алкогольной зависимости. Интерес к этой проблеме возник потому, что у больных алкоголизмом обнаружено снижение содержания цинка на 15—30 % в структурах головного мозга, печени и крови. Другие исследования показали, что крысы, переведенные на дефицитный по цинку рацион, добровольно пьют алкоголь содержа-

щие напитки, причем авторами впервые установлено, что добавление цинка в питание крыс и мышей (в дозах 50 мкг/г) снижает их интерес к алкоголю, содержание же цинка в мозге животных возрастает.

Авторы разработали один из возможных терапевтических подходов к лечению алкогольной зависимости: в организм вводится высокодисперсный порошок металла, обладающий способностью сохраняться в месте введения и обеспечивающий медленное поступление цинка в организм в дозах, близких к физиологическим.

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1992. № 4. С. 383—385.

## Медицина

**Женщины и табак**

Эксперты ВОЗ предполагают, что к 2020 г. более миллиона женщин будут умирать ежегодно от заболеваний, возникающих в результате курения. После первой мировой войны курить молодой женщине считалось неприличным. Эмансипация женщин привела к тому, что с каждым годом увеличилось число курящих женщин, особенно в индустриальных странах. Однако, как только стало известно о неблагоприятном воздействии курения на здоровье людей, женщины, которые первыми закурили, были первыми же, кто бросил эту пагубную привычку. Теперь курение все больше ассоциируется с низким образовательным уровнем. По официальным данным, у жителей развивающихся стран курение распространяется со скоростью 2,1 % в год, однако истинная распространенность курения среди женщин этих стран приблизительно 5—10 %, а в некоторых районах достигает 25 % (т. е. 80 % всех проживающих там женщин курят).

В индустриальных странах число курящих мужчин и женщин постепенно сравнивается, причем женщины нередко начинают курить в более раннем возрасте, чем мужчины. Если эта

тенденция сохранится, то уже в недалеком будущем курящих женщин станет больше, чем курящих мужчин.

До недавнего времени считалось, что заболеваемость и смертность, связанные с курением, среди женщин ниже, чем среди мужчин. Это привело к предположению, что женский организм более устойчив к повреждающему действию табака. Последние исследования показали, что женщины не менее подвержены воздействию табака, чем мужчины, и, более того, сталкиваются с дополнительным риском. Курящие женщины более подвержены инфекциям половых путей и чаще страдают бесплодием по сравнению с некурящими. У них также чаще возникают нарушения менструального цикла (например, на два-три года раньше начинается менопауза). Курение во время беременности часто приводит к преждевременным родам, спонтанным выкидышам, фетальной и перинатальной смерти или увеличению риска рождения ослабленного, больного ребенка.

У детей курящих матерей повышается риск заболеваний в первые годы жизни пневмонией, острым бронхитом, трахеитом, ларингитом и другими респираторными болезнями. В некоторых исследованиях установлен также риск хронического воспаления среднего уха у детей, родители которых курят.

Известно, что с числом ежедневно выкуриваемых сигарет увеличивается риск инфаркта миокарда, прежде всего вследствие эффектов никотина и окиси углерода. Кроме того, никотин ухудшает кровообращение и усвоение кислорода, оказывает неблагоприятный эффект на кожу, волосы и глаза, приводит к развитию преждевременных морщин, поражению зубов, изменению их цвета, изменению ногтей, охриплости голоса и хроническому кашлю. Однако курящие женщины считают, что сигареты помогают им справиться с тоской и одиночеством, унынием, жизненными неудачами, гневом, крушением надежд. Характерно, что женщинам труднее бросить курить, чем мужчинам, часто из-за боязни прибавить в весе. Если же женщинам и удается какое-то

время воздерживаться от курения, то они вновь начинают курить в критической ситуации. Мужчины же, напротив, могут возобновить курение в ситуациях, связанных с положительными эмоциями.

Эксперты ВОЗ считают, что необходимо срочно принимать меры по предупреждению курения женщин и, таким образом, заболеваемости и смертности от табакокурения. Особенно важно предупреждение курения у девочек.

WHO, WHO Features. 1992. N 166 (Швейцария).

#### Медицина

### Тюрьма мстит

По данным Всеевропейского центра эпидемиологии СПИДа (апрель — 1992 г.), число людей, зараженных ВИЧ в результате переливания крови, из европейских стран больше всего во Франции и к концу 1991 г. составляло 1021, в Великобритании — 76, в Германии — 154 и в Италии — 171.

Причину столь существенной разницы специалисты видят в том, что во Франции служба переливания крови продолжала использовать в качестве доноров заключенных, тогда как в иных странах от этого отказались еще в 1983 г. Между тем в 1985 г. установлено, что среди французских заключенных, страдающих наркоманией, около половины было инфицировано этим вирусом. Теперь эта практика полностью прекращена.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1817. P. 11 (Великобритания).

#### Биология

### Гиганты Земли

До сих пор самыми крупными обитателями нашей планеты считались в море — кит синий полосатик (*Sibbaldus musculus*), а на суше — секвойя, или мамонтово дерево (*Sequoia sempervirens*). Но, как утверждают исследователи М. Смит

(M. Smith; Технологический университет штата Мичиган, США) и Дж. Андерсон (J. Anderson; Торонтский университет, Канада), на Земле существует еще один гигант.

Изучая жизнь растений в северной части штата Мичиган (США), они обнаружили в одном из тамошних лесов гриб вида *Armillaria bulbosa*, масса грибницы которого может достигать 100 т, а занимаемая ею площадь — примерно 15 га. Для сравнения: самая крупная из известных науке особь полосатика имела массу 90 т и достигала в длину 30 м; крупнейшая калифорнийская секвойя возносит свою крону на 110 м над землей, и, хотя весит около 1000 т, большая часть этой древесной массы — уже омертвевшая ткань.

Армиллария — это образование, живущее на корнях целого леса: нити грибницы тянутся от корневой системы одного дерева к другому. Возраст этого гиганта достигает, по всей видимости, 1,5 тыс. лет. New Scientist. 1992. V. 134. N 1815. P. 7 (Великобритания).



Охрана природы

### Натуралисты предпочли танкодром

В 30 км к западу от Берлина лежат Дёберцовские вересковые пустоши. Эта сильно заболоченная безлюдная местность площадью 47 км<sup>2</sup> служит военным полигоном еще с 1740 г., когда здесь размещалась стрельбище прусской армии; затем ее поочередно сменяли солдаты кайзеровской Германии, «третьего рейха», а в 1945 г. тут находился танкодром советских войск, в 1992 г. покинувших этот район. Когда гражданским лицам представлялась возможность посетить Дёберц, оказалось, что среди стволов, иссеченных осколками снарядов, поваленных деревьев и оборелых кустов жизнь не просто теплится, а идет полным ходом. Здесь ухитрился сохраниться, например, черный журавль (*Ciconia*

*pigra*), внесенный в список видов, которые находятся под угрозой исчезновения в северных областях Европы; тут обнаружился летний краб (*Branchypus stagnalis*), обычно встречающийся в застойной воде — он заселил глубокие колеи, оставленные гусеницами танков; впервые в этой части Европы были найдены представители трех видов пауков — *Zelotes villicus*, *Zora armillata* и *Thanatus vulgaris*, которые встречались лишь в болотах Линкольншира (Англия) и Швеции; палба не помешала поселиться здесь удодам (*Urupea erops*), который считает своим домом Южную Европу и Африку.

Что делать со всем этим богатством, «угнездившимся» всего в часе езды на машине от Берлина, да еще в условиях, когда все лучшие окрестные земли уже активно используются промышленностью или интенсивным сельским хозяйством? Натуралисты из Управления по охране среды земли Бранденбург полагают, что идеальным было бы объявить Дёберц заповедником. Однако на его содержание и охрану нет средств.

Кажется, лучшим решением будет признано парадоксальное — позволить здесь хозяйничать немецкой армии: ей по силам затратить на охрану территории, а условия допуска туда натуралистов следует заранее обговорить.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1816. P. 10 (Великобритания).

#### Охрана природы

### Большие трудности маленькой бабочки

Каждую зиму миллионы бабочек-монархов, подобно птицам, мигрируют из восточных частей Северной Америки в горные районы Центральной Мексики. Но для них это нелегкое путешествие: некоторые из них сбиваются с пути или падают в сильнейшие штормы, которые заносят их в Англию или на юг Европы, и только немногим удается выжить и



**Бабочка-монарх** [*Danaus plexippus*].

вернуться из Мексики в родные края. Такое длительное путешествие для бабочек гораздо труднее, чем для птиц, из-за их маленьких размеров и небольшой скорости полета. Огромное количество бабочек погибает в пути от хищников, из-за плохой погоды и полного истощения.

*International Wildlife*. 1992. April — May. P. 32 (США).

Экология

**Чем торгует зоопарк!**

Многие десятилетия у Мемфисского зоопарка, что в штате Теннесси на юге США, скудные доходы от продажи билетов не покрывали расходов на приобретение экзотических животных и их содержание. Ситуация изменилась, когда по инициативе его коммерческого директора зоопарк начал торговать навозом своих постояльцев.

Компост, составленный из отходов жизнедеятельности прежде всего слонов, с добавкой того, что дают антилопы, верблюды, азиатские и африканские буйволы, оказался отличным садово-огородным удобрением. В зоопарке создано своего рода «малое предприятие», которое собирает примерно по тонне навоза в день и отправляет его «на вызревание» не менее чем на полгода. Смесь продвывается потоком воздуха, чтобы устранить запахи. Пятикилограммовый мешок «звериного компоста» продается за 15 долл. Дешевле обойдется свежий навоз, который покупателю пред-

стоит самому перемешать и выдержать до кондиций. Очередь на приобретение компоста уже растянулась на три месяца.

*New Scientist*. 1992. V. 134. № 1823. P. 4 (Великобритания).



Охрана природы

**Фолклендские острова  
взяты под охрану**

Фонд Фолклендских о-вов и местная олекулунская организация, заинтересованные в охране природы и исторического прошлого этого района субантарктики, предложили создать единое управление (Falklands Conservation), в задачи которого должно входить принятие мер по сохранению флоры и фауны островов, мест прибрежных кораблекрушений и других исторических достопримечательностей. На реализацию намеченных программ правительство Фолклендских о-вов выделило из местного бюджета на первый год деятельности созданного управления 50 % необходимых средств, остальная часть будет предоставлена метрополией (т. е. Лондоном).

В числе разработанных проектов — мониторинг мест гнездования морских птиц, лежбищ тюленей; сохранение тусока (зарослей высоких трав, широко распространенных вдоль берегов и в сырых местах всех субантарктических островов); исследования по археологии и истории Фолклендских о-вов, в том числе сохранение остатков затонувших судов у их побережий.

*Polar Record*. 1992. V. 28. № 164. P. 80 (Великобритания).

Охрана природы. Археология

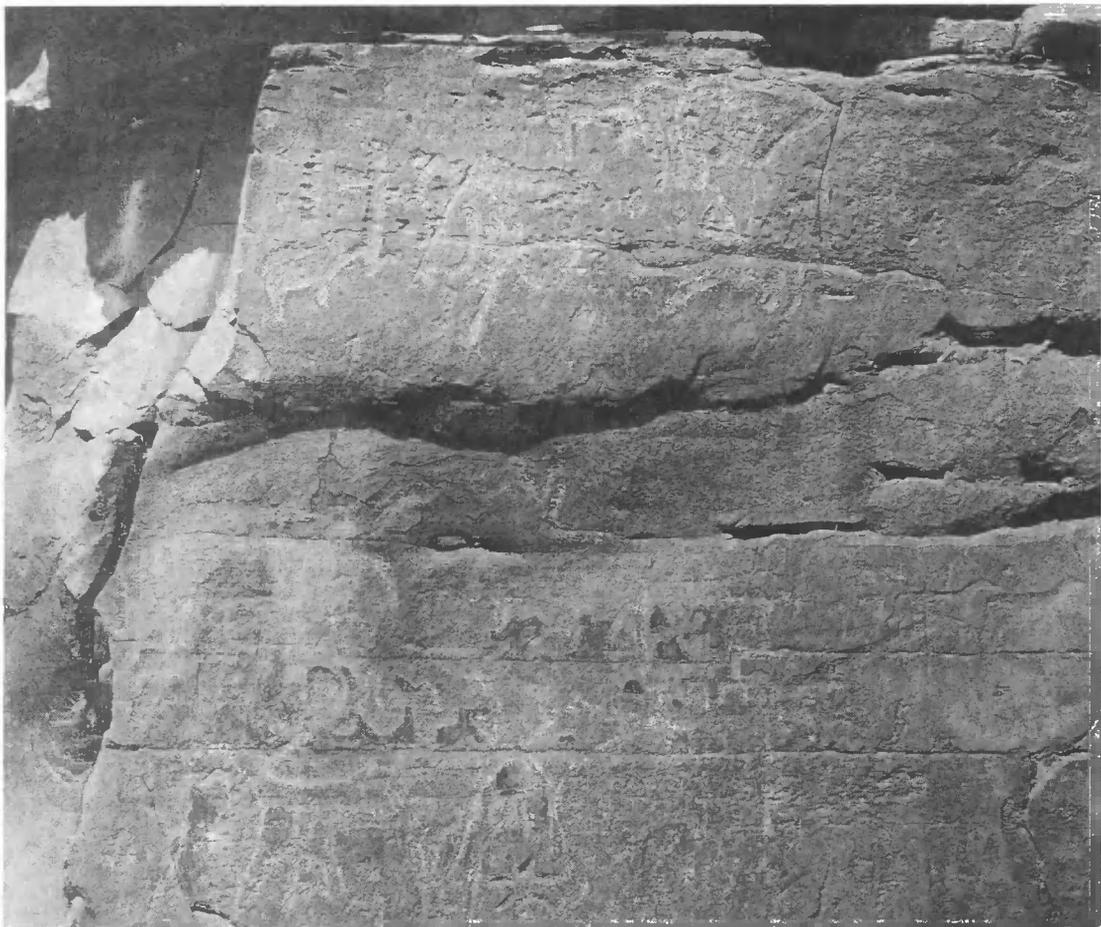
**Защитить древнее на-  
скальное искусство**

Наскальные изображения как часть духовного наследия прошлого вызывают неугасающий интерес у всех, кого вол-

нуют проблемы изобразительной деятельности и эволюции художественного творчества наших предков, мировоззренческий аспект культуры. Однако нередко эти древние памятники становятся жертвами современных вандалов, которые оставляют на них автографы, разводят рядом костры, обводят краской многовековые росписи. Так случилось, например, со знаменитыми Шишкинскими писаницами, как, впрочем, и с другими Ленскими писаницами (так в Сибири называют выполненные краской или выбитые на камне, процарапанные, высеченные изображения).

Скалы у дер. Шишкино — это мощный массив выходов красного песчаника, протянувшийся почти на 2 км вдоль правого берега р. Лены неподалеку от г. Качуг. На отдельных вертикальных плоскостях, зачастую в труднодоступных местах на высоте 20—30 м от земли, разбросано множество изображений: выписанные охрой огромные (свыше 2 м в длину) животные; мифический персонаж, глотающий солнце; шаман в головном уборе с «лучами»; нерпы; средневековые всадники с оружием и шандартами; вереницы человечков; изящные реалистичные гравировки животных. По мнению А. П. Окладникова, Шишкинские писаницы — результат творчества многих поколений обитателей верхней Лены, начиная с эпохи палеолита. Но сегодня этот уникальный памятник, обследованный в 1987 г. специалистами по инициативе иркутского Центра сохранения историко-культурного наследия, находится в чрезвычайно бедственном состоянии. Воздействие на поверхность камня природных процессов усугубляется разрушительными антропогенными факторами: помимо надписей и обводок изображения загрязнены разьедающей пылью от проходящей у подножия скального массива автотрассы, а вибрация ведет к нарушению стабильности каменных блоков.

С 1988 г. на памятнике ежегодно ведутся комплексные исследования по его сохранению. В минувшем, 1992 г. ими были охвачены еще два верх-



Наскальные изображения на правом берегу р. Тальма. Здесь предстоит удалить варварскую обводку петроглифов мелом и укрепить разрушающуюся скальную поверхность.

неленских памятника — Тальма и Воробьево. Обследования проводились также на скалах оз. Байкал.

Участие в археологических работах специалистов других научных направлений (химиков-реставраторов, биологов, геологов, физиков, инженеров) позволило лучше оценить факторы, влияющие на состояние петроглифов и росписей, начать отработку методик стабилизации поверхностных слоев (в том числе удаление современных рисунков и надписей, укрепление камня с использованием наиболее эффективных атмосферостойких материалов

из класса кремнийорганических соединений и его биозащита), а также по-новому поставить традиционные вопросы, связанные с объективной фиксацией изображений. Здесь важно, чтобы при снятии копий не только точно воспроизвести рисунок, но и не повредить хрупкую поверхность камня. Перспективным направлением, разрабатываемым на этом памятнике, является, например, использование лазера для поиска новых изображений с их одновременной фиксацией.

Критическое состояние Шишкинских писаниц выдвинуло на передний план проблему использования и охраны подобного культурного достояния. Одно время считалось, что, вырубив блок камня и перенеся его в музей, мы максимально приближемся к ее решению. Од-

нако в закрытом помещении рисунки теряют свою притягательную силу, ибо памятник наскального искусства представляет собой целостный, неотделимый от природного окружения комплекс. Небольшой мировой опыт свидетельствует, что, сделав памятник первобытного творчества туристическим объектом, его невозможно полноценно сохранить; не включая же его посредством музеефикации в систему ценностей современного человека, нельзя рассчитывать на бережное к нему отношение.

Итак, впервые в нашей стране разрабатывается концепция сохранения памятников наскального искусства в их естественной среде, а также необходимые для этого методики.

© Е. Г. Дзюлет  
Москва

## Охрана природы

## Что будет с ментаваями?

У западного побережья Суматры лежит островок Сиберут, который, как установили ученые, находится в почти полной изоляции от остальной части Индонезийского архипелага по крайней мере полмиллиона лет. За это время фауна и флора Сиберута приобрела неповторимые черты: около 15 % растений и 65 % млекопитающих стали эндемиками, т. е. нигде более не встречаются. Поэтому в 1981 г. весь этот покрытый густыми тропическими лесами остров был объявлен ЮНЕСКО Международным биосферным заповедником.

Однако теперь Сиберут стал «яблоком раздора» для ведомств Индонезии: министерство по охране природной среды требует оставить его в покое, а куда более влиятельное министерство лесного хозяйства уже сдало в аренду 3/4 площади заповедника лесорубам. Между тем, лишившись растительности, остров, где выпадает до 4 тыс. мм осадков в год, станет жертвой эрозии — его мягкие глинистые почвы будут смыты в море. Часть лесов вырубает под плантации масляной пальмы, однако она влагу удерживает слабо.

Еще одно министерство — общественного хозяйства — хочет подвергнуть «модернизацию» племя ментаваев (18 тыс. чел.), которые искони живут на Сиберуте. Планируется переселить их из глубины леса в «образцовые» деревни, строящиеся за казенный счет, чтобы они «не мешали работать» лесорубам.

В «образцовых» деревнях ментаваев поселяют в стандартные дома, рассчитанные на малую семью, тогда как в традициях этого племени — многочисленная семья, занимающая «длинный дом», по существу, являющийся коммуной. Лесным людям придется носить «установленную» одежду, отказаться от своих верований и выбрать одну из официальных религий Индонезии — христианство, ислам, индуизм или буддизм. Им будет запрещено держать свиней, по-

скольку это животное считается «нечистым». Непомерную угрозу для ментаваев несут планы перемещения на остров 40 тыс. жителей с перенаселенных Суматры и Явы. Если это свершится, то в 1992 г. их здесь будет больше, чем коренных жителей. Чтобы разместить переселенцев, придется вырубить около 185 тыс. га леса в восточной части острова.

Высказываются опасения, что ментаваев, если всему этому не помешать, ждет судьба племени кубу, жившего в южном районе Суматры: еще десятилетие назад их насчитывалось 12 тыс. чел., а теперь, после аналогичных мероприятий, стало в пять раз меньше.

New Scientist. 1991. V. 132. N 1793. P. 14 (Великобритания).

## Геотектоника

## Свидетельствуют подводные вулканы Тирренского моря

И. М. Сборщиков и А. И. Альмухамедов (Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН) проанализировали данные 16-й экспедиции НИС «Академик Мстислав Келдыш» в Тирренском море, где с помощью глубоководных обитаемых аппаратов «Мир» подробно исследовались геологическое строение и состав вулканитов трех крупных подводных гор — Маньяги, Вавилова и Марсили.

Эти горы вытянуты в северо-северо-восточном направлении, а размеры их последовательно увеличиваются с запада на восток. Результаты исследования позволяют говорить о них как о сооружениях, которые связаны с ярко выраженными процессами растяжения в пределах задугового бассейна, сопровождавшимися активной вулканической деятельностью. Установлено двухъярусное строение всех трех вулканов. Нижние части их разрезов сложены толеитовыми и субщелочными пиллоу-базальтами, а верхние — характерными комковатыми лавами андезитов, реже — известково-щелочных базальтов.

С «Миров» на дне глубоководной котловины Тирренского моря обнаружены открытые, широко зияющие (особенно на флангах вулканов) трещины — явные структуры растяжения. Особенно впечатляют трещины на горе Марсили, где, вероятно, тектоническая и магматическая активность проявляется до настоящего времени. Эти структуры растяжения свидетельствуют о том, что изученные горы представляют собой оси раскрытия бассейна Тирренского моря, последовательно перемещающиеся от горы Маньяги к горе Вавилова, а затем к наиболее молодой горе Марсили.

Авторы отмечают, что с точки зрения тектоники, наблюдаемые процессы растяжения вполне сопоставимы с процессами, идущими в спрединговых зонах океанов, с той, однако, особенностью, что первые проходят в специфических условиях бассейна, ограниченного континентальными массивами.

Известия АН СССР. Серия геологическая. 1992. № 1. С. 66.

## Геофизика

## Бериллий — о магнитном поле Земли

Когда поток заряженных частиц космических лучей проходит через верхние слои земной атмосферы, там происходит распад атомов кислорода и азота с образованием изотопов  $^{10}\text{Be}$ . Интенсивность процесса зависит не только от величины потока космических лучей, но и от состояния магнитного поля Земли, так как его ослабление позволяет большему количеству заряженных частиц проникать в глубь атмосферы.

Химический состав древних осадочных пород на дне океана изучала группа ученых во главе с Ионг Лао (Yong Lao; Колумбийский университет, Нью-Йорк, США). Обнаружено, что в период между 24 и 16 тыс. лет назад скорость образования  $^{10}\text{Be}$  по крайней мере на 25 % превышала отмеченную за последние

10 тыс. лет. Отсюда сделан вывод, что в этот период, на который приходится максимум последних оледенений Земли, магнитное поле планеты было значительно слабее, чем ныне.

Поскольку период полураспада  $^{10}\text{Be}$  около 1,5 млн. лет, подобный метод, по мнению исследователей, можно использовать для определения изменений магнитного поля Земли за последние 300 тыс. лет. Единственным ограничением здесь служит лишь точность датирования морских донных отложений.

Nature. 1992. V. 357. № 6739. P. 576 (Великобритания).

#### Сейсмология

### Сейсмическая опасность в Северном море

Геологическая служба Великобритании несколько лет назад получила заказ министерства энергетики оценить сейсмическую ситуацию в районе Северного моря, где ведется добыча нефти с морских платформ. Ныне опубликован отчет о проведенных в 1979—1988 гг. исследованиях.

Установлено, что в Северном море ежегодно в среднем происходит около 150 слабых землетрясений. Наиболее крупный толчок за указанный отрезок времени (его магнитуда равнялась 4 по шкале Рихтера) был отмечен в 1985 г., когда рабочие на датском морском промысле в течение 5—6 с ощущали «сильное сотрясение».

Согласно произведенным оценкам, землетрясения с  $M=2$  происходят в районе Северного моря не реже раза в неделю; с  $M=3$  — раз в два месяца; толчки с  $M=4$  отмечаются чаще одного раза в год, а с  $M=6$  могут происходить раз в столетие.

По историческим сведениям, в 1580 г. под Ла-Маншем, а в 1884 г. в районе Кольчестера (северо-восточнее Лондона) происходили довольно мощные землетрясения. С момента регистрации сейсмической активности современными приборами самое сильное землетрясение ( $M>7,7$ ) отмечалось в акватории

Северного моря 7 июня 1931 г. За четыре года перед тем еще один аналогичный толчок произошел на севере данной акватории.

Если не считать довольно мощного Маастрихтского землетрясения ( $M=5,8$ ), охватившего в апреле 1992 г. территорию Нидерландов, Бельгии и северной Германии, сильные землетрясения в Северной Европе — явление достаточно редкое. Однако под дном Северного моря толчок почти такой же интенсивности, как Маастрихтский, был зарегистрирован Британской геологической службой в 1988 г.

Британские сейсмологи продолжают накапливать данные о частоте землетрясений в регионе, что позволит им оценить вероятность опасных событий в будущем, а также усовершенствовать строительные кодексы так, чтобы сооружения возводились с учетом сейсмичности конкретной местности.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1819. P. 10 (Великобритания).

#### Океанология

### Подводные горы Атлантики

Н. А. Марова и Г. Н. АLEXИНА (Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН) систематизировали данные по всем подводным горам Атлантики, превышающим 1 км, выявили особенности их распределения по высотам, установили закономерности размещения в непосредственной связи с возрастом несущей их океанической литосферы, просчитали объемы подводных гор и составили их карту (в цветном варианте в масштабе 1:40 000 000).

Атлантический океан по числу подводных гор занимает второе место после Тихого. Надежно выделено в современном рельефе Атлантики, в пределах только океанической литосферы, около 1250 гор высотой свыше 1 км. Несомненно, что подводных гор значительно больше, поскольку часть

из них пока еще не обнаружена, а часть захоронена под мощным осадочным чехлом.

Все горы океанической литосферы Атлантики, за несколькими исключениями, вулканического происхождения; они различаются по характеру поступления и свойствам магматического материала, что обусловлено тектоническими условиями: это могут быть горячие точки и их следы, зоны активных границ литосферных плит, зоны трансформных разломов и отдельные локальные разрывные нарушения коры. Именно эти различия генезиса проявляются в морфологии гор, особенностях их размещения и характере сгруппированности.

Общая картина распространения гор в Атлантике выглядит достаточно хаотичной и неравномерной. В северной, меньшей по площади части океана сосредоточено 58 % всех подводных гор, соответственно, и плотность их там выше. По обе стороны Срединно-Атлантического хребта горы распределены примерно одинаково в северной части океана, а в южной их заметно больше в юго-восточном секторе. Средняя плотность размещения гор в географических границах океана составляет 16 гор на 1 млн. км<sup>2</sup>.

Неравномерно в Атлантике и распределение гор по высоте, но здесь прослеживается общая тенденция: число крупных гор увеличивается по мере увеличения возраста несущей их литосферы. Наиболее крупные горы являются и наиболее молодыми, поскольку их размер предопределяется большей мощностью наиболее древней литосферы. Присутствие высоких гор, а также гор с надводными вершинами в пределах наиболее молодой области — гребня Срединно-Атлантического хребта — обусловлено, по-видимому, существованием здесь горячих точек, обеспечивающих особый режим проявления вулканизма.

По оценкам авторов, общий объем вулканического материала, сформировавшего подводные горы Атлантики за всю геологическую историю, составляет около  $1,5 \cdot 10^6$  км<sup>3</sup>.

Океанология. 1992. Т. 32. Вып. 1. С. 176—180.

Океанология. Вулканология

**Пемзовые «плоты» в океане**

В начале 1992 г. экипажи и пассажиры самолетов, пролетавших над прол. Кадаву, отделяющим одноименный остров от о. Вити-Леву (архипелаг Фиджи; 18,5° с. ш., 178,7° в. д.), наблюдали длинные и узкие «плоты», переносимые течением и ветром. С судна береговой охраны Фиджи было установлено, что это скопления огромного количества мелких обломков пемзы вулканического происхождения. (Местный Центр безопасности мореплавания опубликовал предостережение для всех судов). Спустя несколько недель пемзовые «плоты» появились в 50 км к юго-западу и в 160 км к северо-западу от места их первичного обнаружения, а затем — у гавани Сува, где отмечены случаи выброса легких обломков волнами до линии высокого прилива.

Обломки величиной с гальку (крупнейшие — до 4 см в поперечнике) носили следы обработки морской водой, а некоторые были покрыты мелкими, длиной до 9 мм, ракообразными. Таких же ракообразных длиной до 1,5 см обнаруживали на обломках пемзы после извержения вулкана Хоум-Риф у берегов о. Тонга. Возраст пемзы тогда был известен — около 6 мес. Учитывая это, В. Балеивануалала (V. Baleivanualala; Управление минеральных ресурсов Фиджи, Сува) пришел к выводу, что возраст пемзы, замеченной в начале 1992 г., не превышает 4 мес.

Если принять скорость дрейфа «плотов» близкой к 12 км/сут, то от места извержения они могли пройти около 1200 км. В 700—800 км на восток и юго-восток от Фиджи расположена группа активных вулканов Тонга, а примерно в 1100 км к юго-востоку от Сувы находится подводный вулкан Моноваи (о-ва Кермадек). До сих пор были известны случаи, когда пемзовые «плоты», порожденные вулканическими извержениями возле о. Тонга, перемещались в западном и северо-западном направлениях. В райо-

не Тонга — Кермадек извержений вулканов за последнее время не отмечено, поэтому точное происхождение этих «плотов» остается загадочным.

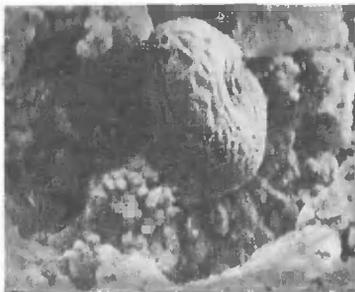
Smithsonian Institution Bulletin of the Global Volcanism Network. 1992. V. 17. N 5. P. 6 (США).

Палеонтология

**Как из камня выжать кровь!**

Палеонтологи, работавшие в районе Чапада-до-Арарипе, на северо-востоке Бразилии, обнаружили остатки ископаемой рыбы, обитавшей 100 млн. лет назад в водах простиравшегося здесь в те времена океана. Сенсация это само по себе не представляет, поскольку местность хорошо известна среди специалистов как обширное «кладбище» давно исчезнувших морских организмов.

Выдающимся событием стало, лишь когда находку изучил при помощи мощного электронного микроскопа английский палеонтолог Ф. Уилби (P. Wilby; Открытый университет в Милтон-Кейнсе, Великобритания). Ему удалось ясно различить не только крошечные окаменевшие кровеносные сосуды, но и строение отдельных кровяных телец древнего животного. Сохранить для нас эту бесценную картину помогли мельчайшие кристаллы фосфата кальция диаметром от 50 до 300 нм. К своей консервирующей работе кристаллы должны



Клетка крови рыбы, жившей 100 млн. лет назад.

были приступать сразу же после смерти рыбы, иначе кровяные клетки бесследно бы исчезли.

Такой подход, предложенный Уилби, позволит ученым исследовать ткани и других древних морских животных во всех подробностях.

New Scientist. 1992. V 133. N 1809. P. 19 (Великобритания).

География

**Ранние контакты эскимосов с европейцами**

Во время исследований на о. Кодлунарн (Канадский Арктический архипелаг) антропологическая экспедиция Музея естественной истории США при Смитсоновском институте (Вашингтон), возглавляемая У. Фицхью (W. Fitzhugh), обнаружила остатки черепицы, изразцов, керамики, деревянных и железных орудий труда, пищи (горох, тыква, хлеб). Все эти предметы явно европейского происхождения и датируются XVI в. Керамика и кровельные материалы, несомненно, были изготовлены в Англии. Среди находок — серебряный ножище с орнаментом, модным в елизаветинской Англии, а также резная палашка из китовой кости.

По мнению специалистов, эти вещи принадлежат участником экспедиции М. Фробешера, который в 1594 г. пытался отыскать в Северном Ледовитом океане северо-западный проход в Индию. Находки свидетельствуют о весьма ранних контактах европейцев с эскимосами, населявшими острова Канадской Арктики.

Smithsonian Institution Research Reports. 1992, N 67. P. 8 (США).

Палеогеография

**Гренландский ледник пройден насквозь**

Группа западноевропейских гляциологов во главе с Х. Клаузеном (H. Clausen) при-

ступила к завершающей фазе выполнения международной программы бурения гренландского ледника (Greenland Ice Project): начав работы в районе наивысшей точки оледенения Гренландии, они пробурили скважину на глубину 3050 м, вплотную приблизившись к основанию ледника. Это означает, что предстоит поднять рекордно длинную колонку льда. Ее нижняя часть, имеющая возраст от 200 до 500 тыс. лет, позволит судить о химическом составе атмосферных осадков того периода и общих климатических условиях на Земле. Это также должно дать дополнительную информацию о процессах, связанных с началом и концом ледниковых периодов. Полученные при анализе колонки льда данные помогут усовершенствовать существующие модели динамики климата.

New Scientist, 1992. V. 135. № 1829. P. 11 (Великобритания).

#### Палеогеография

### Изотопы кислорода в фораминиферах — индикаторы изменения климата

Американские океанологи Дж. Уитмен и У. Бергер (J. M. Whitman, W. N. Berger; Скриппсовский океанографический институт, Университет Калифорнии, США) исследовали содержание изотопа кислорода  $^{18}\text{O}$  в планктонных и бентосных фораминиферах из пород, вскрытых 586-й скважиной «ДЖОЙДЕС Резолюшн» на плато Онтонг Джава в западной экваториальной части Тихого океана. Обработанные верхние 195 м керны отражают интервал времени примерно в 6 млн. лет.

Отмечены три пика — на уровнях 4 млн. лет (снижение содержания  $^{18}\text{O}$ ); 3,4 млн. лет и 2,8 млн. лет (повышение содержания  $^{18}\text{O}$ ), связанные с изменениями температуры воды. Однако изменения содержания  $^{18}\text{O}$  не всегда затрагивали одновременно и планктонные и бентосные виды фораминифер.

Например, пик на уровне 4 млн. лет отразился только на планктонных фораминиферах. Это дало исследователям основание предположить, что пик обусловлен нагревом лишь приповерхностных вод, не затронувшим придонные слои, и, видимо, был вызван таянием антарктических льдов.

Возобновление оледенения 3,4 млн. лет назад привело к повышению содержания  $^{18}\text{O}$  в планктонных фораминиферах. Обогащение изотопом кислорода не отразилось на бентосных видах из-за прогрева глубинных вод в Северной Атлантике.

Пик на уровне 2,8 млн. лет отразился и на планктонных, и на бентосных фораминиферах в результате общего обогащения океанских вод  $^{18}\text{O}$  из-за нового похолодания и образования льда.

Авторы анализировали содержание в фораминиферах изотопов не только кислорода, но и углерода. Эти данные сейчас обрабатываются.

Marine Micropaleontology. 1992. V. 18. N 3. P. 171 (Нидерланды).

#### Археология

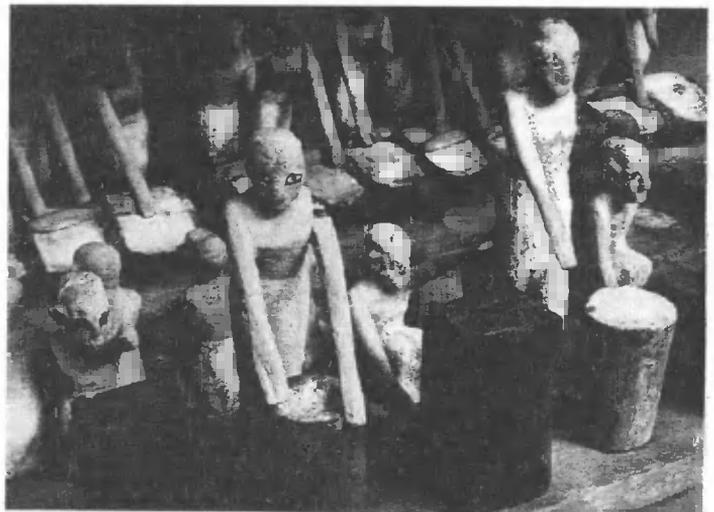
### Фараоново пиво

Храм и гробница фараона Эхнатона, царствовавшего между 1379 и 1362 гг. до н. э., реформатора религии и государст-

ва, к тому же супруга легендарной Нефертити, вызывают неослабевающий интерес как специалистов-египтологов, так и широкой публики. Вот уже много лет археологи Кембриджского университета (Великобритания), ныне во главе с Б. Кемпом (B. Kemp), ведут раскопки в той части храма, которая принадлежала Нефертити. Недавно они натолкнулись здесь на целое скопление форм для выпечки хлеба и обломков кувшинов для пивоварения. Похоже, они попали на «комбинат питания» тех, кто поблизости возводил пирамиду Эхнатона. Специалисты считают, что хлеб и пиво составляли важную часть диеты строителей этих грандиозных сооружений. Кроме того, пиву с его легкими алкогольными свойствами отводилась определенная роль в религиозных церемониях древних египтян, которые, видимо, знали несколько разновидностей этого напитка. Археологам удалось вскрыть стены пивоварни и извлечь крупные осколки кувшинов вместимостью по 40—50 л. Воссоздать общую картину помогли настенные изображения и фигурки пивоваров, найденные в древних храмах Луксора и Фив.

Но еще большее значение

Глиняные фигурки древнеегипетских пивоваров.



имеет недавно обнаруженное в Тель-эль-Амарне (древней столице Египта) небольшое хранилище семян зерновых, которые использовались для производства хмеля. Это примитивный вид пшеницы — так называемый эммер, или двузерняк (*Triticum dicoccum*). Зерна лежали рядом с остатками всего хлебопекарно-пивоваренного производства: нет сомнений, что они с ним связаны. Когда же зерна, мякину и высеви рассмотрели под электронным микроскопом, обнаружили два зернышка с явными следами ослонения.

За истекшие тысячелетия зерно, к сожалению, полностью иссушилось и потеряло всхожесть, однако дикий эммер и сейчас кое-где встречается на Среднем Востоке. Специалисты из Национального института сельскохозяйственной ботаники собрали около 5 кг и посадили эти зерна на окраине Кембриджа. Если зерна взойдут, урожай пойдет на то, чтобы воссоздать пиво Эхнатона и Нефертити. Одна видная шотландская фирма уже выразила готовность к материальной поддержке и налаживанию производства пива по технологии, которая не слишком бы отличалась от древней. К делу привлечен знаменитый британский пивовар Й. Форрест, который пытается решить вопрос, использовалась ли для выпечки хлеба и приготвления пива одна и та же закваска или разные. Хмель вряд ли, по его мнению, применялся; вероятно, напиток приправляли ароматическими травами, корицей и фруктами. Известно также, как египтяне регулировали температуру при брожении — ведь летом бывало очень жарко, а излишнее тепло способно разрушить ферменты, необходимые для образования сахаров. Форрест полагает, что здесь помогала пористость глины, из которой были сделаны кувшины: активное испарение способствовало охлаждению их содержимого. Уже приглашена лондонская керамика К. Пауэлл, которая занялась изготовлением подобных кувшинов для пробы.

В нескольких сосудах, хранящихся в музеях Каира и Нью-Йорка, обнаружены следы высохшего пива. Ведется химический анализ этих остатков,

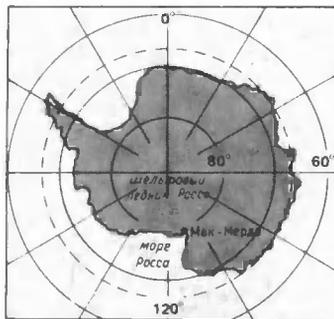
а под Кембрижем тем временем, возможно, вырастет двузерняк. Когда то и другое будет готово, Д. Сэмюэл (D. Samuel; Кембриджский университет) при содействии пивовара Форреста займется тем, что было повседневным делом слуг фараона, и, возможно, недалекий день, когда в традиционном английском баре можно будет заказать не только кружку эля, но и кувшинчик пива «Эхнатон и Нефертити», изготовленного по рецепту, которому не меньше 33 сотен лет.

New Scientist. 1992. V. 134. № 1821. P. 6 (Великобритания).

Организация науки

**Конкурс на лучший проект Антарктического научного центра**

Национальный научный фонд США и Американский институт архитектуры объявили конкурс под названием «Окружающая среда-2» (Environment-2) на разработку проекта Антарктического научного центра городского типа. Предполагается, что центр будет построен на месте американской антарктической станции Мак-Мердо. В техническом задании организаторы конкурса определяют Мак-Мердо как один из нескольких уникальных центров мировой науки, где в летний сезон численность населения не превышает 1100 чел. Проект должен предусматривать наиболее



Один из будущих уникальных центров мировой науки предполагается построить в районе станции Мак-Мердо.

благоприятные условия для проведения научных исследований, а также максимальные социально-культурные блага для научного персонала. Одновременно обусловлено, что функционирование центра не должно наносить ни малейшего ущерба природе Антарктики.

Участниками конкурса могли быть студенты старших курсов дневного и заочного отделений Американского института архитектуры; поощрялось участие групп из трех студентов, изучающих геоэкологические дисциплины.

Polar Record. 1992. V. 28. № 164. P. 79 (Великобритания).

Организация науки

**Международное сотрудничество ученых растет**

Ж.-Ф. Микель (J. F. Michel; Национальный центр научных исследований, Париж, Франция) изучил статистические данные принадлежности той или иной стране авторов научных статей, написанных ими в сотрудничестве.

Оказалось, что наиболее «интернационализована» математика. В 1990 г., например, каждая шестая часть публикаций по этой специальности была написана вместе авторами из разных стран. Автор объясняет это тем, что «чистая» математика является очень специализированной наукой, делом небольшого числа профессионалов, хорошо знающих друг друга.

За математикой следуют науки о Земле и космосе, а за ними — физика. Число международных публикаций в этих областях науки растет: если в 1973 г. они составляли лишь 4 % от общего числа, то в 1990 г. — 10 %. Причем сотрудничество осуществляется как по личным инициативам, так и по линии выполнения международных исследовательских программ, разработанных правительствами или учреждениями различных стран.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1824. P. 8 (Великобритания).

Астрофизики двух стран приступили к выполнению совместного проекта «CANGAROO» (Collaboration of Australia and Nippon for a Gamma-Ray Observatory in the Outback — сотрудничество Австралии и Японии по созданию в пустыне обсерватории для регистрации гамма-излучения). Обсерватория уже действует в Вумере (штат Южная Австралия), где раньше располагался крупнейший ракетный полигон. В мае 1992 г. начались наблюдения, позволяющие определять источники космических лучей путем регистрации их черенковского излучения, возникающего при взаимодействии гамма-лучей с земной атмосферой.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1819. P. 11 (Великобритания).

Совместный франко-американский проект по измерению топографии поверхности Мирового океана (TOPEX—POSEIDON — The Ocean Topography Experiment Satellite — POSEIDON) ведется с 1987 г.

До недавнего времени топография океанской поверхности из космоса определялась с точностью 10—15 см. Новейшие измерительные системы позволят довести эту точность до 1 см. Измерения будут вестись на протяжении нескольких лет со спутника, выведенного на орбиту в 1992 г. На нем смонтирована альтиметрическая система из лазерных отражателей, приемника системы глобального «позиционирования» (Global Positioning System) и разработанной Национальным центром космических исследований Франции системы точного контроля за параметрами орбиты — DORIS.

Опытный образец системы DORIS был установлен на

борту спутника «SPOT-2», и с его помощью уже получено более 2 млн. топографических измерений поверхности океана. DORIS определяет доплеровский сдвиг сверхустойчивых частот, излучаемых радиобуями, сеть которых разнесена по всему земному шару.

Geochronique. 1992. N 42. P. 12 (Франция).

Проведя выборочное иммунобактериологическое обследование работников метрополитена, украинские ученые установили, что к 40—45 годам у этих людей ослабевают защитные функции организма, причем снижение бактерицидной активности слюны было особенно выраженным у машинистов. После комплекса лечебно-оздоровительных мероприятий у 21,2% обследованных восстановился иммунитет до начальных стадий нарушений и у 16,2% — до нормы.

Гигиена и санитария. 1992. № 2. С. 41—43.

Проведение эпидемиологического обследования заключенных исправительно-трудовых учреждений УВД Свердловской области показало, что заболеваемость туберкулезом у этих людей выше, чем у жителей области, в 21 раз, в том числе у подростков — в 65 раз. Кроме того, показатель смертности в местах лишения свободы в три раза выше, чем по области.

Проблемы туберкулеза. 1992. № 3—4. P. 6—8.

До начала китобойного промысла в широком масштабе в Мировом океане существовало: синих китов 228 тыс., южных китов 100 тыс., горбатых китов 115 тыс., сейвалов 256 тыс. В настоящее время, когда действует мораторий на их добычу, их численность (в той же последовательности): 14 тыс., 3 тыс., 1 тыс. и 50 тыс. И только серым китам удалось восстановить популяцию до 21 тыс. голов.

National Wildlife. 1992. April—May. P. 29 (США).

По рекомендации Национальной федерации по охране живой природы США три американских штата, расположенных в районе Великих озер, и канадская провинция Онтарио объявили оз. Верхнее зоной нулевого загрязнения некоторыми токсическими веществами; предусматривается также защита всей береговой линии озера и бассейнов впадающих в него рек. Хотя запрет касается лишь девяти веществ и только в определенных частях озера, разработанные меры — первый шаг в этом направлении. Оз. Верхнее рассматривается как модель нулевого загрязнения, которую впоследствии можно будет применить для охраны других озер и рек от токсичных загрязнителей.

International Wildlife, 1992. January—February. P. 25 (США).

## Истинный натуралист — всегда художник

А. М. Гиляров,  
доктор биологических наук  
Москва

**Р**АДОСТЬ и грусть одновременно испытываешь, когда держишь в руках эту книгу. Радость от того, что она наконец вышла и читатели смогут если не войти, то хотя бы заглянуть во внутренний мир натуралиста-художника. Грусть, поскольку знаешь, что нет уже в живых Вадика (Владимира Моисеевича) Смиринина — инициатора написания книги, автора большей части текста и всех рисунков. Честь и хвала, конечно, его брату Ю. М. Смирину, который не только написал для этой книги два прекрасных очерка, но и довел до конца ее издание.

Жанр книги достаточно традиционен — заметки (скорее, воспоминания) зоолога о встречах с разными животными. Но способ подачи материала уникален, и определяется эта уникальность прежде всего теснейшей взаимосвязью текста и рисунков. Отдельные главы — это очерки о разных млекопитающих, которых авторам удалось наблюдать в разных уголках бывшего СССР: о сайгаках и джейранах в Средней Азии, котиках и песцах на Командорских островах, пищухах на Алтае, моржах на далеком острове Арамкачен, лосях в Стромской области и т. д.

Хотя оба автора — профессионалы-зоологи, в книге нет результатов собственно зоологических (экологических, эволюционных) исследований, участниками которых они были. Это не научно-популярная книга по зоологии. Говорю это не в укор авторам. Их задача была другой и, может быть, даже более трудной — поведать читателю о своем восприятии ни с чем не сравнимого, захватывающего зрелища — диких зверей в природной обстановке.

Великолепные рисунки



В. М. Смирин, Ю. М. Смирин.  
ЗВЕРИ В ПРИРОДЕ. М.: Изд-во МГУ, 1991. 256 с.

Владимира Моисеевича, сопровождающие текст, заслуживают особого внимания. Будучи предельно точными в чисто зоологическом плане, они в то же время глубоко индивидуальны в художественном отношении. Стиль В. М. Смиринина, сформировавшийся не без влияния В. А. Ватагина (но также А. Н. Формозова и некоторых других анималистов), — это свой неповторимый стиль, в основе которого — отказ от декоративности и глубочайшая сосредоточенность на наиболее характерных, наиболее фундаментальных, если можно так выразиться, особенностях строения и поведения того или иного зверя. Упомянув о поведении, я не оговорился. Большие серии зарисовок одного животного в разных позах дают очень точный образ его поведения. Люди, знавшие В. М. Смиринина, помнят его фразу: «Нет природы более мертвой, чем чучело».

Раньше мне казалось, что все дело в отсутствии настоящего скелета и мышц (кстати, скелет Владимир Моисеевич считал гораздо более «живым»). Но разглядывая сейчас рисунки, я понимаю, что главное все-таки в том, что у чучела нет никакого поведения.

Некоторые рисунки, как, например, силуэтное изображение подростка олененка и двух маленьких детей, следующих по пятам за молодой женщиной, нежно-трогательны, другие, например портреты моржей и туров, — строго-величественны. Порой в зарисовках проявляется своеобразная, хотя и понятная большинству натуралистов, зоологическая эстетика. Говорю так, поскольку думаю, что прежде всего зоолог восхитится строением передних лап цокора (грызуна, ведущего подземный образ жизни) или обликом новорожденного детеныша пищухи.

Будучи давним поклонником рисунков и скульптурных работ В. М. Смиринина, я был приятно поражен его литературным стилем, который также оказался простым, лишенным всякого украшения и вместе с тем точным. Вчитайтесь в то, как описывает автор свои первые впечатления от пустыни: «Вскоре после того, как мы выехали и переправились через Сырдарью, стемнело. Я ехал в кузове старой полуторки. В густых сумерках раздалась трель сверчка, в стороне — другая, и вскоре вся округа звенела песнями сверчков. Эти звуки, которые я привык слышать в доме или около него, и, как правило, производившиеся одиночными насекомыми, здесь звучали отовсюду, заполняя пространство» (с. 12).

Взгляд художника-натуралиста отчетливо ощущается и

во всех словесных описаниях животных. Вот как описывает В. М. Смирин свою первую экскурсию на лежбище моржей: «Мы прошли мимо маяка со старым гнездом ворона (тоже как в пустыне!) и приблизились к береговому обрыву. Первый же взгляд вниз ошеломлял. Под стометровым обрывом находился песчано-галечный пляж шириной примерно 50 метров. Этот пляж сплошь покрывали огромные тела зверей, которые выглядели до странности плоскими. Все лежбище казалось огромным ковром охристо-золотистого цвета, инкрустированным множеством клыков, причудливо разбросанных парами по его поверхности. Этот ковер простирался вдоль берега более чем на километр и оканчивался как обрезанный ножом: у края лежбища звери лежали так же плотно, как и в центральной части» (с. 107).

Хрупкость природы и отсюда — необходимость бережного к ней отношения и защиты осознаются авторами в полной мере. И хотя это вроде

бы естественно для натуралистов, не могу не отметить про себя такую, например, фразу в очерке о каланах: «К одиночному зверю, спавшему на берегу, мне удалось как-то подойти вплотную и уйти, не разбудив его...» (с. 86). Или в другом месте, в очерке о тюленях: «С тех пор как я побывал на промысле тюленей, мне неприятно видеть нерпичьи шапки. Меня поражает примитивность этих изделий по сравнению с тем, как выглядит этот мех на живых зверях» (с. 152). Впрочем, не уверен, что нужно продолжать цитирование. Пусть читатели наследят этой книгой сами.

Несколько слов о качестве издания. В общем его надо признать более или менее удовлетворительным (в соответствии с нашими, но, увы, не международными стандартами). Что возмущает, так это обложка. Несмотря на то, что уже во вступительном очерке В. М. Смирин пишет о диаметральной противоположности фотографии и рисунка и о том, почему

он отдает предпочтение рисунку, издатель, не знаю уж чем руководствуясь, поместил на обложке безвкусную композицию из вырезанных цветных фотографий разных животных.

И последнее, что хочется сказать в связи с книгой Смириных. На старой территории Новодевичьего кладбища, около монастырской стены, стоит небольшой скромный памятник на могиле профессора А. Н. Формозова — мраморная плита, на которой затаялся горностай. Этот горностай вырублен из мрамора В. М. Смириним. Название же книжки Смириных — «Звери в природе» — это название неосуществленной книги Формозова, взятое ими в память об этом замечательном натуралист-художнике. Мне кажется, что вышедшая книга — тоже своего рода памятник Формозову. Хотелось бы, конечно, чтобы появилась и книга-памятник В. М. Смирину — издание его восхитительных рисунков и силуэтов. Кстати, он не раз писал и рисовал специально для «Природы».

## Биология. Биохимия

А. Т. Мокронос, В. Ф. Гавриленко, ФОТОСИНТЕЗ. Физиолого-экологические и биохимические аспекты. Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1992. 320 с. Ц. 13 р. 50 к.

В. А. Вернадский и К. А. Тимирязев первыми обратили внимание на космическую роль зеленого растения, которое выступает посредником между энергией термоядерного синтеза на Солнце и всеми проявлениями жизни на нашей планете. Земля, как мы теперь знаем, отличается от других планет тем, что покрыта оболочкой универсального оптического сенсбилизатора — хлорофилла, обеспечивающего преобразование электромагнитной энергии солнечного излучения в химическую энергию, с помощью которой идет процесс восстановления окислов углерода и азота в реакции первичного биосинтеза.

«Фотосинтез как основа биоэнергетики» — так называется первая глава книги. Затем рассказывается о первичных процессах фотосинтеза, структурной и биологической организации его аппарата, функционировании электронотранспортной цепи, метаболизме углерода и пр. Книгу заключает глава «Эволюция фотосинтеза». Таким образом, здесь собрано почти все, что должны знать о фотосинтезе студенты-биологи. Книга издана как учебник, но объем и четкость расположения информации позволяют использовать ее и как справочник.

## Экология

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

Состояние растительного покрова. Охрана природы. М.: ИНИОН РАН, 1992. 232 с. Ц. 4 р.

Жизнь в условиях огромного перенаселенного города ежедневно сталкивает москвичей со жгучими экологическими проблемами. Назовем самые очевидные: чем мы дышим, что едим, что пьем. Дышим воздухом, отравленным автотранспортом, теплоэлектроцентралями, промышленными предприятиями. Пьем воду, которую для нашей безопасности хлорируют и подвергают другим обработкам. Питание — скудное, однообразное, а овощи, которые должны бы составлять основу нашего рациона, перенасыщены удобрениями и пестицидами.

Однако эти беды в принципе возможно преодолеть — не хватает ответственности, воли и средств. Гораздо более сложна проблема сохранения биоты — всего разнообразия форм жизни, разнообразия организмов и образуемых ими сообществ. Между тем ученым-естественникам совершенно ясно, что, толь-

ко сохранив богатство живого населения планеты, человечество может рассчитывать на собственное выживание.

Чтобы сделать городскую среду приемлемой в экологическом отношении, нужно в максимальной степени сохранять в городе элементы присущей этой местности природы, а всякого рода зеленые насаждения создавать по ее образу и подобию. Для этого нужны фундаментальные знания и прикладные разработки. Представляемый здесь сборник статей показывает, что в этом направлении делают зоологи и ботаники Москвы и Подмосквья. Немало. Но явно требуются развитие и консолидация усилий.

#### Экология

КАТАЛОГ БИОСФЕРЫ. М.: Мысль, 1991. 253 с. Ц. 3 р. 20 к.

«Римский клуб», учрежденный в 1966 г. группой специалистов, после смерти своего президента и вдохновителя Аурелио Паччи в 1984 г. прекратил свое существование. Его идеологией был пессимизм и алармизм, сознание безысходности будущего. Освободившуюся нишу занял Институт экологии, также международная организация, но с оптимистической и прагматической идеологией, направленной на выживание человечества. Книга — совместный труд ученых из США, Англии, Австралии под эгидой этого института.

Круг обсуждаемых проблем широк. В 25 главах книги содержится как общая характеристика биомов (совокупности видов животных и растений на данной территории), основных сред биосферы (гидросферы, атмосферы и геосферы) и функциональных блоков экосистем (микробов, растений, животных, почв), так и проблемы социальной экологии человека. Авторы обсуждают роль культуры, товарного производства, городов, энергии, транспорта, средств связи. Отдельные главы посвящены космическим аспектам выживания (искусственные биосферы и микрокосмы, космическая радиация), современным методам генетики и экологическому мониторингу.

В общей оценке этой ин-

тересной и необычной по структуре книги можно присоединиться к автору ее предисловия Ю. А. Школенко: «Перед нами — опыт комплексного, максимально разностороннего описания биосферы. Но это и в самом деле лишь опыт, не очень близкий, быть может, к совершенству. Отдельные темы даны полно, многие другие — отрывочно и конспективно. Однако, пожалуй, самое ценное в сборнике — смелость и нетривиальность подхода его составителей к своей задаче. Они все-таки добились желаемого: биосфера представлена читателю как гигантская система со множеством взаимосвязей, с зависимостями, уходящими в мировое пространство и в далекое прошлое».

#### Медицина

Е. С. Вельзовер, В. Г. Никифоров, Б. Б. Радмыш. ЛОКАТОРЫ ЗДОРОВЬЯ. 2-е изд. М.: Молодая гвардия, 1991. 207 с. Ц. 4 р.

Кожа наделена чудесной и многообразной активностью и является не менее важным органом, чем любой другой. В семи ее слоях, как в многоярусной постройке, располагается колоссальное количество различных элементов: клеток, гладких мышц, пигмента, солевых и потовых желез, различных рецепторов, кровеносных и лимфатических сосудов.

Всей своей площадью чистая и здоровая кожа участвует в дыхании, регуляции температуры тела, обмене веществ, выработке ферментов и медиаторов, очищении организма от вредных шлаков и избыточной воды. Выходит, что в известном смысле кожа функционирует как вспомогательные легкие, сердце, печень и почки.

Кожа — сложнейшая чувствительная система человека, она находится в постоянной готовности к восприятию. Обращенная к окружающей среде всей своей поверхностью, она напоминает зону, богато оснащенную локаторами разного типа. Одних только болевых рецепторов, сигнализирующих об опасности, здесь свыше 3 млн. Благодаря им человек ощущает боль, холод, тепло, прикосновение, давление и вибрацию.

К настоящему времени открыто и изучается 10 функций кожи. Совместное их действие напоминает гигантский, непрерывно работающий завод, в бесчисленных «цехах» которого происходят химические, электрические и обменные процессы, вспыхивают и гаснут «сигнальные лампы», извещающие организм о малейших изменениях во внешней и внутренней среде.

#### Медицина

Ю. А. Александровский, М. В. Поуровский, Г. Г. Незнамов. НЕВРОЗЫ И ПЕРЕКИСНОЕ ОКИСЛЕНИЕ ЛИПИДОВ. М.: Наука, 1991. 144 с. Ц. 4 р.

Проблемы эмоционального стресса и нарушений психической адаптации, которые приводят к невротическим расстройствам, — одни из наиболее важных в современной медицине. В настоящее время в ряду традиционных клинических направлений изучения неврозов все большее значение приобретают исследования биологических факторов, составляющих нейрофизиологическую «основу» невротических расстройств. Так, при разнообразных стрессорных состояниях и некоторых нервно-психических заболеваниях выявлена активация перекисного окисления липидов биологических мембран.

Авторы приводят результаты анализа влияния психотропных препаратов, в том числе транквилизаторов, антидепрессантов и психостимуляторов, а также иглорефлексотерапии и психотерапии на перекисное окисление липидов. Дано экспериментальное фармакологическое обоснование применения антиоксидантов в качестве психотропных средств при лечении больных с невротическими и неврозоподобными расстройствами. Хотя в монографии обобщены лишь первые подходы к указанной проблеме, она представляет собой значительный шаг к решению одной из труднейших задач медицины.

## В. Р. Вильямс как предтеча российской агроэкологии

Б. М. Миркин,  
доктор биологических наук  
Уфа

**П**РОГРЕСС агроэкологии стал особенно очевидным в 80-е годы. В США, ФРГ и России появляются в это время крупные сводки, в которых уже очерчен круг проблем новой науки, призванной разработать такие способы природопользования в сельском хозяйстве, при которых получение сиюминутных выгод не противоречит сохранению ресурсов среды<sup>1</sup>.

Агроэкология сформировалась не за одно десятилетие, и отдельные элементы, составившие ее скелет, отчетливо видны в работах многих ученых и практиков, в том числе в трудах академика В. Р. Вильямса (1863—1939). И, пожалуй, нет в истории развития агроэкологических подходов другой фигуры, которая была бы столь противоречива. В нашу эпоху он вошел с биографией, окрашенной отталкивающими красками. Но, как говорится, разделим переменные.

На имени ученого лежит печать его канонизации в тот страшный период, когда в науке шли массовые репрессии, но, уничтожая лучших из лучших (Н. И. Вавилова, А. В. Чайнова и многих других), Сталин хотел иметь и своих классиков. В табели о рангах биологов этого периода имя Вильямса он поставил вторым после Лысенко, хотя люди, составляющие этот тандем, были, в общем-то, очень разными. Малограмотный Лысенко никогда всерьез не учил-

<sup>1</sup> См. например: Сельскохозяйственные экосистемы / Ред. Л. О. Карпачевский. М., 1987; Кант Г. Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем. М. 1988; Жученко А. А. Адаптивное растениеводство: эколого-генетические основы. Кишинев, 1990.



Василий Робертович Вильямс.  
1890-е годы.

ся. Сын инженера-путейца Василия Робертовича Вильямса знал несколько языков, в предреволюционный период много работал за границей (в том числе и в Институте Пастера). Он хорошо владел химией, минералогией, ботаникой, геологией. В от-

личие от косноязычного Лысенко был великолепным лектором.

«Канонизация по Сталину» в качестве обязательного атрибута включала издание многотомного полного собрания сочинений. По специальному решению правительства было опубликовано 12-томное собрание сочинений Вильямса (М., 1949—1953). Это уже посмерт-



В. Р. Вильямс [второй слева] со студентами Петровско-Разумовской академии. 1906 г.

ное издание, в основу которого легло несколько вариантов главного труда Вильямса — курса лекций по земледелию, которое он понимал очень широко, работы по полям орошения и луговодству, а также множество статей, включая публицистику последних лет (30-х годов), когда уже произошла его полная адаптация к режиму. Поверив в гигантоманию сталинского плана коллективизации, в исключительные гносеологические возможности диалектического материализма и в творческую мичуринскую биологию, Вильямс в этих статьях «бескомпромиссно», по-ленински громил своих противников (научных оппонентов) — агрохимиков К. К. Гедройца и Д. Н. Прянишникова — и курил фишам Лысенко.

К сожалению, это теперь заслоняет научную суть наследия академика. Между тем в нем много значительного. Через все тома красной нитью проходят агроэкологические в своей основе представления о

сельском хозяйстве как гигантском солнечном комбинате по получению продуктов растениеводства и животноводства. Эти идеи были сформулированы Вильямсом еще в 1892 г. в работе «Опыт введения к изучению общего земледелия». В последующие годы они развивались и дополнялись.

Попробуем рассмотреть концептуальное ядро взглядов Вильямса, отбросив, как окалину дурного времени, его политические заблуждения. Тем более, что Вильямс был искренне убежден в том, что является участником грандиозных преобразований социалистического хозяйства. Отметим также, что его оппоненты, несмотря на самую жесткую критику, продолжали, в отличие от противников Лысенко, работать в той же системе ВАСХНИЛ, что и Вильямс, никто из них не стал жертвой ГУЛАГа.

В основу анализа положим современные экологические представления и будем придерживаться «принципа сочувствия» С. В. Мейена<sup>2</sup>, который

<sup>2</sup> Мейен С. В. Принцип сочувствия // Пути в неизвестное. М., 1977.

призывал к взаимотерпимости и плюрализму мнений в научной дискуссии.

В. Освальд делил ученых на «романтиков» и «классиков». Первые стремительны, склонны к дедукциям и продуктивны в создании новых концепций. Вторые основательны, неторопливы и вынашивают свои идеи десятилетиями, обосновывая их экспериментальными данными и анализом обширной литературы. Вильямс был не просто романтиком, он представлял собой какой-то «суперромантический» тип мышления. Он обладал неистовым научным темпераментом, и любой увиденный им факт тут же вызывал цепную реакцию дедукций. Увы, проверять свои умозаключения на новом фактическом материале Вильямс не любил, как и не любил изучать научную литературу, чтобы сверять свою точку зрения с представлениями коллег. Это было неотъемлемой составляющей стиля Вильямса и его бедой.

Вильямс тяготел к динамическому восприятию явлений природы, при этом в процессах динамики он постоянно переоценивал роль живого и недооценивал роль условий сре-

ды. Увиденные им частные варианты — зацелинения залежей или заболачивания лугов — превращались для него в общие законы, которые, по его мнению, действуют в любых условиях. Наиболее четко это проявилось в последнем варианте его лекционного курса (1938), где он пишет: «Под влиянием господствующей растительности климат страны может обладать диаметрально противоположными свойствами, хотя бы сумма ежегодно притекающих элементов его оставалась неизменной» (т. 6, с. 255).

В итоге, по Вильямсу, зональные явления (определяемые углом падения солнечного света и количеством солнечной энергии и осадков, поступающих на единицу поверхности) оказываются лишь фиксированными в пространстве стадиями единого эволюционного процесса — развития экосистем. У него полоса тундры плавно сменяется лесом, лес — лугом, луг — болотом, луговая степь — сухой степью и т. д. Краеугольное положение экологии — концепция климатса, которая была в начале столетия сформулирована Ф. Клементсом, — как раз имеет обратную направленность и подчеркивает роль абиссинской среды: в одном и том же климате проявляется тенденция к конвергенции разных экосистем к единому, равновесному с климатом состоянию. Таким образом, никаких диаметрально противоположных процессов разная растительность в одном и том же климате не вызывает, хотя в некоторых переходных условиях возможны триггерные системы, когда равновероятен переход в два или даже три состояния (процесс бифуркации по И. Пригожину).

Травопольная система, за внедрение которой боролся Вильямс (увя, не всегда методами честной научной дискуссии), была нацелена на восстановление или создание ценной агрономической комковатой структуры пахотного горизонта почвы. При такой структуре происходит накопление потенциального плодородия внутри комка (за счет гумификации остатков растений в условиях анаэробнозиса, разложения органики до минеральных соединений) и поддержание ак-

туального плодородия за счет аэробных процессов между комками. В общем это верный подход, но опять-таки не для всех зон, а только для нечерноземья, где корреляция плодородия и структуры достаточно тесная. В степной зоне урожай уже лимитирует влага, и потому он меньше зависит от структуры пахотного слоя, не говоря о расположенных южнее каштановых и бурых пустынных почвах.

Улучшать структуру Вильямс предлагал только за счет посева многолетних злаков, которые имеют мощную и поверхностно расположенную корневую систему. Урожайность их игнорировалась, так как им приписывалась почвоулучшающая функция. И это несмотря на очевидную убыточность посевов многолетних злаков в степной зоне. Отрицалась и почвоулучшающая роль однолетних бобовых (и недооценивалась роль многолетних бобовых трав), которые, во-первых, обогащают почву азотом, во-вторых, также способны улучшить структуру.

С превращением злакового травопольного севооборота в «философский камень» повышение урожайности постоянно боролся Д. Н. Прянишников, который писал: «Самая мысль о том, что будто бы имеется какой-то один из севооборотов, пригодный «во все времена и для всех народов» является антидиалектической — таких универсальных севооборотов нет и быть не может»<sup>3</sup>. Прянишников приводил самые разные варианты севооборотов для разных почв, в том числе вообще без многолетних трав, только при участии восстанавливающих почву однолетних бобовых.

Сегодняшняя практика подтвердила обоснованность возражений Прянишникова. В степной зоне место травополья заняла иная система, при которой оптимальные свойства почвы поддерживаются за счет замены отвалной вспашки рыхлением и выращиванием более урожайных однолетних кормовых культур, улучшающих почву. Теперь ставится в зависи-

мость от климата и отношение к парам, которые, по Вильямсу, всегда должны быть чистыми. В нечерноземье используются пары, занятые бобовыми, которые накапливают питательные элементы, а в степной зоне — чистые, накапливающие влагу, и т. д. И, конечно, в любой зоне травяные звенья севооборота, представленные бобовыми (клевером, люцерной, донником, эспарцетом), предпочтительнее злаковых, которые иссушают почву и выносят из нее и без того дефицитный для сельскохозяйственных экосистем азот.

Примерно ту же природу имели ошибочные трактовки Вильямсом особенностей «степной формации». Свойства южных опустыненных степей, где широко представлены короткоживущие эфемеры и эфемероиды (т. е. многолетники, но ежегодно вегетирующие недолго и выпадающие в состоянии глубокого покоя), экстраполировались на всю совокупность степей, хотя наиболее типичные для Евразии и расположенные севернее ковыльно-типчаковые степи имеют непродолжительный и неглубокий период летнего покоя. При таком ошибочном понимании степной формации Вильямс рассматривал все культурные растения как ее представители (III), хотя в это время уже публиковались работы Н. И. Вавилова о горном происхождении культурных растений.

Рассматривая сельскохозяйственный ландшафт как целостность, Вильямс считал, что основная причина, с которой связана потеря пашней питательных элементов, заключена в выносе их делювиальным стоком в расположенные ниже участки луга. Это также было частной закономерностью, возведенной в ранг закона. Во-первых, далеко не все поля лежат на склонах и, во-вторых, даже при небольших уклонах основным источником потерь плодородия почвы служит вынос питательных элементов с урожаем. А расчет балансных циклов питательных элементов в пахотной почве, которым занимался еще Ю. Либих, Вильямс просто игнорировал. Отсюда понятно его консервативное отношение к

<sup>3</sup> Прянишников Д. Н. Избр. произведения. Т. 3. Общие вопросы земледелия и химизации. М., 1963.

удобрениям, которыми человек должен был заплатить за дисбаланс, возникающий в результате того, что растениями выносятся из почвы много больше, чем вносятся почвоулучшающими культурами и навозом.

Однажды увидев в пойме скопления прибрежных песков, Вильямс в своей «теории речной поймы» стал говорить о песчаных дюнах как об обязательном элементе любой речной долины.

Казалось бы, такой изъян логики (С. В. Мейен назвал бы это эффектом первого запечатления — импринтинга) должен был обесценить труды Вильямса. И тем не менее этого не случилось. Его могучий интеллект породил такое количество идей, что значительная часть их обошла линзы субъективизма, искажающие картину природы. Этой части достаточно, чтобы считать его вклад в агроэкологию очень весомым и обеспечить ученому прочное положение в истории науки.

Отдавая дань уважения Д. Н. Прянишникову, нельзя не отметить того, что он все же «мыслил полем», в то время как В. Р. Вильямс вслед за А. Т. Болотовым интуитивно подходил к понятию агроэкосистемы как целостности, связанной трофическими отношениями. Для него поле, луг и скот были элементами этого единства — скот участвовал в транспорте вещества и энергии с луга на пашню. Чтобы сохранить плодородие пахотных почв, Вильямс считал необходимым не менее половины площади хозяйства занять кормовыми лугами. Он был убежден, что лес — важнейший элемент такой экосистемы, и выступал поборником лесомелиорации и защитником лесов от выпаса. Вильямс резонно полагал, что скудный корм в лесу не компенсирует того вреда, который нанесет скот лесу, понизив его «агрономический эффект» (т. е. роль экологического каркаса территории).

Нарушение этих рекомендаций Вильямса — завышение площади пашни, ослабление внимания к лесомелиорациям и массивное сокращение площади лесов на сельскохозяйственных землях — не замедлили сказаться на разрушении сель-

скохозяйственных ландшафтов. Усилилась эрозия почв, понизилась их обводненность и, естественно, снизился урожай. Несбалансированность поголовья скота и «зеленой кормовой площади» вели одновременно и к деградации пастбищ, и к перерасходу на кормление, поскольку концентрированные и сочные корма стоят дорого. Аграриям 60—80-х годов явно не хватало вильямсовской широты взглядов на агроэкосистемы.

Вильямс стоит и у истоков подхода, который назван А. А. Жученко адаптивным, и практически является идеологией современной агроэкологии. Еще в 1902 г. Вильямс писал: «Цель земледелия сводится... к получению с данного участка земли наибольшего количества продуктов определенного качества и при наименьших затратах труда и капитала (т. 1, с. 262)». Это как раз и есть основная формула адаптивного подхода, которая сегодня просто иначе формулируется — максимизировать фиксацию солнечной энергии на каждую единицу искусственной антропогенной энергии, которая вводится в агроэкосистему.

Вильямс выступал против варварства орошения за счет «циклопических» гидротехнических сооружений, причем предлагал бороться не с вторичным засолением, неизбежным при подъеме к поверхности солей, а с самой причиной вторичного засоления почв. Он еще не знал о капельном орошении, на котором сегодня основано процветание сельского хозяйства в пустынном Израиле, но видел много ценного в опыте традиционного орошения, которое мастерски проводили узбеки на своих плантациях.

Предостережения Вильямса прозвучали задолго до того, как орошением были разрушены черноземы Заволжья, низовьев Кубани и Дона и появилась зияющая рана Арала... В вопросах перспектив орошения Вильямс, с моей точки зрения, был ближе к истине, чем Н. И. Вавилов, считавший возможным увеличить площадь орошаемых земель в Средней Азии в десять раз (не говоря уже о А. В. Чайнове, предлагавшем для превращения это-

го региона в «цветущий сад» пожертвовать Аральским морем, разобрав воду впадающих в него рек на орошение).

В противовес орошаемому, Вильямс ратовал за «сухое земледелие» с возделыванием засухоустойчивых культур, в чем смыкался с Н. И. Вавиловым, который предлагал расширять на юге посевы сорго, названного им «верблюдом растительного мира». Идеи сухого земледелия в наши дни были реализованы Н. Т. Мечаевой, З. С. Шамсутдиновым и другими учеными аридной зоны, которые создали продуктивные многовидные пастбища на основе видов, полученных за счет селекции аборигенных растений пустынь.

В своей войне с «минеральной агрохимией» Вильямс допускал ошибки, утверждая, что главным фактором, лимитирующим урожай, являются не удобрения, а вода. Вновь повторялась та же логическая ошибка: особенности степной зоны, где действительно урожайность лимитировала вода, экстраполировались на нечерноземье, где урожай лимитировала бедность почв. Однако Вильямс каким-то внутренним чутьем почувствовал, что увлечение удобрениями может принять форму той же «циклопичности», что и орошение. После смерти Прянишникова, тонкого биолога и глубоко го агрохимика, удобрения стали вносить во все увеличивающихся дозах, подавляя тем самым биологическую активность почвы, вызывая ее дегумификацию, снижение качества продуктов, загрязнение водоемов и т. д. Впрочем, и Прянишников не уделял должного внимания возможному негативным последствиям химизации.

Вспоминая дискуссию Вильямса и Прянишникова и последствия безудержной химизации последних 20 лет, которые очень незначительно повысили урожай, вновь вспомним С. В. Мейена, который в своем «Принципе сочувствия» писал, что истина редко лежит на полюсах противоречий. Сегодня очевидно, что истина — в разумном и экологически грамотном применении удобрений одновременно с максимальной активизацией биологического потенциала агроэкосистемы.

Вильямс одним из первых на экосистемном уровне обсуждал отношения города и сельских территорий, разработав теорию полей орошения. В начале столетия, когда этот вопрос был предметом его тщательно изучения (он ездил в Европу для ознакомления с состоянием дел во многих городах), городские стоки не несли в своем составе опасного количества ксенобиотиков, как сегодня, и за их счет можно было создавать высокоурожайные поливные посевы трав, зеленая масса которых позволяла производить мясо и возвращать его городу.

Наконец, для истории земледелия представляет немалый интерес выполненный Вильямсом анализ эволюции залежно-переложной системы в современную плодосеменную систему земледелия.

Оценка вклада любого ученого должна проводиться с учетом времени, когда он жил. На долю Вильямса выпали годы гигантомании колхозно-совхозного строительства и тоталитаризации биологической науки. Вильямс сразу признал революцию, и революция признала его, ему не пришлось отстаивать свое право на место под солнцем и проходить огонь и

воду репрессий. Что касается медных труб, то, увы, их было более чем достаточно, и этого испытания ученый не выдержал, при жизни почувствовав себя лидером и классиком. И хорошо, что деканонизация имени Вильямса не сопровождается традиционным перезахоронением и что его имя носит созданный им Институт кормов и ежегодно Всесоюзное общество почвоведов за лучшие работы присуждает премию имени академика В. Р. Вильямса.

Над номером работали  
И. о. ответственного секретаря  
М. Ю. ЗУБРЕВА  
Заместитель ответственного секретаря  
В. И. ЕГУДИН  
Научные редакторы  
И. Н. АРУТЮНЯН  
О. О. АСТАХОВА  
Л. П. БЕЛЯНОВА  
М. Ю. ЗУБРЕВА  
Э. Ю. КАЛИНИН  
Г. М. КАРАСЕВА  
Г. В. КОРОТКЕВИЧ  
Л. Д. МАЙОРОВА  
Н. Д. МОРОЗОВА  
Н. В. УСПЕНСКАЯ  
О. И. ШУТОВА

Корректоры Р. С. ШАЙМАРДА-  
НОВА, О. Н. БОГАЧЕВА

В художественном оформлении номера принимали участие:  
В. С. КРЫЛОВА  
А. В. СТОЛЬНИКОВ  
Ю. В. ТИМОФЕЕВ

Ордена Трудового Красного  
Знамени издательство «Наука»

Литературный редактор  
Г. В. ЧУБА

Художественные редакторы  
Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией  
С. С. ПЕРЕПЕЛКИНА

Адрес редакции:  
117810, Москва, ГСП-1,  
Мароновский пер., 26  
Тел. 238-24-56, 238-26-33

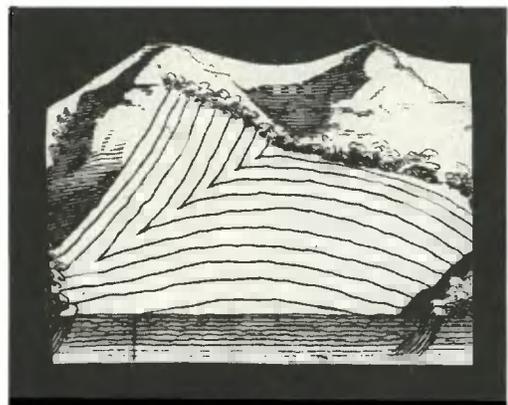
Сдано в набор 5.10.92  
Подписано в печать 29.12.92  
Формат 70×100 1/16  
Бумага офсетная № 1  
Офсетная печать  
Усл. печ. л. 10,32  
Усл. кр.-отт. 307,1 тыс.  
Уч.-изд. л. 15,1  
Тираж 11 472 экз.  
Зак. 1408  
Цена 20 р.

Ордена Трудового  
Красного Знамени  
Чеховский полиграфический  
комбинат  
Министерства печати  
и информации  
Российской Федерации  
142300, г. Чехов  
Московской области



На пороге XXI столетия под городские крыши переселилось больше половины населения Земли. Необычайно сложный городской организм изучается учеными самых разных специальностей, но никому еще не удалось охватить весь комплекс проблем в целом. Между тем этот организм непредсказуемо развивается по своим законам и заставляет испытывать все большее беспокойство не только за будущее самих городов и их жителей, но и за судьбу неразрывно связанной с ними земной цивилизации.

#### **ПРОБЛЕМЫ БОЛЬШОГО ГОРОДА**



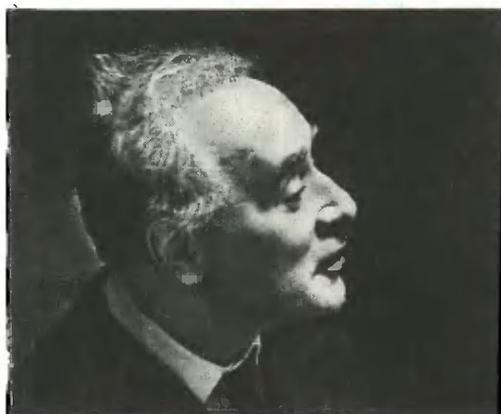
Расхождения в стратиграфических корреляциях, осуществляемых разными специалистами с помощью традиционных методов, стали притчей во языцех. Избежать противоречий позволяют новые алгоритмы, базирующиеся на классической модели А. Г. Вернера.

**Салин Ю. С. СТРАТИГРАФИЯ: ПОРЯДОК И ХАОС**

# **ПРИРОДА**

# **2**

93



Значение и «место» Ландау в физике XX века определяется сочетанием трех факторов: его научными достижениями, исключительной универсальностью — владением всей теоретической физикой и, наконец, призванием учить.

**Гинзбург В. Л. УНИКАЛЬНЫЙ ФИЗИК И УЧИТЕЛЬ ФИЗИКОВ (о Льве Давидовиче Ландау — физике и человеке)**

Сегодня совершенно очевидно, что охрана генофонда сельскохозяйственных животных не менее важная проблема, чем сохранение диких животных. К сожалению, до сих пор в нашей стране нет надежной системы защиты и охраны национального богатства — древних аборигенных пород.

**Стопповский Ю. А. КРАСНАЯ КНИГА ДОМАШНИХ ЖИВОТНЫХ**

20 р.  
Индекс 70707

