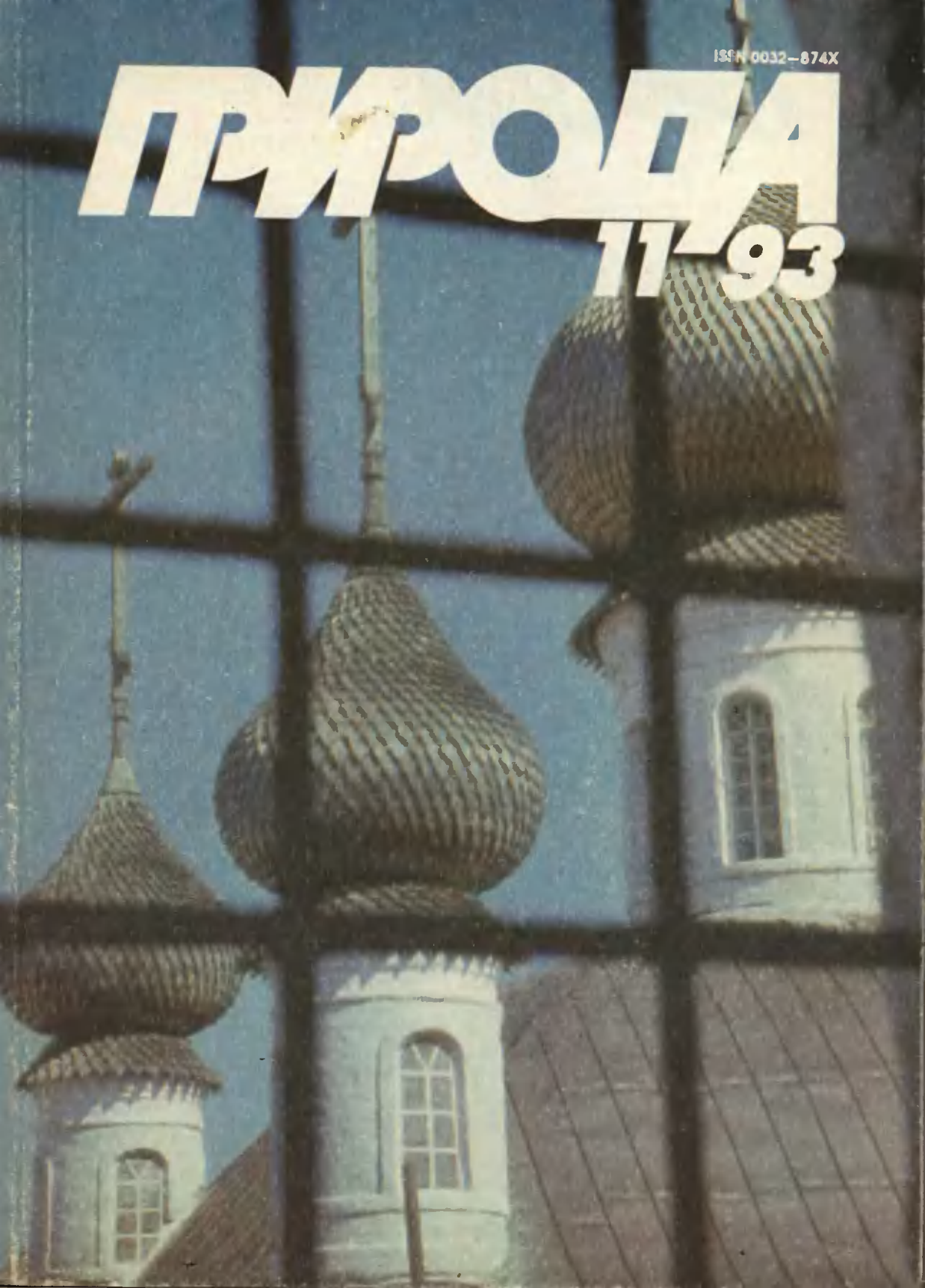


ISSN 0032-074X

# ПРИРОДА

11-93



Главный редактор академик А. Ф. АНДРЕЕВ  
Заместитель главного редактора кандидат физико-математических наук А. В. БЯЛКО

## 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 (ответственный секретарь), член-корреспондент РАН Н. А. БОГДАНОВ (геология), член-корреспондент РАН В. Б. БРАГИНСКИЙ (физика), член-корреспондент РАН А. Л. БЫЗОВ (физиология), доктор географических наук А. А. ВЕЛИЧКО (палеогеография), 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), 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 (научная информация), доктор технических наук Д. А. ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН И. Д. РЯБЧИКОВ (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. ЧЕРЕПАЩУК (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 И ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦАХ ОБЛОЖКИ. Соловецкий монастырь в наши дни. Вид из Спасо-Преображенского собора на Никольскую церковь. Купола Успенской церкви. См. в номере: «...Слово в мире нет ничего, кроме водорослей». Из писем П. А. Флоренского.

Фото В. И. Егудина



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

## В НОМЕРЕ:

### 3 КОНКУРЕНЦИЯ В ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

Многочисленные примеры из разных научных дисциплин демонстрируют удивительную общность: там, где есть развитые конкурентные отношения, распределение объектов по их величинам оказывается универсальным.

**Трубников Б. А.**

**ЗАКОН РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНКУРЕНТОВ (3)**

**Бялко А. В.**

**КОНСТРУКТИВНОСТЬ ЗАКОНА КОНКУРЕНЦИИ (14)**

### РЕЗОНАНС

**20 Смондырев М. А.**  
**ЖУРНАЛИСТ СМОТРИТ В КНИГУ...**

**25 ДРЕВНИЕ ПЛЕМЕНА И НАРОДНОСТИ**  
**Пряхин А. д.**  
**ВОСТОЧНАЯ ГРАНИЦА ДРЕВНЕЙ РУСИ В IX—X вв.**

**28 Фадеев М. А.**  
**МЕЖДУНАРОДНАЯ ШКОЛА ПО ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКЕ**

**30 НАСЛЕДИЕ**  
**«...СЛОВНО В МИРЕ НЕТ НИЧЕГО, КРОМЕ ВОДОРОСЛЕЙ». ИЗ ПИСЕМ П. А. ФЛОРЕНСКОГО**

Последние три года своей жизни Павел Александрович Флоренский — ученый-естествоиспытатель, философ, богослов, «квартет народа» — провел в лагере на Соловках, где вместе с группой заключенных занимался исследованиями по практическому применению беломорских водорослей. Почти все его письма, адресованные семье, содержат упоминания водорослей, причем нередко сопровождаются их цветными рисунками.

**43 Арутюнян И. Н.**  
**ПОДПИСАНО СОГЛАШЕНИЕ РОССИЯ-ЦЕРН**

**44 ГЕОГРАФИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ**  
**Интервью с Б. И. Кочуровым**

Созданная в конце 80-х годов экологическая карта СССР, на которую положены ареалы экологических ситуаций различной остроты и происхождения, со временем уточняется и детализируется. Одна из последних ее модификаций — карта экологической напряженности России.

**50 Сидорович В. Е.**  
**ВЫДРА**

Этому животному, к счастью, не грозит исчезновением перекройка гидросети ландшафтов.

**57 Вертанян Г. С., Бредехоефт Дж. Д., Роузллоффс Э.**

**ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

Вот уже более 10 лет и в нашей стране, и в Соединенных Штатах проводятся исследования, основная цель которых — понять возможности использования гидрогеологических данных для прогноза землетрясений. При этом научные программы обеих стран базируются на принципиально различных подходах.

**65 Багдасаров Ю. А.**  
**НЕОБЫЧНОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ЦИРКОНИЯ**

На периферии Ингильдийского массива щелочных пород (Алданский щит) обнаружена серия богатых месторождений циркония необычного генезиса.

**68 БИОГРАФИЯ СОВРЕМЕННОКОВ**  
**«ЧТО НЕВОЗМОЖНО, ТО И ВЕРОЯТНО», РОМАН БЕНИАМИНОВИЧ ХЕСИНА-ЛУРЬЕ**

Р. Б. Хесин не был трибуном-оратором, у него были мягкий голос и непреклонная воля. Он был простым и даже нелегким человеком, но всей своей жизнью, нравственной позицией, научными трудами и общественной деятельностью он был звеном цепи, соединяющей поколения.

**96 Агол В. И.**  
**СЮРПРИЗЫ ВИРУСА ПОЛИОМИЕЛИТА**

Будучи одним из наиболее изученных объектов теоретической вирусологии, вирус полиомиелита продолжает тем не менее удивлять специалистов. Ему, например, присущ необычный механизм, обеспечивающий начало синтеза белка, механизм, исследования которого обещают создание новых противовирусных вакцин.

**104 Белостоцкий И. И.**  
**ФИГУРНЫЕ КАМНИ — «КОСТЫРМА»**

На северо-востоке Тувы обнаружены причудливой формы конкреции, которые легко принять за какие-то предметы, изготовленные древним человеком.

**108 НОВОСТИ НАУКИ (107)**

**123 РЕЦЕНЗИИ**

**125 КОРОТКО**

**126 ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ**  
**Келлер М. Б.**  
**РУССКИЙ НЕМЕЦ, ПРИУМНОЖИВШИЙ СЛАВУ РОССИИ**  
**(К 200-летию со дня рождения П. И. Келлена)**

**IN THIS ISSUE:**

**3 COMPETITION IN NATURE AND HUMAN SOCIETY**

A great number of examples from various branches of science show a striking community: wherever there exist the relations of strong competition, when one is preying the other, the distribution of the objects according to their values appears universal.

Trubnikov B. A.

THE LAW OF COMPETITORS' DISTRIBUTION (3)

Byalko A. V.

CONSTRUCTIVE CHARACTER OF COMPETITION LAW (14)

RESONANCE

**20 Smondyrev M. A.  
IF A JOURNALIST CAN'T READ THE WRITING ON THE WALL...**

ANCIENT TRIBES AND PEOPLES

**25 Pryakhin A. U.  
THE WESTERN BORDER OF ANCIENT RUSS**

**28 Fadayev M. A.  
INTERNATIONALS SCHOOL FOR THEORETICAL PHYSICS**

HERITAGE

**30 "...THE WORLD LOOKS LIKE HAVING NOTHING BUT ALGAE IN IT". FROM THE LETTERS BY FLORENSKIY P. A.**

It was in the confinement in Solovky that Pavel Florensky spent the last three years of his life. And it was there that this distinguished naturalist, philosopher, theologian and the "national enemy" together with a group of other confined men carried on the studies of the practical use of the White Sea algae. Practically all his letters of that time, addressed to his near and dear, contain this or that information on algae, and in some letters there are even colored illustrations of algae.

**43 Harootunian I. N.  
RUSSIA SIGNS NEW COOPERATION AGREEMENT WITH CERN**

**44 GEOGRAPHY OF ECOLOGICAL CASES  
Kochurov B. I. Interviewed**

The ecological map of the USSR created at the end of the Eighties depicted the ecological areas of cases different in their acuteness and nature; this map has been constantly specified and detailed. The latest of its modifications is the map of ecological tension in Russia.

**50 Sidorovich V. Ye.  
OTTER**

Fortunately, the artificial changes in the water reservoirs will do no harm to these rare and precious animals.

**57 Vertanyan G. S., Bredehoeft J. D., Rouellofs E.  
HYDROGEOLOGICAL FORECAST OF EARTHQUAKES**

For over ten years now both in this country and in the USA there have been carried out the studies the main goal of which is to start the utilization of the hydrogeological data for forecasting earthquakes. And it should be added that the researchers of each country maintain the approaches to the matter principally differing from each other.

**65 Bagdasarov Yu. A.  
AN UNUSUAL ZIRCONIUM DEPOSIT**

Rich deposits of zirconium of unusual genesis have been found in the outlying regions of the Ingily alkali rocks (the Aldan shield).

OUR CONTEMPORARIES  
BACKGROUNDS

**68 "THAT IS POSSIBLE, WHICH IS INCREDIBLE." ROMAN BENIAMINOVICH KHEVIN-LURIE.**

R. B. Khesin was never a great speaker with the soft voice of his, though his will was strong and unbiased. He was not an ordinary man and sometimes he was even difficult to deal with. But because of his life style, his morals, and his scientific and social activities he can be called a real link between the two generations.

**96 Agol V. I.  
POLIOMYELITIS VIRUS CONTINUES TO SURPRISE**

Though having been theoretically studied better than any other virus, poliomyelitis has still something in store for the researchers. It is, for example, characterized by an unusual mechanism enabling to start a protein synthesis. This mechanism now under study may open the prospects for creating new antiviral vaccines.

**104 Belostotskiy I. I.  
"KOSTYRMA" FIGURED STONES**

On easily taken for the objects made by the ancient dwellers of these places.

**108 SCIENCE NEWS (107)**

**123 BOOK REVIEWS**

**125 NEWS IN BRIEF**

**126 MEETING THE FORGOTTEN PAST  
Keller N. B.  
A GERMAN FROM RUSSIA WHO ADDED TO ITS GLORY  
(To celebrate the second centenary of E. I. Keppen's birthday)**

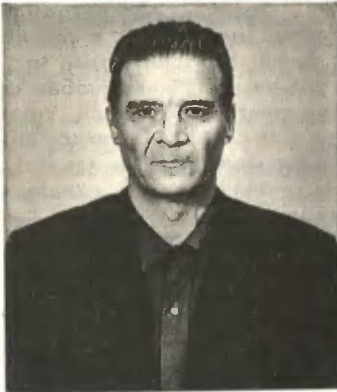
# КОНКУРЕНЦИЯ В ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

Удивительное подобие систем, относящихся к таким, казалось бы, далеким друг от друга дисциплинам, как биология, физика, экономика, лингвистика, было подмечено довольно давно. В том случае, когда целое делится на части в результате многочисленных слияний, дроблений, захватов и распадов, в разнообразных системах проявляется единая закономерность соотношений между большими и малыми частями. В публикуемых ниже статьях Б. А. Трубникова и А. В. Бялко эти процессы взаимодействия компонент обобщенно названы конкуренцией.

Мы еще далеки от полноты понимания того, как именно возникают конкурентные распределения. Хотя результаты конкуренции описываются довольно просто, причина единства разных систем с трудом поддается прямому теоретическому осмыслению. Отчасти по этой причине, отчасти из-за многообразия своих приложений это направление оставалось на обочине науки. Сегодня нет специальных научных журналов, в тематику которых оно могло бы органично вписаться. Все это делает наш журнал естественной трибуной обсуждений этого необычного и, не исключено, перспективного направления.

## Закон распределения конкурентов

Б. А. Трубников



Борис Андреевич Трубников, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник Российского научного центра Курчатовский институт. Область научных интересов — теория плазмы, гидродинамика, теория излучения. Автор учебника «Введение в теорию плазмы» (Ч. I. М., 1969; Ч. II. М., 1970; Ч. III. М., 1978), монографии «Квазигазовые неустойчивые среды» (М., 1991).

**Е**СЛИ вам удалось подметить некоторую аналогию или хотя бы чисто внешнее сходство двух разных явлений или объектов, то по логике научного подхода следует попытаться описать их одинаковыми математическими уравнениями. Это может дать ключ к пониманию причин и механизмов, приводящих к наблюдаемому сходству. Такой путь естествен при наблюдении и изучении неживой природы, а как быть в случае, когда какое-либо общественное явление или объект живой природы обнаруживает сходство с неживым объектом? Если это сходство чисто качественное, обычно ограничиваются словами типа «подобно тому, как ...» и т. д.

Более интересны случаи, когда признак сходства выражается количественно и притом с такой точностью, что вполне уместно применять математические формулы, указывая степень погрешности. Особенно привлекает внимание ситуация, когда одна и та же формула применима к большому числу са-

мых разнообразных объектов. В этом случае возникает желание отыскать общую причину широкой ее применимости.

Здесь мы приведем отобранные из различных первоисточников около 20 «наборов однотипных объектов» самой различной природы. Эти наборы состоят из мелких и крупных объектов, и предполагается, что крупные возникают в результате объединения мелких в процессе, который тут назван «свободной конкуренцией», приводящей к вполне определенному закону распределения объектов по их «массе». Роль ее в различных наборах объектов играют величины, за которые ведется конкурентная борьба.

Здесь предлагается довольно простое теоретическое обоснование количественного «закона распределения конкурентов», но, прежде чем обсудить его, приведем несколько наиболее красноречивых примеров.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПО «МАССЕ» В ПРИРОДЕ И ОБЩЕСТВЕ

Начнем с примера, который сейчас, в процессе перехода нашей страны к рыночной экономике, особенно интересен, поскольку дает представление о том, как устроен этот рынок. Сравнительно недавно были опубликованы данные<sup>1</sup>, позволяющие подсчитать число  $N$  фирм США, имеющих  $m$  или более служащих (табл. 1). Для большей наглядности полезно построить график зависимости  $N$  от  $m$  (рис. 1), но так как значения  $N$  и  $m$  меняются здесь в широких пределах, то по осям целесообразно указывать их десятичные логарифмы, и тогда рисунок будет иметь разумные размеры.

Оказывается, фактические данные с хорошей точностью ложатся на прямую с наклоном в  $45^\circ$ . Это означает, что число фирм  $N$  примерно обратно пропорционально числу  $m$ , а эта зависимость описывается простой математической формулой — гиперболой  $N=A/m$ , где  $A$  — постоянная, не зависящая

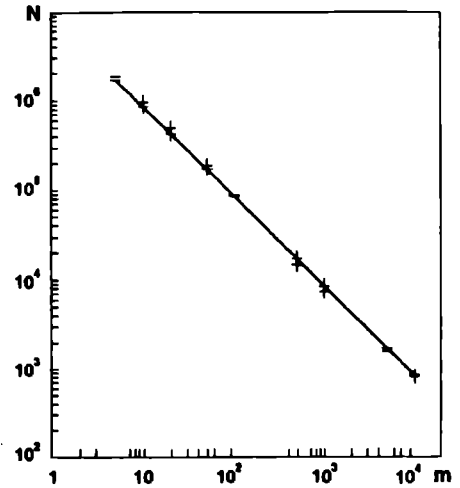


Рис. 1. Распределение фирм США (всего их около 3 млн.) по числу служащих. График построен по данным, приведенным в табл. 1 с использованием логарифмической шкалы по осям  $x$  и  $y$ . Видно, что фактические значения (точки) близки теоретическим значениям (прямая), которые дает формула  $N=A/m$ , в которой  $A$  не зависит от  $m$ . Эта формула (с разными  $A$ ) с хорошей точностью описывает не только фирмы, но и наборы многих других объектов.

от  $m$ . Если положить  $A=8,5 \cdot 10^6$ , то эта «теоретическая» формула дает значения  $N_t$ , которые довольно близки к истинным (в нижней строке таблицы указан процент отклонения, в максимуме равный  $\pm 15\%$ ).

Тот факт, что распределение фирм выглядит именно так, а не иначе, можно качественно объяснить тем, что в условиях конкуренции и рынка любая фирма стремится увеличить свой доход, сферу деятельности и число своих работников за счет поглощения более мелких фирм, так что условно все фирмы можно считать «хищниками», функционирующими в условиях «естественного отбора». Этот образ созвучен со столь привычными определениями, как «киты экономики», «финансовые акулы» и т. п. Возникает вопрос, не отражает ли найденная формула

<sup>1</sup> Разумнова И. // Наука и жизнь. 1990. № 5. С. 3.

Таблица 1

Число  $N$  фирм США, имеющих  $m$  или более служащих\*

$m \geq$ $N$	5	10	20	50	100	500	1000	5000	$10^4$
	1 837 620	956 209	486 944	185 610	86 031	14 592	7412	1597	806
$N_t$ %	1 700 000 +8	850 000 +12	425 000 +15	170 000 +10	85 000 +1	17 000 -14	8500 -13	1700 -6	850 -5

\*  $N_t$  — число фирм, подсчитанное по формуле  $N_t=A/m$ , где постоянная  $A$  подобрана так, чтобы отклонение было минимальным; внизу — процент отклонения.

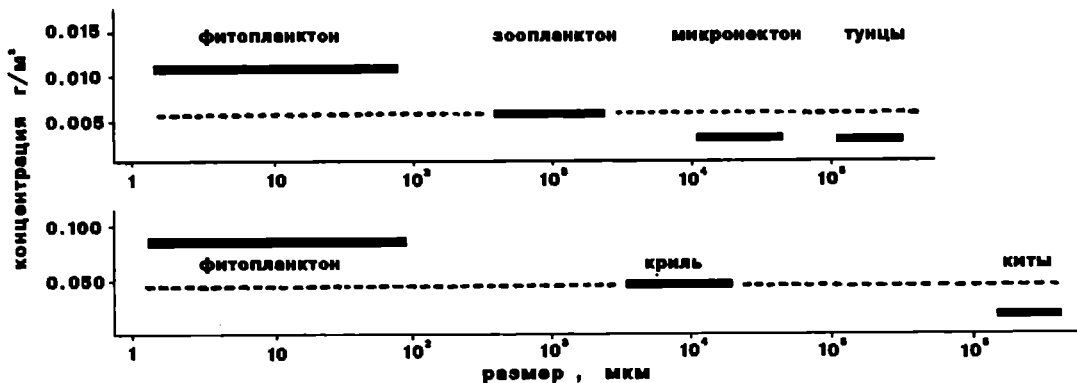


Рис. 2. Распределение обитателей Мирового океана по их размерам. По вертикальной оси  $y$  (с линейной шкалой) указана измеряемая в граммах на кубометр объема воды концентрация суммарного веса «живого материала» тех обитателей океана, размеры которых попадают в определенный интервал, указанный по горизонтальной оси (с логарифмической шкалой). Размером рыбы для определенности считается диаметр воображаемого шара с тем же объемом, что и у рыбы. Вверху изображена концентрация «материала» в экваториальных водах Тихого океана, внизу — в антарктических холодных водах. По мнению канадских ученых, эти данные свидетельствуют о равномерном распределении веса «живого материала» в океане по логарифмическим интервалам размеров всех его обитателей — от бактерий до китов, что эквивалентно формуле  $N=A/m$ . [Нектоном называют свободно перемещающихся обитателей океана, в отличие от переносимых течениями, например медуз.]

закономерность, свойственную и другим «сообществам конкурентов», соревнующихся между собой в борьбе за обладание какой-либо определенной, важной для них «субстанцией», количество которой ограничено.

Для сравнения возьмем пример из живой природы и рассмотрим обитателей Мирового океана, распределение которых по «весовой категории» было исследовано канадскими учеными<sup>2</sup> и графически представлено на рис. 2.

Приведенные на нем данные имеют довольно большой разброс, обусловленный, в частности, тем, что холодные воды содержат в растворенном виде больше кислорода и поэтому примерно в 10 раз более богаты рыбой, чем воды вблизи экватора. Несмотря на эти отличия, канадские ученые считают, что результаты их исследований подтверждают гипотезу о приблизительно равномерном распределении «материала» по интервалам размеров рыб, причем эти интервалы определяются в шкале логарифмов, начиная от микрона ( $10^{-6}$  м) до 10 м, что, по мнению авторов, включает всех обитателей океана — от бактерий до китов. В математическом отношении такое распределение в океане «живого материала» по размерам обитателей (а из-за логарифмической шка-

лы тем самым и по их массам  $m$ , которые пропорциональны кубу размера) совпадает с формулой распределения фирм по числу рабочих.

Следующие два примера взяты из жизни человеческого общества. На рис. 3 показано построенное Г. Ципфом распределение числа  $N$  городов США, имеющих  $m$  или более жителей<sup>3</sup>.

И вновь все фактические данные ложатся на прямые с наклоном  $45^\circ$ . Следовательно, и в этом случае в каждый момент времени с хорошей точностью справедлива та же формула  $N=A/m$ , в которой числитель  $A$  не зависит от  $m$ , но возрастает со временем по мере роста общего населения страны. Если пытаться интерпретировать эту зависимость на «языке конкурентов», то можно было бы отметить, что хотя города и не «поедают» друг друга, но само население «перетекает» из одного города в другой — преимущественно из мелких городов в более крупные.

Аналогичным является и построенное нами по статистическому справочнику распределение городов Украины на 1985 г. (рис. 4), так что его, видимо, следует считать естественным следствием свободного развития городов. Однако для всего СССР соответствующий график заметно отклоняется от прямой с наклоном  $45^\circ$  в области городов с населением в 1 млн. человек и выше, что

<sup>2</sup> Sheldon R. W., Prakash A., Sutcliffe W. H., Jr. // Limnology and Oceanography. 1972. V. 17. N 3. P. 327—340.

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

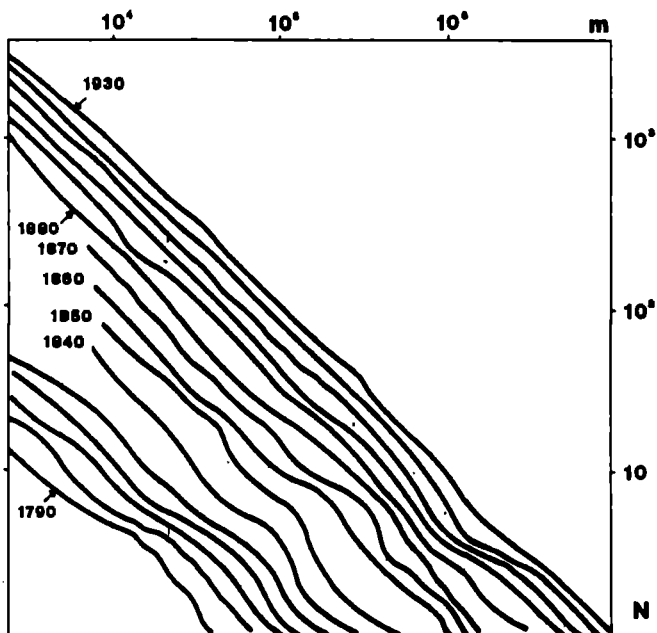


Рис. 3. Распределение городов США по числу жителей за период 1790—1930 гг. через каждые 10 лет. По вертикальной оси у отложен номер  $N$  города в списке, составленном в порядке убывания по числу  $m$  жителей, отлаживаемому по горизонтальной оси  $x$ . При таком упорядочении число  $N$  принято называть рангом города. В России городом первого ранга ( $N=1$ ) является Москва, второго ( $N=2$ ) — Санкт-Петербург, третьего ( $N=3$ ) — Екатеринбург и т. д.

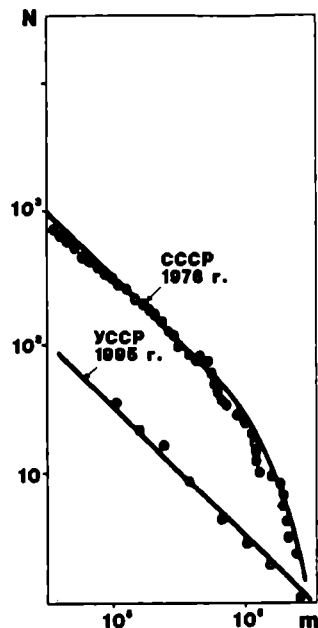


Рис. 4. Распределение городов СССР в 1976 г. и Украины в 1985 г. по числу жителей [обозначения те же, что и на рис. 3]. Ранг  $N$ , как нетрудно видеть, показывает не только номер города в упорядоченном списке, но одновременно и число городов, имеющих  $m$  или более жителей, так что зависимость  $N(m)$  является интегральным спектром городов рассматриваемой страны.

обусловлено, скорее всего, специфическими трудностями с жильем.

В дальнейшем мы приведем и другие примеры, демонстрирующие удивительную универсальность формулы  $N=A/m$ , которую мы будем называть распределением конкурентов по массе. Однако перед этим, на наш взгляд, полезно обсудить возможные причины, приводящие к такому закону.

#### ПОТОК МАССЫ ВДОЛЬ КООРДИНАТЫ МАСС

Дальнейшие рассуждения требуют использования количественных соотношений, без которых данная статья выглядела бы как простой набор сходных по внешнему виду рисунков, иллюстрирующих очевидный факт, что мелкие тела встречаются в природе чаще, чем крупные. Поэтому используем далее несколько простых формул в надежде, что они не отпугнут читателей «Природы».

Все наши примеры относятся к таким наборам тел, в которых идет процесс объединения мелких тел в более крупные. Он похож на процесс слипания (коагуляцию) частиц при взаимных столкновениях с сохранением суммарной их массы до и после столкновения. Однако нас интересует более общая постановка проблемы, когда во многих случаях «телам» (например, словам языка или ученым) следует приписать не массу, а некую характеристику, которую мы условно назовем «массивностью» или «весомостью» объекта.

Чтобы перейти к количественным соотношениям, рассмотрим мысленно модель со слипающимися частицами. Если слипаются две частицы, то возникает одна, но большей массы, и такое повышение массы можно рассматривать как скачок частиц вдоль «координаты масс», сопровождающийся уменьшением числа частиц. Координату масс условимся обозначать  $m$ , и поскольку частиц много, то здесь имеет место как бы



непрерывный «поток массы вдоль координаты масс», который и является ключевым понятием в нашей эволюционно-конкурентной постановке задачи. Указанный поток условимся обозначать  $Q_m$  и попытаемся составить для него математическую формулу, основываясь, главным образом, на соображениях размерности.

Для этого вначале рассмотрим вспомогательную задачу о движении молекул газа по трубе газопровода и составим формулу для потока массы газа вдоль координаты  $x$ , мысленно направленной вдоль оси трубы. Читатель легко сообразит, что этот поток (обозначим его  $Q_x$ ) должен быть пропорционален массе одной молекулы  $m$ , скорости газа  $\dot{x}$  и, наконец, «погонному» числу  $n_x$  молекул, приходящихся на единицу длины трубы, так что в результате имеем формулу  $Q_x = m \dot{x} n_x$ . Интересующий нас «поток массы вдоль координаты масс» можно написать теперь по аналогии, если в этой формуле всюду заменить  $x$  на  $m$ , что даст выражение  $Q_m = m \dot{m} n_m$ , которое для наших целей полезно переписать в виде дроби:

$$n_m = Q_m / m \dot{m}. \quad (1)$$

Входящие сюда величины имеют иной смысл<sup>4</sup>, чем множители в формуле для потока газа, однако по аналогии следует считать, что величина  $m$  — это масса (или «массивность») одного объекта, величина  $\dot{m}$  — скорость движения объектов вдоль координаты масс и, наконец, величина  $n_m$  есть погонное число объектов, приходящихся на единичный и притом линейный интервал масс.

Величину  $n_m$  называют дифференциальным спектром, тогда как приведенные на рис. 1, 3 и 4 зависимости являются интегральными спектрами. Эти интегральные спектры, как мы видели, с хорошей точностью описываются формулой  $N = A/m$ , которой соответствует дифференциальный спектр, выражаемый формулой:

$$n_m = A/m^2, \quad (2)$$

и эта формула совпадала бы с теоретической формулой (1), если бы выполнялось равенство  $Q_m/\dot{m} = A/m$ , где  $A$  не зависит от  $m$ . Для согласования такой «теории» с опытом нам нужны две гипотезы относительно величин  $Q_m$  и  $\dot{m}$ .

Во-первых, величина  $\dot{m}$  должна указывать скорость возрастания массы  $m$  одного

объекта за единицу времени, т. е. «привес», например за сутки, и во многих случаях можно предполагать, что этот привес пропорционален массе, имеющейся в наличии на данный момент. Эта первая гипотеза означала бы экспоненциальное во времени возрастание массы, описываемой формулой

$$\dot{m} = m/T_0, \quad (3)$$

где время удвоения  $T_0$  (точнее возрастания в 2,7 раза) не должно зависеть от  $m$ . Например, известно<sup>5</sup>, что вес и рост мальчиков увеличиваются по экспоненте вплоть до 12-летнего возраста. В области финансов и творческой деятельности это правило экспоненты качественно соответствует известным поговоркам «аппетит приходит во время еды», «деньги делают деньги», «успех рождает успех» и т. д.

Приняв первую гипотезу, мы достигнем совпадения теории с опытом при дополнительном условии независимости потока массы  $Q_m$  от аргумента  $m$ , и эта вторая гипотеза требует отдельного анализа для каждого конкретного случая. Например, применительно к космическим телам, также с большой точностью описываемым «формулой конкурентов», решение модельной задачи о слипании частиц<sup>6</sup>, в частности с учетом гравитации<sup>7</sup>, показывает, что с течением времени в системе возникает спектр масс, простирающийся от некоторого минимального значения массы  $m_{\min}$  до максимального  $m_{\max}$ . Вся совокупность частиц «течет» вдоль координаты масс, однако в средней, основной, части спектра формируется почти стационарный режим течения с потоком  $Q_m$ , который слабо зависит от координаты  $m$ , подобно тому как поток газа  $Q_x$  в трубе не зависит от  $x$ , поскольку в стационарных условиях он постоянен вдоль всей трубы.

Две указанные гипотезы и позволяют получить из формулы (1) формулу (2) для дифференциального спектра, из которой путем интегрирования в пределах от  $m$  до  $m_{\max}$  получается выражение

$$N(\geq m) = A \left( \frac{1}{m} - \frac{1}{m_{\max}} \right). \quad (4)$$

для интегрального спектра, изображенного

<sup>4</sup> Величины  $\dot{x} = dx/dt$ ,  $\dot{m} = dm/dt$  — это производные по времени.

<sup>5</sup> Жирмунский А. В., Кузьмин В. Н. Критические уровни в процессах развития биологических систем. М., 1982.

<sup>6</sup> Трубников В. А. Слипание космической пыли // Природа. 1971. № 8. С. 76—77; Он же // Докл. АН СССР. 1971. Т. 196. № 6. С. 13—16; Он же // Там же. Т. 197. № 1. С. 59—61.

<sup>7</sup> Trubnikov V. A., Kus'min A. A. // Physical Express, 1993. V. 1. N 1. P. 50.

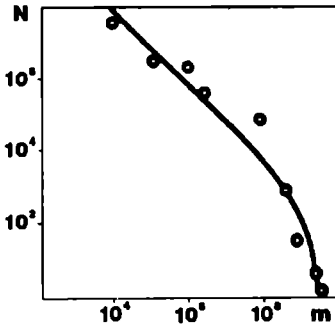


Рис. 5. Частные финансовые состояния в США на 1984 г. По осям отложены логарифмы значений, приведенных в табл. 2. Правый конец графика имеет «завал», возможность которого учитывает теоретическая формула (4) для интегрального спектра (сплошная линия).

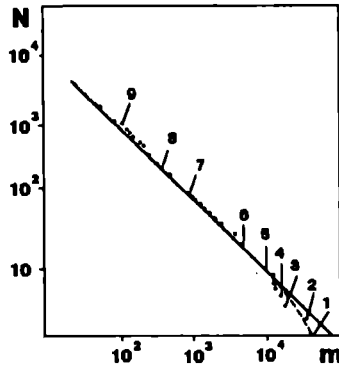
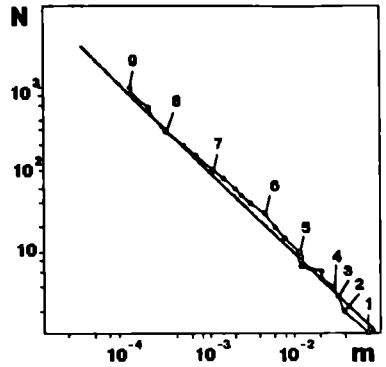


Рис. 6. Распределение слов по рангам в зависимости от частоты их встречаемости; слева — для русского языка (1 — в, 2 — и, 3 — не, 4 — на, 5 — а, 6 — как, 7 — каждый, 8 — огромный, 9 — красота); справа — для английского (1 — the, 2 — of, 3 — and, 4 — to, 5 — I, 6 — or, 7 — say, 8 — really, 9 — quality). По горизонтальной оси  $x$  отложена частота встречаемости  $m$  (для русского языка в абсолютных единицах, для английского — в относительных), указывающая «весомость», т. е. потребность в слове в данный период жизни общества. По вертикальной оси у указан ранг  $N$ , являющийся номером данного слова в упорядоченном словаре и одновременно показывающий число слов с встречаемостью, большей или равной  $m$ . Таким образом, функция  $N(m)$  является интегральным спектром, теоретическая формула (4) которого позволяет описать и «завалы», наблюдаемые на правых концах спектров.



Во всех рассматриваемых случаях совпадение теории с наблюдениями оказывается достаточно хорошим, и читателям предоставляется возможность самим судить о приемлемости основных представлений и гипотез этой теории к конкретным примерам.

на всех рисунках<sup>8</sup>. Отметим, что эта формула согласуется с опытом гораздо лучше, чем упрощенная формула  $N=A/m$ , в тех случаях, когда на правых концах графиков имеется «завал».

Изложенную выше «теорию» условно можно назвать «эволюционно-конкурентным подходом», и далее мы покажем, что его можно приближенно использовать во многих случаях, в том числе и таких, когда применимость его предположений не очевидна.

Для проверки мы подобрали дополнительные примеры, руководствуясь двумя критериями. А именно, из ряда первоисточников отобраны графики, описывающие большие наборы таких объектов, для которых

либо заранее можно ожидать «ситуацию конкурентов» и тогда проверить, с какой точностью фактический график можно аппроксимировать «формулой конкурентов»,

либо сам график, построенный в логарифмических осях, близок к прямой с наклоном  $45^\circ$ , и тогда его можно попытаться объяснить на «языке конкурентов».

Таких примеров, как оказалось, довольно много, и они подчас неожиданны.

<sup>8</sup> Формула (4) совпадает с часто используемым в статистике известным распределением Ципфа, которое принято записывать в виде  $m=A(N+B)^{-\gamma}$ , где  $N$  — ранг, а  $B$  — поправка, называемая «ранговым искажением». В нашем случае имеем  $B=A m_{\max}^{-1}$  и  $\gamma=1$ .

Во всех рассматриваемых случаях совпадение теории с наблюдениями оказывается достаточно хорошим, и читателям предоставляется возможность самим судить о приемлемости основных представлений и гипотез этой теории к конкретным примерам.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРИМЕРЫ

Помимо приведенных выше трех примеров (фирм, рыб и городов), такой субстанцией, за обладание которой объекты (здесь «субъекты») ведут конкурентную борьбу, могут служить финансы в рыночной экономике, при которой, как показывает практика, финансовый рынок как бы самоорганизуется, устанавливая определенное и притом неравномерное распределение «объектов» по их «финансовому весу». Вопрос о том, справедливо ли такое неравномерное распределение или нет, мы обсуждать не будем, а сосредоточимся лишь на фактическом состоянии дел.

В частности, пользуясь опубликованными данными<sup>9</sup>, можно подсчитать число  $N$  американских семей, каждая из которых в 1984 г. владела состоянием в  $m$  или более долларов (табл. 2).

Если эти данные представить в виде

<sup>9</sup> Зайченко А. // Аргументы и факты. 1989. 13—19 мая. С. 7; Он же. // Там же. 1989. 8—14 июля. С. 5.

графика (рис. 5), то можно видеть их достаточно хорошее соответствие нашей формуле (4) для интегрального спектра, изображенного сплошной линией<sup>10</sup>. Ее правый конец имеет «завал», учитываемый нашей формулой, на который попадают так называемые «сверхбогачи» (49 человек, имевших в 1986 г. более 1 млрд. долл.) и «магнаты» (144 человека с состоянием 0,1—1 млрд. долл.). Добавим, что в среднем на одну семью в 1984 г. приходилось 32,7 тыс. долл., но примерно 20 млн. семей относились к числу бедных.

Применимость изложенной выше теории в данном примере обусловлена, по нашему мнению, двумя факторами: во-первых, экспоненциальным характером прироста состояний («деньги делают деньги»), и во-вторых, их потоком, вытекающим из обширного «резервуара» мелких владельцев денег ко все более крупным. Для нашей модели требуется, чтобы в средней части спектра владельцев поток денег  $Q_m$  сохранялся бы вдоль спектра, а для этого налоги должны резко возрастать лишь в самом конце спектра, что, по-видимому, и имеет место в США.

Судя по всему, указанная схема применима и к обитателям океана, распределение которых мы уже обсуждали. Ради уточнения заметим, что для рыб следовало бы учесть отходы (являющиеся аналогом налогов), но и они пропорциональны массе, так что поток отходов имеет тот же вид, что и  $Q_m$ .

Другой интересный пример — распределение слов по частоте их встречаемости в речи или печатном тексте. Для русского языка анализ делался на основе текста длиной из 1 056 382 слов, а для английского — из 80 тыс. слов, так что соответствующие графики (рис. 6, 7)<sup>11</sup> построены на больших статистических массивах и удивитель-

<sup>10</sup> Степенной закон распределения числа владельцев по доходам и финансовым состояниям был эмпирически установлен в прошлом веке итальянским экономистом и социологом В. Парето, и в экономике этот закон принято называть «формулой Парето».

<sup>11</sup> Хайтун С. Д. Цит. соч.

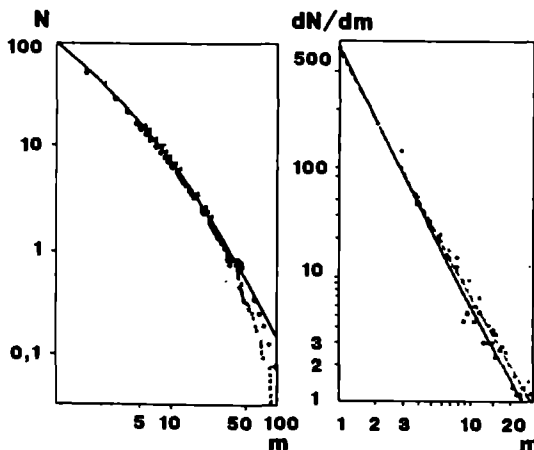


Рис. 7. Интегральная и дифференциальная (справа) формы закона Лотки для распределения числа ученых по числу опубликованных каждым из них статей. Теория позволяет учесть «завал», видимый на правом конце интегрального спектра. В дифференциальном спектре такого «завала» нет, что согласуется с теорией, а его наклон вдвое больше, чем у интегрального спектра, что также укладывается в рамки теории.

тельно близки к прямым с наклоном  $45^\circ$ , хотя для наиболее часто встречающихся слов (в русском это — в, и, не, на, а в английском — the, of, and) на правом конце графиков заметны «завалы», которые могут быть учтены формулой (4) для интегрального спектра путем подбора параметра  $m_{\max}$ .

Языковеды не имеют единого мнения относительно того, почему слова столь хорошо описываются этой формулой, известной в лингвистике как закон Эсту — Ципфа — Мандельброта. Для ее объяснения предложено около 10 подходов — «статистически-вероятностный»<sup>12</sup>, «термодинамический»<sup>13</sup> и др., так что и наша «эволюционно-конкурентная» модель здесь представляется допустимой.

<sup>12</sup> Крылов Ю. К. Квантитативная лингвистика и автоматический анализ текстов // Уч. зап. Тартуского ун-та. Тарту, 1987. С. 81—101.

<sup>13</sup> Шрейдер Ю. А. // Пробл. передачи информации. 1967. Т. 3. № 1. С. 57.

Таблица 2

Распределение числа  $N$  семей в США, обладавших в 1984 г. состоянием в  $m$  или более долларов

$m \geq$	$10^4$	$1,25 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$	$10^7$	$10^8$	$10^9$
$N$	$6 \cdot 10^7$	$8,5 \cdot 10^6$	$6,7 \cdot 10^5$	$7 \cdot 10^4$	193	49

Правдоподобной выглядит первая гипотеза, лежащая в основе этой модели. Применительно к словам она означает, что проникающие в речь новые слова, в которых возникла необходимость, повышают свой процент применения по закону экспоненты. Далее можно принять за 100 % полное количество слов, употребленных, например, за один день человеком — носителем рассматриваемого языка. Это количество фактически не меняется на протяжении исторического развития народа, но меняется словарь, т. е. запас слов, актуальных на разных этапах истории. Пребывавшие ранее без частого употребления слова внезапно становятся более нужными, чаще всего обретая новый оттенок (примером может служить слово «перестройка»<sup>14</sup>), и начинают подниматься по спектру «весомостей» — частот употребляемости, обозначаемых нами  $m$ .

С другой стороны, выходят из употребления, как правило, слова, набившие оскомину, т. е. слишком часто употреблявшиеся (тот же пример со словом «перестройка»). При этом ясно, что «поток массы оживших слов»  $Q_m$  должен в среднем сохраняться вдоль координаты  $m$  ввиду 100 %-ной нормировки всего текста за один день, а следовательно,  $Q_m$  не должен зависеть от координаты  $m$ . Такое логическое обоснование второй гипотезы также выглядит правдоподобным.

Следующим примером может служить известный в науковедении эмпирический закон Альфреда Лотки, определяющий число ученых  $N$ , которые имеют  $m$  или более публикаций (рис. 7). Его интегральный спектр<sup>15</sup> имеет на правом конце «завал», допускаемый нашей теорией. В то же время дифференциальный спектр  $p_m$  закона Лотки<sup>16</sup> имеет (в логарифмических осях) вдвое более крутой наклон без «завала».

Попутно для сравнения приведен еще один дифференциальный спектр (рис. 8)<sup>17</sup>, описывающий распределение бакалейных фирм Англии в 1930 г. по числу работников. Он весьма похож на дифференциальный спектр для ученых и также имеет вдвое более крутой наклон, чем интегральный спектр фирм США (см. рис. 1).

<sup>14</sup> В толковом словаре В. И. Даля это слово комментируется пословицами «Лихие ломки да перестройки хоть кого разорят» и «Перестройщик — расстройщик судьбы» (псковск.). В наше время это слово повысило свою употребляемость в другом, более оптимистичном смысле.

<sup>15</sup> Добров Г. М. Наука о науке. 3-е изд. Киев, 1989. С. 145.

<sup>16</sup> Хайтун С. Д. Цит. соч.

<sup>17</sup> Там же.

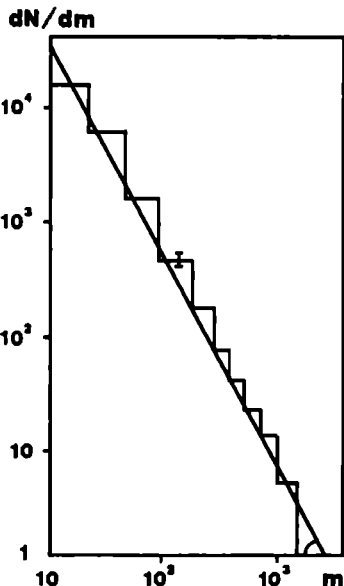


Рис. 8. Дифференциальное распределение числа бакалейных фирм Англии в 1930 г. по числу работников. Усредненная линия, так же как и в дифференциальном законе Лотки, согласуется с формулой  $p_m = A/m^2$ .

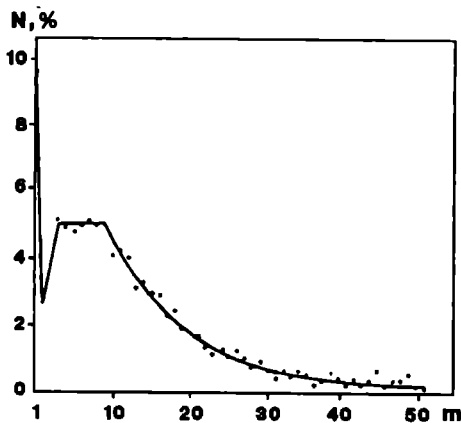


Рис. 9. Распределение числа  $N$  статей по числу  $m$  ссылок, приводимых в отдельной статье [по данным Д. Прайса]. По обеим осям  $x, y$  — линейные шкалы, и поэтому усредненная кривая имеет вид гиперболы  $N = A/m$ .

Принято считать<sup>18</sup>, что закон Лотки не имеет однозначного теоретического обоснования, но качественно его можно объяснить особенностями научного творчества, где действует правило «успех рождает успех», эквивалентное экспоненциальной формуле нашей первой гипотезы. Кроме того, очевидно, и здесь существует обширный

<sup>18</sup> См., например: Яблонский А. И. Модели и методы математического исследования науки. М., 1977.

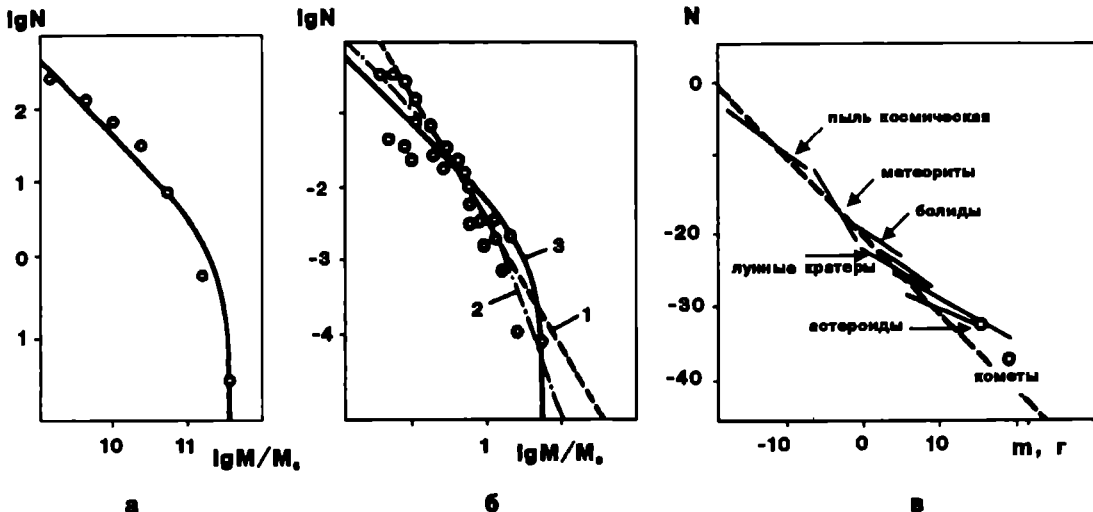


Рис. 10. Интегральные спектры распределений по массам космических объектов. а — распределение числа галактик по их массам, определяемым из полной светимости. Теория позволяет учесть «завал» кривой на правом конце; б — распределение числа звезд в моменты их рождения по «первичным» массам, вычисляемым из теории эволюции звезд до выхода их на «главную последовательность» Герцшпрунга — Рассела. Кривая 1 — спектр Солпитера, 2 — аппроксимация Миллера — Скало, точки — данные Верещагина, 3 — кривая, соответствующая формуле (4); в — распределение числа малых космических тел по их массам в пределах, различающихся на 30 (1) порядков.

«резервуар» научных работников, имеющих мало публикаций, но из него «вытекает поток ученых», пишущих все большее количество статей. Этот поток продвигается по координате  $m$ , как бы сохраняясь в средней части спектра, соответствующей, по-видимому, прогрессирующему расцвету таланта. В конце же спектра наиболее плодотивные уже «выдыхаются» и сходат со сцены.

Формуле конкурентов удовлетворяет и распределение числа научных статей по количеству содержащихся в каждой статье ссылок (рис. 9)<sup>19</sup>. Здесь, по-видимому, действует правило «ссылка влечет дополнительную ссылку», также эквивалентное экспоненциальной формуле роста.

Наконец, обратимся к неживой матери и космосу и рассмотрим интегральные спектры распределений по массам для галактик<sup>20</sup>, звезд<sup>21</sup> и малых космических тел<sup>22</sup> различающихся на 30 (1) порядков по массе (рис. 10).

Все три рисунка с хорошей точно-

стью описываются интегральной формулой конкурентов, что, по-видимому, обусловлено сходством механизмов слипания, действовавших при рождении этих космических объектов. В наше время слипание космических тел не наблюдается, но можно предполагать, что галактики рождались и сталкивались на первом этапе рождения Вселенной после так называемого Большого взрыва. Пылинки слипались при рождении Солнечной системы из первичного допланетного облака газа, а звезды — из пылинок и газа.

Для указанных систем закон сохранения полной массы в процессе слипания очевиден, а процесс формирования «потока массы вдоль координаты масс» мы уже поясняли ранее. Так что для применения здесь нашей модели необходимо обосновать лишь первую гипотезу экспоненциального роста тел при слипании. Укажем, что приблизительно это достигается путем учета гравитационного притяжения космических тел, повышающего вероятность их столкновений. Расчеты на основе известных уравнений Смолуховского показывают<sup>23</sup>, что при учете гравитации в системе слипающихся частиц в определенный критический момент времени происходит фазовый переход «золь — гель». Вопрос о том, находится ли Вселенная накануне этого перехода или он

<sup>19</sup> Хайтун С. Д. Цит. соч.

<sup>20</sup> Рис. 12 построен нами по данным о светимости галактик. См.: Таблицы физических величин / Под ред. И. К. Кирилова. М., 1976. С. 986. В астрономическом каталоге Р. Талли также утверждается, что галактики хорошо описываются формулой  $n_m = Am^{-2}$ .

<sup>21</sup> Масевич А. Г., Тутуков А. В. Эволюция звезд. М., 1988. С. 85.

<sup>22</sup> Левин Б. Ю., Симоненко А. Н. Земля среди пыли и камней // Природа. 1973. № 4. С. 7.

<sup>23</sup> Trubnikov V. A., Kus'min A. A. Op. cit.

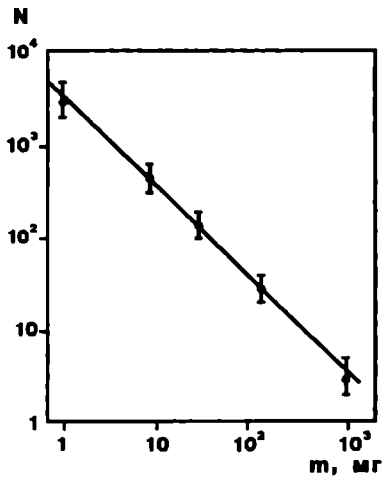


Рис. 11. Распределение по массам частиц пепла вулкана Толбачик при его извержении в 1976 г. (по наблюдениям автора). Оно описывается формулой  $N=A/m$ , и таким же в среднем должен быть спектр пепла всех других вулканов Земли. Следствием этой формулы является «вулканический закон Кулона», подкрепляющий гипотезу о том, что упоминаемая в Библии «тьма египетская» была вызвана тучами пепла от извержения вулкана Санторин около 1450 г. до новой эры.

уже произошел и мы живем в «постгелевую» эпоху, требует дальнейших исследований. Заметим, однако, что влияние гравитации на столкновения существенно лишь для достаточно больших тел — примерно начиная с планет типа Земли, так что наблюдаемый спектр малых космических тел нуждается в более детальных теоретических объяснениях (возможно, с учетом частичного дробления и неполного слипания при столкновениях).

Наконец, рассмотрим спектр частиц вулканического пепла (рис. 11)<sup>24</sup>, выпавшего при извержении вулкана Толбачик на Камчатке в 1976 г. Хотя он построен по наблюдениям одного извержения, однако теоретический расчет показывает, что при спектре типа «спектра конкурентов» толщина слоя выпавшего пепла, снесенного ветром (типичным для данной местности), должна падать обратно пропорционально квадрату расстояния от жерла (своего рода «вулканический закон Кулона»), и эта закономерность хорошо прослеживается на всех вулканах Земли по палеоотложениям пепла<sup>25</sup>.

В качестве отступления укажем одно любопытное применение вулканического за-

кона Кулона. Примерно в 1930 г. учеными была высказана гипотеза<sup>26</sup> о том, что упоминаемая в Библии «тьма египетская», по-видимому, была вызвана тучами вулканического пепла, выброшенного при извержении вулкана на острове Санторин, которое произошло около 1450 г. до н. э. Современные исследования отложений пепла как на самом острове Санторин, так и в донных осадках Средиземного моря показывают, что вулкан за четыре года интенсивной деятельности выбросил около 80 км<sup>3</sup> пепла, а донные осадки пепла простираются от Санторина именно в направлении дельты Нила по «розе ветров» на 500 км, не дотягивая 200 км до Египта. Однако, согласно «вулканическому закону Кулона», тучи пепла вполне могли достичь Египта и накрыть его. Эти соображения подкрепляют указанную выше гипотезу и дают научное истолкование ряда библейских легенд.

По-видимому, самым грандиозным примером может оказаться предсказываемое распределение по закону «конкурентов»  $n_m \sim m^{-2}$  числа пылинок в так называемых «скрытых массах галактик»<sup>27</sup>, которые, по косвенным астрономическим данным (по движению звезд на периферии галактик), примерно в 10 раз должны превосходить суммарные массы видимых в них звезд.

Мы привели множество разнообразных примеров конкурентных распределений, и их число при желании можно было бы расширить, поскольку излагаемая «теория» позволяет предсказать и другие наборы. Вполне вероятно, например, что в тропическом лесу на площади в 1 км<sup>2</sup> виды растений распределены по закону конкурентов, но автор не располагает соответствующими данными.

Пора, однако, подвести итоги.

## ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЕ КОММЕНТАРИИ

1. Предмет данной статьи можно обозначить как анализ ранговых конкурентных распределений, по поводу которых сделаем вначале одно замечание чисто методического характера. Ранги — это номера объектов в их списке, упорядоченном по частоте встречаемости, и обычно при построении соответствующих графиков принято указывать номер ранга ( $N=1, 2, 3, \dots$ ) по оси  $x$  (видимо, считается, что так проще), а частоту встречаемости  $m$  — по оси  $y$ . Такой прием, по нашему мнению, является

<sup>24</sup> Adamchuk Yu. V., Trubnikov B. A. // Modern geology. 1981. V. 8. P. 37—41; Адамчук Ю. В., Труби́ков Б. А. // Вулканология и сейсмология. 1982. № 2. С. 101—104.

<sup>25</sup> Лучинский А. А. Палеовулканология. М., 1970.

<sup>26</sup> Морозов А. И. // Наука и религия. 1990. № 3.  
<sup>27</sup> Фирсов О. Б. // Ядерная физика. 1993. Т. 56. № 3. С. 120—128.

методически неправильным, и оси следует поменять местами (что мы и делали), считая независимой переменной именно частоту встречаемости  $m$ .

Различие двух методик особенно наглядно проявляется в интерпретации производных  $dy/dx$ , т. е. дифференциальных спектров. Например, производная ранга городов  $N$  по населенности  $m$  дает число городов, приходящихся на условно принятый для данного конкретного подсчета единичный интервал населенности (скажем, в тысячу жителей), тогда как обратная производная дала бы число жителей, приходящихся на «единичный интервал рангов», а это искусственное понятие не поддается истолкованию.

Аналогичная трудность истолкования возникнет, если поменять оси, например, при изображении дифференциального спектра закона Лотки, а также и для всех других дифференциальных спектров. Как видим, вопрос «кто от кого зависит» здесь оказывается отнюдь не праздным.

Приведем теперь замечания по существу дела.

Подводя итоги, следует, во-первых, иметь в виду, что далеко не все наборы объектов одинаковой природы описываются приведенными выше формулами. Например, закон распределения букв по частоте их встречаемости в тексте имеет другой вид. Но разумно считать, что буквы и не стремятся вытеснить одна другую из текста и поэтому не являются «конкурентами» в нашем понимании. Учтя это замечание, отметим некоторые характерные общие черты рассмотренных нами «сообществ конкурентов».

2. В каждом из них угадывается существование некоего исходного обширного «резервуара», обеспечивающего питание потока растущих объектов. Для фирм — это множество индивидуальных производителей, для рыб — фитопланктон и зоопланктон, для слов — запас редко употребляемых слов, для космоса — молекулы газа, еще не объединившиеся в пылинки, и т. д.

3. Наборы, подчиняющиеся «формуле конкурентов», обладают, по-видимому, свойством высокой динамической устойчивости, поскольку лишь при дифференциальном спектре, описываемом формулой  $n_m = A/m^2$ , полная масса (или «массивность») всего набора будет выражаться формулой  $M_{\text{полная}} = A \cdot L$ , где  $A$  — постоянная, определяемая выбором массива, а  $L = \ln(m_{\text{макс}}/m_{\text{мин}})$  — логарифм отношения верхнего предела массы к нижнему.

Во всех рассмотренных случаях это

отношение велико, и поэтому какие-либо случайные (и даже немалые — например, в два раза) изменения и колебания либо верхнего, либо нижнего предела практически не изменят суммарную «массивность всего набора». По-видимому, именно устойчивость в равной степени к обоим пределам и является важнейшим результатом самоорганизации наборов таких объектов. Указанное свойство можно назвать «равнораспределением массы по логарифмическим интервалам»<sup>28</sup> (в противовес известному «всем сестрам по серьгам»), и, судя по всему, оно играет особенно важную роль в экономике.

4. В связи с предыдущим пунктом можно сделать еще одно заключительное замечание общего характера. А именно, грубо можно констатировать, что в природе встречаются распределения двух типов: таких, в которых можно указать доминирующие объекты, и таких, в которых такие объекты нельзя выделить и указать. В подавляющем числе случаев распределения первого вида описываются формулой Гаусса, включающей среднее значение и среднеквадратичное отклонение от этого среднего. Таким примером является распределение по скоростям молекул газа. В нем преимущественно встречаются молекулы, имеющие скорость вблизи средней тепловой, и относительно меньшее число молекул имеют малые или большие скорости.

Все рассмотренные нами выше наборы объектов следует отнести ко второму типу. Хотя в них и можно ввести понятие среднего значения массы, но объекты набора в целом не группируются вблизи этого среднего значения, и здесь не имеет смысла вводить понятие среднеквадратичного отклонения от среднего. Это свойство — отсутствие доминирующих по массе объектов — является уникальным именно для дифференциальных спектров вида  $n_m = A/m^{-i}$  простирающихся в пределах от  $m_{\text{мин}}$  до  $m_{\text{макс}}$ .

По нашему мнению, предлагаемая здесь эволюционно-конкурентная картина образования многих наблюдаемых в живой и неживой природе спектров масс, использующая простейшие представления, является достаточно общей и применимой в большом числе случаев, хотя для каждого конкретного примера может потребоваться более детальное рассмотрение.

<sup>28</sup> Именно такой прием графического изображения данных использован на рис. 2 для рыб океана.

# Конструктивность закона конкуренции

А. В. Бялко

**В** СОБРАННЫХ Б. А. Трубниковым<sup>1</sup> многочисленных примерах показано, что конкуренция в развитых системах приводит к единообразной зависимости величины ее членов от их ранга — номера в упорядоченной последовательности. Пока не ясно, можно ли строго доказать этот закон конкуренции. Но полезен ли он? Что может из него следовать? Попробуем взглянуть на проблему в целом. И вообще, к какой области науки можно отнести проблему конкурентных распределений? Частные примеры из биологии, экономики, физики, астрономии и даже лингвистики представляют собой, по-видимому, далеко не полный перечень возможных приложений закона конкуренции. Относится ли эта тема в целом к физике? Многие физики, принимавшие участие в предварительном обсуждении темы, не считают, что проблема конкурентных распределений заслуживает выделения собственной физической ниши. Математика? Но доказательность теоретического вывода закона пока слишком слаба для претензии на математическую строгость.

## ТРУДНОСТИ ТЕОРИИ

Надо сказать, что доказательства этого закона в разных его видоизменениях, для отдельных приложений существуют (некоторые из них упоминаются Трубниковым). Однако они оставляют чувство неудовлетворенности своей ограниченной общностью и искусственностью предпосылок. Увы, пока нет убежденности, что среди них содержится истинное доказательство. Приведем один пример, косвенно иллюстрирующий трудность объяснения подобных явлений.

Видимо, наиболее развитое физическое направление, в котором обнаружены и изучаются распределения, похожие на конкурентные, — это статистика лавин на естественных откосах. Общеизвестно, что массив, состоящий из мелких твердых частиц (песчинок), досыпаемых сверху в одном месте

(вершине), приобретает почти коническую форму с некоторым средним углом наклона — образуется естественный откос. Каждая новая порция материала (а в идеале и каждая песчинка) вызывает лавинообразное перемещение песка на склоне. Иногда лавина оказывается короткой, иногда она распространяется на всю длину склона, от вершины холма до подножия. При этом экспериментально обнаружено, что распределения лавин по их длине, объему перемещенного материала, энергии диссипации подчиняются степенным законам<sup>2</sup>, их вероятности убывают с увеличением размера. Непосредственная связь лавинных распределений с законом конкуренции пока не выявлена, но вполне возможна. В чем может проявляться конкуренция в случае лавин на естественных откосах?

Каждое малое добавление массы на вершине холма в среднем распределяется по всему его склону (в пределе бесконечно длинному). Это перераспределение может происходить одним большим перемещением, а может складываться из малых. Лавины как бы конкурируют по своим объемам: каждое новое добавление песка в конечном итоге (в среднем) должно быть распределено от вершины до подножия. Не исключено, что из многочисленных способов деления целого (общего приращения количества песка) на части (объемы отдельных лавин, распределенные по склону) осуществляется именно тот, который следует из закона конкуренции.

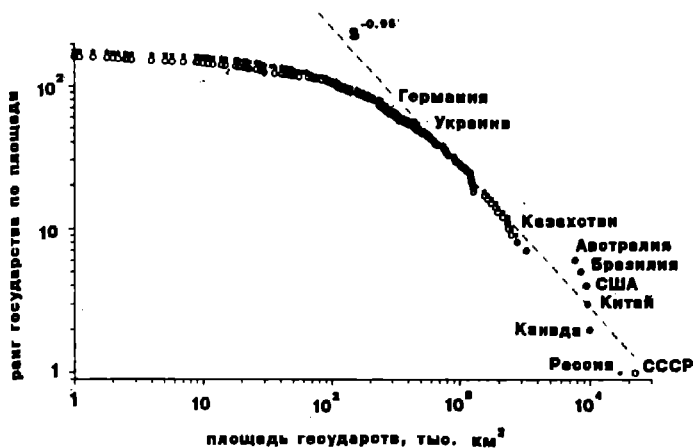
Исчерпывающего теоретического объяснения для выявленных закономерностей в статистике лавин пока нет. Более того, численное моделирование осыпания песка хоть и приводит к степенным законам, но с показателями, отличающимися от экспериментальных<sup>3</sup>. Это указывает на то, что даже в простой модели, где на численном и натурном эксперименте можно проследить за каждым шагом эволюции системы, достаточно трудно

© Бялко А. В. Конструктивность закона конкуренции.  
<sup>1</sup> См. в номере: Трубников Б. А. Закон распределения конкурентов.

<sup>2</sup> Hwa T., Kardar M. // Phys. Rev. 1992. V. A45. P. 7002.

<sup>3</sup> Frette V. // Phys. Rev. Letters. 1993. V. 70. N 18. P. 2762.





Распределение государств по площадям 5. Две близкие зависимости отвечают последовательностям государств по их величине до 1990 г. (кружки) и сегодня (звездочки). Закон конкуренции оказывается приблизительно справедливым только для наиболее крупных стран (пунктирная прямая с показателем, близким к  $-1$ ).

объяснить результат. Несовершенство теоретического обоснования в этом наглядном, легко воспроизводимом экспериментально и математически моделируемом примере показывает, что проблема подобных распределений гораздо сложнее, чем может показаться на первый взгляд.

Поэтому не будем останавливаться на перечислении и сравнении разных доказательств закона конкуренции. Попробуем продемонстрировать его конструктивность, предположив, что сам закон справедлив. Это было бы вполне достаточным оправданием для дальнейших исследований.

### СОДЕРЖАТЕЛЬНА ЛИ ПРЕДСКАЗАТЕЛЬНОВА ЗАКОНА?

Среди примеров, приведенных Трубниковым, есть такие, которые относятся к экономике, например, распределение предприятий, компаний, фирм по величине капитала. Допустим, в каком-то государстве распределение, построенное таким способом, окажется далеким от идеала, скажем, в нем будет относительно мало компаний среднего размера. Могут ли такие отклонения быть связаны с особенностями законодательства этого государства? Или отсюда можно сделать вывод, что в будущем распределение выравняется? Целесообразны ли действия, направленные на изменение распределения в «лучшую» сторону? Судить не берем, это вопросы экономистам, хотя здесь просматривается предмет, достойный обсуждения.

Обратимся к области, нам более близкой. Возьмем географический атлас. Как правило, в конце его приводится перечень отдельных географических номинаций (стран, городов, гор, рек, озер и т. д.) в порядке

убывания их величины (площади, численности, длины, высоты). Практически каждую из этих последовательностей, перенумеровав в порядке убывания, можно использовать для проверки выполнения предлагаемой закономерности.

Однако для сравнения с законом  $1/g$  наибольший интерес представляют те из них, которые разделяют на части некоторое целое. Например, последовательность государств по их площади разделяет на страны всю поверхность суши. Аналогичным способом можно было бы построить последовательность государств по численности населения или рек по площади их бассейнов. Но далеко не от всех географических перечней следует ожидать выполнения закона конкуренции. Например, длины рек не конкурируют между собой (они не разделяют на части никакую общую длину). Поэтому средний показатель степени для последовательности длин рек окажется не таким, как в законе конкуренции.

Рассмотрим две близкие последовательности: страны мира в 80-х годах и теперь, после объединения Германии и распада СССР, Югославии, Эфиопии. В обоих случаях близость к закону  $1/g$  наблюдается только примерно для 50 наиболее крупных стран, а для малых государств распределение более пологое. Качественно это отклонение можно обосновать. Суша Земли оказалась поделенной на страны в результате войн, разделов и захватов, которые хотя и укладываются в схему «хищник — жертва», но в отличие, скажем, от экономики эта конкуренция ограничена естественными географическими преградами. В частности, большинство малых стран — островные государства. Можно сказать, что распределение

стран по площади возникает в результате слабой, неразвитой конкуренции, в отличие, например, от сильной конкуренции промышленных компаний (экономическая борьба не знает границ).

Естественно возникает вопрос: можно ли трактовать произошедшие в последнее время изменения на политической карте мира как результат приближения к «естественному» распределению? Сравнение двух распределений, к сожалению, не приводит нас к однозначному ответу. С одной стороны, в области малых стран распределение действительно приблизилось к зависимости  $1/r$ . Но это произошло просто за счет того, что общее число стран увеличилось.

С другой стороны, посмотрите на самые большие страны: точка, отвечающая СССР, была гораздо ближе к идеальной зависимости, чем точка современной России. Впрочем, и это следствие ненадежно. Заметьте, почти во всех примерах Трубникова самые высокие по рангу члены последовательности существенно отклоняются от идеальной зависимости. Это можно рассматривать и как разброс статистики (пределы статистических ошибок больше для крупных стран). Поэтому, глядя на график, увы, невозможно ни оправдать произошедшие, ни предсказать дальнейшие изменения. Предсказание будущего по этой схеме тем более затруднительно, что противоположные тенденции зачастую ведут к одному результату. Например, и слияние США с Канадой, и их распад на отдельные штаты улучшил бы приближение к идеальному распределению (но в разных его частях).

Уже из этого примера видно, что вопрос, содержательна ли предсказательность закона, достаточно сложен, он требует детального рассмотрения в каждом отдельном случае. Возможно, с этой точки зрения выбранный пример оказался и не самым удачным, но своей наглядностью он стимулирует поиск дальнейших приложений.

## ИДЕАЛЬНОЕ КОНКУРЕНТНОЕ ДРОБЛЕНИЕ

Для ответа на вопрос, удовлетворяет ли какое-то экспериментальное распределение закону конкуренции, полезно количественно знать идеальное конкурентное распределение. Тогда из сравнения с ним легче судить об отклонениях. Это уже сделано Трубниковым в виде зависимости ранга (номера в последовательности) от величины, по которой она упорядочена. Для многих

приложений удобнее выписать обратную зависимость: величины от ранга.

Рассмотрим пример некоторого идеального дробления, в точности отвечающего гипотезе конкуренции. Допустим, что такое идеальное дробление целого, скажем массы  $m$ , осуществляется в виде последовательности  $m_1, m_2, \dots, m_r, \dots, m_N$ , причем последовательные доли зависят от ранга  $r$  как  $m_r = m_1/r$ . Масса первого члена максимальна, масса последнего — минимальна, а число членов идеальной последовательности равно их отношению:  $N = m_1/m_{\text{макс}}$ .

Просуммируем эту идеальную последовательность. В ответе мы должны получить массу, претерпевшую дробление. Она, очевидно, есть инвариант (величина, не изменяющаяся при перераспределениях), поэтому окончательное выражение для идеального распределения предпочтительнее выразить именно через нее. В предположении, что  $N$  достаточно велико, сумму ряда можно получить в явном виде:

$$m = \sum m_r = m_1 \sum_{r=1}^N r^{-1} \approx m_1 (C + \ln N),$$

где  $C = 0,577$  — постоянная Эйлера. Отсюда следует приближенное выражение для каждого из членов идеальной последовательности:

$$m_r \approx \frac{m}{r(C + \ln N)}.$$

При сравнении этой последовательности с реальными примерами надо иметь в виду возможное отклонение от идеала как для первых по рангу членов (в силу того, что для них велики статистические ошибки), так и для последних малых членов, где экспериментальные распределения начинают заметно отклоняться от идеального. Фактически последним (минимальным) в реальной конкурентной последовательности надо считать тот член, для которого отклонение от идеала становится статистически значимым, т.е. для которого относительная ошибка в несколько раз превосходит  $1/\sqrt{r}$ . Зная идеальное распределение, попробуем решить конкретную геофизическую задачу и продемонстрируем, что конкурентное распределение не просто отражает забавную аналогию между разными системами, но может быть использовано для истолкования других природных явлений. Иными словами, покажем, что оно конструктивно.

## СТАТИСТИКА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Обратимся к землетрясениям. Это пространственное природное явление нередко приводит к катастрофическим последствиям и поэтому внимательно изучается. Тем не менее на некоторые вопросы в этой области еще нет уверенного ответа, в частности, не удастся уверенно предсказать время и место землетрясения. Поэтому статистический анализ предшествующих событий весьма полезен для оценки сейсмической опасности различных регионов. Подмеченную закономерность — связь силы землетрясения с его вероятностью — на западе называют законом Гутенберга—Рихтера, а в Японии она известна как соотношение Ишимото — Иида.

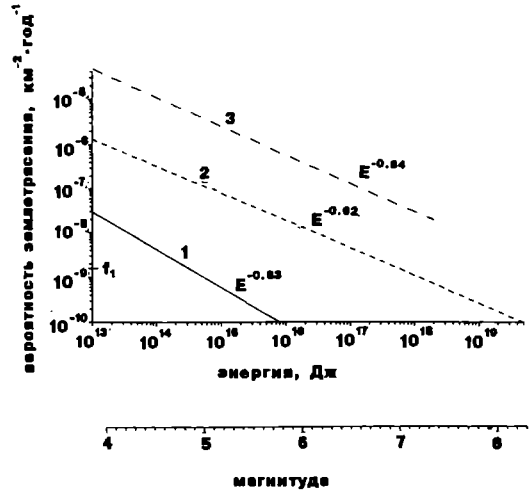
Обработка сейсмической информации дает возможность определить место землетрясения, диапазон его глубин, направление разлома и энергию землетрясения  $E$ . Традиционно величина землетрясений измеряется в магнитудах  $M$ . Раньше магнитуду землетрясения вычисляли по амплитудам сейсмических волн, однако сейчас принято определять ее непосредственно по энергии землетрясения:

$$M = \frac{2}{3} \lg \frac{E}{E_0}.$$

Множитель  $2/3$  и величина  $E_0 = 10^{7.2} = 1,58 \times 10^7$  Дж подобраны для наилучшего согласования старой и новой шкал магнитуд.

Статистическая процедура Гутенберга—Рихтера практически совпадает с построением конкурентных распределений: в порядке убывания перечисляются магнитуды всех землетрясений в заданном регионе или для планеты в целом, затем их номер по порядку (ранг) откладывается в зависимости от магнитуды<sup>4</sup>. После нормировки результата на площадь изучаемого региона и время наблюдений эти зависимости можно воспринимать как распределения вероятностей<sup>5</sup> землетрясений в разных областях земной коры.

Эти зависимости количественно отражают тот очевидный факт, что вероятности землетрясений существенно различаются в разных районах земной поверхности: в сейсмически активных областях, на границах литосферных плит землетрясения происходят часто, а посреди континентов —



Вероятности землетрясений в зависимости от их энергии  $E$  или магнитуды  $M$  для различных областей литосферных плит ( $f_1$  — частота, соответствующая одному землетрясению в год на всей Земле). 1 — вероятность для стабильной континентальной коры; 2 — для стабильной коры с рифтами; 3 — для границ плит и активных областей. Несмотря на большое различие частот землетрясений для разных регионов, их зависимости от энергии почти подобны друг другу.

редко. Но интересно, что в разных районах вероятности землетрясений приблизительно одинаково зависят от энергии: прямые для логарифмов вероятностей в зависимости от магнитуды приближенно параллельны.

Таким образом, статистика землетрясений качественно выглядит весьма схожей с конкурентными распределениями. Правда, показатели степени здесь оказались иными, но пока и непонятно, что именно конкурентно распределяется при землетрясении по закону конкуренции, как эта конкурентная величина связана с магнитудой и энергией. Так не попробовать ли связать эти два закона между собой?

## МОДЕЛЬ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Чтобы обсудить связь статистики землетрясений с конкурентными распределениями, нужно хотя бы грубо описать количественно само явление, иначе говоря, показать, как оценивается энергия землетрясения по его внешним проявлениям. В первом приближении, отвлекаясь от вклада малых побочных трещин, можно представлять себе землетрясение как процесс образования одной плоской трещины в тот момент, когда напряжение в горных поро-

<sup>4</sup> Pacheco J. F., Scholz C. H., Sykes L. R. // Nature, 1992. V. 355. N 6355. P. 71.

<sup>5</sup> White R. S., McKenzie D. P. // Scientific American, 1989. V. 261. N 1. P. 44.

дах превосходит их напряжение разрушения  $\sigma_m$ .

При землетрясении происходит перемещение масс горной породы. Возникает разлом (длиной  $L$ ), вдоль него порода смещается на расстояние  $\Delta l$ , малое по сравнению с длиной. Размеры трещин в обоих направлениях, перпендикулярных нормали к плоскости разлома, обычно приближенно совпадают, поэтому площадь разлома  $S \approx L^2$ . Ширина разрушений в направлении нормали к плоскости разлома по порядку величины близка к смещению  $\Delta l$ , следовательно объем разрушений горной породы приближенно равен  $L^2 \Delta l$ . Энергия землетрясения  $E$  расходуется, главным образом, на разрушение горных пород, поэтому она равна произведению максимального напряжения на объем разрушений:

$$E \approx \sigma_m L^2 \Delta l.$$

Более того, оказывается возможным связать между собой два характерных размера разлома: длину трещин  $L$  и величину сдвига  $\Delta l$ . Они приближенно пропорциональны друг другу. Фактически это есть следствие закона Гука. Пропорциональность смещения длине строго выполняется при малых напряжениях  $\sigma$ , но по порядку величины это соотношение справедливо и при  $\sigma \approx \sigma_m$ :

$$\frac{\Delta l}{l} \approx \frac{\sigma}{K} \rightarrow \frac{\sigma_m}{K}.$$

Здесь сам закон Гука также записан только по порядку величины, в нем вместо модуля Юнга используется коэффициент всестороннего сжатия  $K$ , имеющий тот же порядок. Для коренных горных пород  $\sigma_m \sim 0,1$  ГПа,  $K \sim 100$  ГПа, следовательно, отношение разрушающего сдвигового напряжения к модулю всестороннего сжатия порядка  $10^{-3}$ .

Таким образом, связь энергии землетрясения  $E$ , длины трещины  $L$ , ее площади  $S \approx L^2$  и величины перемещения горных пород вдоль разлома  $\Delta l$  дается следующими приближенными соотношениями:

$$E \approx \frac{\sigma_m^2}{K} L^3 \approx \frac{K^2}{\sigma_m} (\Delta l)^3, \quad S = \left( \frac{KE}{\sigma_m^2} \right)^{2/3},$$

$$\Delta l \approx \left( \frac{\sigma_m^2 E}{K^2} \right)^{1/3}.$$

Справедливость этих соотношений подтверждается экспериментальной статистиче-

ской зависимостью<sup>6</sup> площади разломов от магнитуды землетрясения  $M$ . При этом показатель зависимости от магнитуды 1,03 оказывается достаточно близким к единице. Это означает, что фактическая зависимость площади разломов от энергии ведет себя как  $E^{0,687}$  вместо теоретической  $E^{0,667}$ . Учитывая трудности измерения площадей разломов и разброс экспериментальных данных, можно считать точность оценок удовлетворительной.

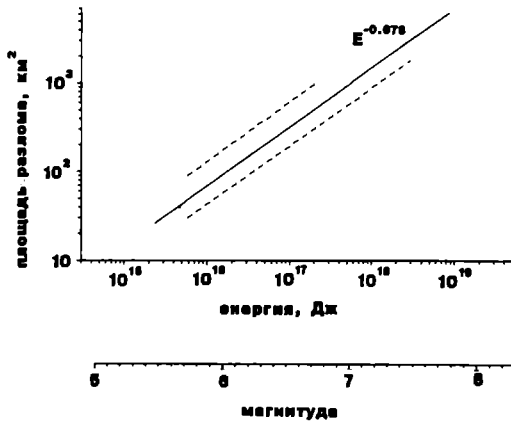
## ВЫВОД ЗАКОНА ГУТЕНБЕРГА—РИХТЕРА

Существует довольно много попыток теоретического обоснования закона Гутенберга—Рихтера<sup>7</sup>. Однако большинство разумительных доказательств основывается на предположениях, которые так же трудно обосновать, как и закон конкурентных распределений. Например, вводится принцип масштабной инвариантности (пространственно-го самоподобия) разломов или предполагается, что землетрясения образуют фрактальную иерархию. По сути эти предположения эквивалентны, но ни одно из них не доказано на основе первых принципов. Поэтому установление связи между законом Гутенберга—Рихтера и конкурентными распределениями также представляет определенный интерес.

Рассмотрим произвольную границу двух соседних литосферных плит. Они перемещаются с некоторой относительной скоростью  $v$ , которая задана какими-то внешними условиями, не существенными для дальнейшего рассмотрения. Порядок величины этой скорости — несколько сантиметров в год. Она может быть направлена горизонтально (как в разломе Сан-Андреас на границе Тихоокеанской и Североамериканской плит) или под углом (в случае, когда одна из плит поддвигается под соседнюю) — это также не существенно. Перемещение плит происходит не непрерывно, а отдельными скачками, разломами горных пород, каждый из которых и есть большое или малое землетрясение. Ясно, что за достаточно большое время  $\Delta t$  результирующее среднее перемещение  $v \Delta t$  может достигаться как малым числом больших землетрясений, так и большим числом малых под-

<sup>6</sup> Mc Guire R. Probabilities of earthquakes near Yucca Mountain, Nevada // Ground water at Yucca Mountain. Now high can it rise? National Academy Press, Washington, D. C. 1992. P. 223.

<sup>7</sup> Обзор более ранних работ см.: Rundle J. B. // J. Geophys. Research. 1989. V. 94B. P. 12337.



Экспериментальная зависимость площади разломов  $S$  от энергии  $E$  или магнитуды землетрясения. Площадь определяется эмпирической формулой  $\lg S = 1,03(M - 4,12)$ , она приблизительно пропорциональна  $E^{-2/3}$ . П у и к т о м обозначены пределы ошибок.

вижек, т. е. налицо конкуренция землетрясений в осуществлении суммарного перемещения  $v\Delta t$ . Это и позволит нам получить закон распределения землетрясений по энергии из конкурентного распределения.

Пусть за время  $\Delta t$  произошло большое число землетрясений  $N$  в разных местах границы между плитами на достаточно протяженном отрезке  $Y$ . Упорядочим землетрясения по убыванию их магнитуды (или энергии). Если считать, что длины смещений, размеры и площади разломов примерно соответствуют оценочным формулам, приведенным ранее, то последовательности будут упорядочены и по этим величинам. Каков относительный вклад каждого конкретного  $r$ -го по величине землетрясения в общее перемещение  $v\Delta t$ ? Прежде всего очевидно, что он пропорционален продольному сдвигу данного землетрясения  $\Delta l_r$ , но, кроме того, этот вклад должен быть пропорционален и длине разлома  $L_r$  в направлении границы между плитами (доля длины переместившейся границы есть  $L_r/Y$ ). Поэтому приблизительно суммарное перемещение от всех землетрясений есть

$$v\Delta t \approx \sum \Delta l_r \frac{L_r}{Y} \approx \frac{K}{\sigma_m Y} \sum (\Delta l_r)^2$$

В соответствии с идеальным законом конкурентных распределений мы можем те-

перь выписать выражение для каждого члена этой суммы отдельно:

$$(\Delta l_r)^2 \approx \frac{\sigma_m}{K} Y v \Delta t_r \frac{1}{(C + \ln N)}$$

Не будем перечислять все возможные следствия этой формулы. Наиболее важна общая зависимость от номера  $r$  в последовательности землетрясений:

$$\Delta l_r \sim L_r \sim r^{-1/2}, S_r \sim r, E_r \sim r^{-3/2}.$$

Обращением последней пропорции получаем, что ранг землетрясения, а следовательно, и относительное количество таких землетрясений пропорциональны их энергии в степени  $-2/3$ . Для сейсмически активных областей наблюдаемые степени ( $-0,64$  и  $-0,62$ ) оказываются близкими к теоретическому показателю. Для устойчивых областей посреди континентальных плит наблюдаемый показатель ( $-0,83$ ) несколько иной. Однако принятая модель описывает только границы между плитами, смещающимися с заданной средней скоростью, и поэтому она неприменима к регионам стабильной коры внутри континентальных плит, где распределение напряжений нельзя считать в среднем однородным.

Очень важным следствием предложенного вывода является то, что энергия, выделяющаяся при землетрясениях, оказалась нелинейно зависящей от времени наблюдения  $\Delta t$ : она растет, как  $(\Delta t)^{3/2}$ . Если этот вывод верен, то само понятие вероятности землетрясения данной магнитуды на единице площади в единицу времени будет совсем не просто ввести как разумную физическую величину. Мы пользуемся статистикой землетрясений всего за сто лет, а оценка представительного временного интервала оказывается примерно на порядок выше даже для быстро перемещающихся плит.

Таким образом, закон конкуренции позволяет выводить иные распределения, сравнимые с экспериментом, а возможно, и делать предсказания о дальнейшем развитии разнообразных систем. Иными словами, он конструктивен.

## Журналист смотрит в книгу...

**М. А. Смодырев,**  
доктор физико-математических наук  
Объединенный институт ядерных исследований,  
Дубна

Статья г-на К. Кедрова («Известия», № 213) сильно смахивала бы на первоапрельскую шутку, если бы на газете не стояла дата — 6 ноября 1993г. Неприятно удивило уже ее название — «Христианская физика...». Каждому школьнику известно, что слово «физика» происходит от греч. *physis* — природа. Физика — наука о природе и в качестве таковой не может быть поделена между конфессиями, как не делится между ними и сам предмет изучения. Нет, не было и не будет физики христианской, мусульманской или иудейской, никогда не было физики арийской или марксистской, нет и не будет физики радикально-либеральной или консервативно-демократической, как бы ни хотелось этого адептам разных идеологий и течений.

### НО ЗЕЛЕНЕЕТ ЖИЗНИ ДРЕВО

Смею думать, что статья г-на Кедрова на самом деле не имеет ничего общего ни с христианством, ни с физикой. По сути, в статье пропагандируется худший вариант самого вульгарного материализма, сводящего душу к некой субстанции из «трансфизических частиц», гнездящихся в области верхних дыхательных путей, свойствам «мирового вакуума», «вихрям и кругам мировой памяти» и прочим понятиям, ясно не определенным, но описанным в красиво и загадочно звучащих наукообразных терминах. Например:

«Первоатомы Вселенной, хранящие память о вечной жизни, даже получили физическое наименование — мэоны. Уже проводятся физические опыты, дающие основание думать, что такие частицы могут существовать... Уже почти обнаружен первоатом мировой пустоты — мэон, атом бессмертия. В отличие от обычных известных нам атомов первоатом мировой пустоты хранит в себе память о всех живущих и живших, вечную память.»

Замечательно, что мэон почти обнаружен. Это — как очередной вариант вечного двигателя: еще чуть-чуть улучшить конструкцию, и он заработает. Написать можно всякое, наплодить тьму слов не менее звонких и столь же невесомых.

© Смодырев М.А. Журналист смотрит в книгу...

Всех умней, по-моему, тот, кто хоть раз в месяц самого себя дураком назовет, — способность ныне неслыханная! Прежде, по-крайности, дурак хоть раз в год знал про себя, что он дурак, ну а теперь ни-ни. И до того замешали дела, что дурака от умного не отличишь. Это они нарочно сделали.  
*Ф.М. Достоевский. «Божок».*

Скажем, почему бы не существовать биоэротическому полю, окутывающему каждого человека? Кванты поля — эротино — несут положительные или отрицательные эротические заряды. Между разноименными зарядами возникает притяжение, что объясняет извечную загадку энергоинформационного обмена между противоположными полами. В теле человека эротино собираются сами знаете где, а степень их концентрации определяет силу либидо. Эротино имеют космическое происхождение, и появились они в эпоху Большого Взрыва, когда родилась наша Вселенная. В этом акте Большой Любви Сверхкосмических Сил было испущено неимоверное количество эротино. В изоляции от космоса человечество было бы обречено на вымирание. По счастью, поток эротино изливается на всех живущих, способствуя умножению численности населения (особенно китайцев). Вековые колебания потока немедленно наблюдаются демографами, и так далее. Чем не солидная теория, разве что немного суха? Бьюсь с г-ном Кедровым об заклад, что мэон не будет обнаружен ранее эротино, о существовании которого почти каждый догадывается интуитивно, по собственному сексуальному опыту.

С «научной» частью публикации Кедрова спорить бесполезно: мне приходилось иметь дело с подобными «теориями», в изобилии рассылаемыми графоманами в научные учреждения и журналы. Лучший метод борьбы — не реагировать. Так и поступает большинство серьезных ученых, и потому на страницах газет и журналов печатаются самые невероятные измышления и крайне редко — ответы на них. Наверное, это плохо, наверное, надо каждый раз показывать читателям, что за варевом им преподносится. Но, поверьте, это так сухо. И очень трудно, учитывая сложность понятий, которыми оперирует современная наука: пришлось бы начинать чуть ли не со школьного уровня. И совсем непрактично в эпоху, когда ученые в прямом смысле борются за выживание. К тому же и копий уже сломано немало. Та же газета «Известия» (№ 335 от 30.11.89) давала отчет о некой «энер-

гоинформационной» конференции, на которой выступали с докладами некоторые ослепленные герои публикации г-на Кедрова, поведавшие о «квантовых лептонных скафандрах» (аура, душа?) вокруг каждого из нас и пообещавшие новый источник энергии — «холодный биологический термояд» («термо» — значит «холодный?»). Но четыре года назад газета отнеслась ко всем этим чудесам куда как более критически.

Однако в статье г-на Кедрова есть литературная часть, некое введение в историю предмета. И в ней сделано на удивление много утверждений, не соответствующих, если выражаться мягко, общепринятым представлениям о том, что есть правда. Поскольку эта часть не касается узкопрофессиональных вопросов физики и здесь мы с г-ном Кедровым можем выступать на равных, позволю себе высказать мнение именно о ней. Заодно читатель получит дополнительные представления об уровне аргументации г-на Кедрова в «научной» части его произведения.

## МУЗА И ДРУГИЕ

Первая главка публикации г-на Кедрова, о которой пойдет речь, называется «Вестники из вечности». В ней повествуется, как из будущего и прошлого к нам приходят посланцы, дабы вывести нас из трудного положения. Во всех эпохах есть-де свидетельства великих людей о добрых гениях, которые руководят их мыслями и поступками. И когда великие говорят о великом, тут кроется нечто большее, нежели галлюцинации. И далее — примеры: Гомер, Данте, Достоевский, Блок, Маяковский и другие. Итак, утверждает г-н Кедров, слепой Гомер видит женщину с лирой в руке, называет ее музой и пишет (I) под ее диктовку «Илиаду». Чего только на свете не бывает, но вот вопрос: откуда г-н Кедров об этом узнал? Из мемуаров самого Гомера? Из записок современников? Или муза лично ему об этом сообщила? Уверен ли г-н Кедров, что Гомер свою «Илиаду» действительно писал, а не учил со слов музы наизусть, чтобы потом она долго передавалась от поколения к поколению в виде песен и сказаний? Или, наоборот, Гомер соединил в поэму сказания, существовавшие до него? В чем тогда роль музы? Знать всего этого г-н Кедров не может, а ведь пишет, да так бойко.

А вообще-то нет ничего необычного в том, что упомянутая дама посещала великих писателей (или они охотно использовали старый как мир литературный прием, это уж как кому нравится). Пушкина муза жила, как известно, «не выходя». Некрасов запросто прогуливался с ней по столице Российской империи, не

познавшей еще ига большевиков, но где зато было в обычае пороть молодых крестьянок:

Ни звука из ее груди,  
Лишь бич влетал, играя...  
И Музе я сказал: «Глади!  
Сестра твоя родная!»

С Есениным муза, естественно, проводила время в сельской местности, на полях под «сыпким дождиком». Насмешнику Саше Черному она предстала в совсем непривлекательном виде:

Волоса — как хвост селедки,  
Бюста нет — сковорода,  
И растет на подбородке  
Гнусно молвить — борода.

Позже, пребывая в берлинской эмиграции, он уже был рад выпить с ней на брудершафт:

Здравствуй, Муза! Хочешь финик?  
Или ромичу марсалы?

Да кто из великих не общался с музой, не задавал ей вопросов:

И вот вошла. Откинув покрывало,  
Внимательно взглянула на меня.  
Ей говорю: «Ты ль Данту диктовала  
Страницы Ада?» Отвечает: «Я».

Вот мы и нашли источник идеи г-на Кедрова о музе, диктующей слепому Гомеру: это не что иное, как прямое заимствование у А.А.Ахматовой. И действительно, когда великие говорят о великом, тут кроется нечто большее, нежели галлюцинации. Например, их талант!

Далее г-н Кедров отмечает, что грешную Землю посещали и другие посланцы запредельных миров. Тут можно согласиться и даже дополнить его список. Тот же Гомер принял эстафетную палочку из рук музы и, в свою очередь, как-то раз сам навестил Пушкина:

Слышу умоляющий звук божественной алинской речи;  
Старца великого тень чую смущенной душой.

Тень Его Величества короля Дании явилась принцу Гамлету, ее видели также придворный и два кадровых офицера королевской охраны. А вот менее достоверный случай: дух предка шотландских государей был замечен лишь убийцей и узурпатором Макбетом, хотя в зале находилось множество лордов. А явление Германну покойной графини («тройка, семерка и туз выигрывают тебе сразу»)? А кровавые мальчики в глазах царя Бориса?

Визиты не прекращались и в наше безбожное время. Вот один из случаев. На XXII съезде КПСС при обсуждении целесообразности пребывания тела Сталина в Мавзолее старая большевичка Д.А.Лазуркина рассказала:

«Вчера я советовалась с Ильичем, будто бы он передо мной как живой стоял и сказал: мне неприятно быть рядом со Сталиным, который столько бед принес партии.»

Зал, полный атеистов, встретил это видение бурными продолжительными аплодисментами.

## ПРОРОЧЕСТВА ПОЭТОВ

Как видно из приведенных примеров, духи обычно являются, чтобы сообщить нечто важное и полезное. Иногда они с этой целью прихватывают землян в иной мир. Упомянутое г-ном Кедровым милое полупрозрачное существо Ка «своило» В.Хлебникова в Древний Египет и еще кой-куда и нашептало ему «многие тайны из будущего и прошлого». Какие именно, г-н Кедров не раскрывает, а зря. В произведении Хлебникова «Ка» обсуждаются, к примеру, очень интересные вопросы:

«Как относятся друг к другу тяготение и время?... Время поглощает силы веса, и не исчезает ли вес там, где время?... Время и вес — два различных поглощения одной и той же силы.»

Взаимосвязь времени и тяготения — предмет общей теории относительности. Хлебников написал «Ка» в марте 1915 г., а лишь в декабре было окончательно сформулировано уравнение Эйнштейна—Гильберта. Правда, А.Эйнштейн первую статью по теории тяготения опубликовал еще в 1907 г. и вплотную занялся проблемой с 1911 г., о чем в мире было известно.

В художественных произведениях порой действительно обнаруживаются удивительные совпадения, которые даже можно было бы трактовать как предсказания тех или иных достижений науки. Конечно, это выясняется только *post factum*, что не удивительно: после научных открытий художественный образ, метафора просто приобретают новую окраску. Всего несколько хрестоматийных примеров. Для начала А.Белый:

Мир — рвался в опытах Кюри  
Атомной, лопнувшей бомбой ...

До взрывов в Аламогордо, Хиросиме и Нагасаки еще четверть века. А вот А.Блок:

Нам казалось: мы кратко блуждали.  
Нет, мы прожили долгие жизни ...  
Возвратились — и нас не узнали,  
И не встретили в милой отчизне.

За год до создания теории относительности описан парадокс близнецов (видимо, не без помощи сошедшей с небес Прекрасной Дамы). Наконец О.Мандельштам:

Три черта было, ты — четвертый,  
Последний, чудный черт в цвету.

Прямо в яблочко: через 40 лет, в 1974 г., был открыт четвертый кварк, связанный с другими кварками так называемыми цветовыми силами и несущий квантовое число, именуемое очарованием (но англ. шутит имеет также значение «чары», что близко к «чудесам»). Вот

только очарованный кварк оказался не последним, да и написано было не про физику.

Но это — наши примеры, г-н Кедров приводит менее удачные случаи. Например, он не сомневается в реальности визита к Маяковскому вестницы из будущего — фосфорической женщины, прибывшей на машине времени. Полно, да читали ли Вы, г-н Кедров, репортаж о ее пребывании, сиречь пьесу «Баня»? Фосфорическая женщина Маяковского привезла ему из коммунистического завтра по-своему замечательные, но почему-то совсем непопулярные сейчас оценки:

«Только сегодня из краткого своего облета я оглядела и поняла мощь вашей воли и грохот вашей бури, выросшей так быстро в счастье наше и в радость всей планеты. С каким восторгом смотрела я сегодня ожившие буквы легенд о вашей борьбе — борьбе против всего вооруженного мира паразитов и порабощителей.»

Сказано женщиной, прибывшей из 2030 года! Разделяете ли Вы эти оценки, г-н Кедров? Там же, в «Бане», описана конструкция машины времени:

«Этими линейками ты отмеряешь куб необходимого пространства... Этих ключом ты изолируешь исключенное пространство и отсекаешь от всех тяжестий все потоки земного притяжения и вот этими странноватыми рычажками включаешь скорость и направление времени ... Я объясню тебе это дело вселенской относительности, дело перевода определения времени из метафизической субстанции, из ноумена в реальность, подлежащую химическому и физическому воздействию.»

Понятно! Кстати, стилистически очень похоже на описание «всепроницающего мирового вакуума» и «первозомов Вселенной», хранящих в себе «память» о всех живущих и живших, вечную память», из «научной» части статьи г-на Кедрова. Может, взять подсказку из будущего и организовать новый институт по реализации проекта? Деньги получим по гранту Европейского сообщества, поскольку Российское правительство науку нынче поддерживает весьма скупо. Успешное завершение проекта гарантировано — ведь с помощью фосфорической женщины уже был отправлен в будущее первый поезд времени, на котором уехала группа строителей социализма. Не были взяты неисправимые главный пупс Победоносиков, руководитель его администрации Оптимистенко, претеча современных путан мадам Мезальянсова, хищный представитель деловых кругов мистер Понт Кич. Они навеки остались в нашем времени. В этой компании с тех пор и живем.

## ЛЕТАЛ ЛИ ДОСТОЕВСКИЙ В КОСМОС?

Но шутки в сторону. Особое внимание г-н Кедров уделял путешествию в иной мир Ф.М.Достоевского. Великий писатель якобы «был взят однажды и унесен на очень далекую



звезду, которая оказалась планетой — копией Земли, но только такой прекрасной, что больше походила на сон». Путешествие описано в фантастическом рассказе «Сон смешного человека». По утверждению г-на Кедрова, Ф.М.Достоевский «в примечаниях отметил, что это не сон и не фантастика, а реальное событие, которое с ним на самом деле произошло». Вот тут журналист опять сплутал, используя тот факт, что повествование в рассказе ведется от первого лица. В каких это примечаниях г-н Кедров обнаружил утверждение о реальности путешествия? Во всех трудах, заметках, письмах писателя рассказ упомянут лишь пару раз в весьма деловом контексте — в записках в типографию. Единственный источник этой невероятной информации — сам текст рассказа, например вот такое место:

«Знаете ли, я скажу вам секрет: все это, быть может, было вовсе не сон!»

Одним махом г-н Кедров отождествил героя рассказа с его автором. Предостережение так не поступать можно найти хотя бы у того же Сашы Черного:

Когда поэт, описывая даму,  
Начнет: «Я шла по улице, в бока впился корсет», —  
Здесь «я» не понимай, конечно, прямо —  
Что, мол, под дамою скрывается поэт.  
Я истину тебе по-дружески открою:  
Поэт — мужчина. Даже с бороδοю.

Некорректность подобного отождествления очевидна, и обычно никого в этом убеждать не приходится, но случай с г-ном Кедровым — особый. И так, что же нам известно о «смешном человеке»? «Потом я учился в школе, потом в университете», — сообщает он. Достоевский в университете не учился, он окончил Главное Инженерное училище в Петербурге. Вот герой описывает свою квартиру: «Я поднялся в мой пятый этаж. Я живу от хозяев, и у нас номера. Комната у меня бедная и маленькая, а окно чердачное, полукруглое ...». Событие, описанное в рассказе, точно датировано: «Истину я узнал в прошлом ноябре, и именно 3 ноября» (прошлого — значит 1876 года). В это время Достоевский проживал с семьей в доме 6 по Греческому проспекту в квартире на третьем (I) этаже четырехэтажного (I) дома, состоящей, кроме кухни и прихожей, из гостиной, столовой, кабинета, детской и комнаты жены! (Правда, комнаты действительно были небольшие.) Не слишком много общего с квартирой «смешного человека», которая зато очень похожа на жилище Родиона Раскольникова.

Далее г-н Кедров утверждает, что душа Достоевского могла посетить «информационный сгусток нашей Солнечной системы, хранящейся в ячейке мировой памяти» и получить информацию о «будущей вечной жизни Земли». В

действительности герой рассказа во сне попадает на планету, жители которой не совершили грехопадения и потому счастливы и находятся в гармонии с окружающей средой. Но при чем здесь будущее Земли, если пребывание «смешного человека» на планете закончилось тем, что он их всех развратил? В тот счастливый мир пришла ложь, сладострастие, жестокость, пролилась кровь. Надо ли еще доказывать, что Ф.М.Достоевский в сердце себе не стрелял, своему герою не тождествен и от своего имени на реальности описанного не настаивал? Г-н Кедров из философской притчи делает отчет о командировке туда, не знаю куда. Как говаривал незабвенный Фагот, «поздравляю вас, гражданин, соврамши».

Особый восторг вызывает следующая фраза г-на Кедрова:

«Разумеется, в те времена никому и в голову не пришло отнестись к утверждению писателя всерьез.»

Те времена — это 1877 год. Век великих технических свершений, торжества разума. И в то же время — всплеск увлечения спиритизмом, публичные выступления против него Менделеева и других ученых. Только что написаны уравнения Максвелла, но еще десять лет до экспериментального открытия электромагнитных волн. Все, что связано с электромагнетизмом, — полно тайн и загадок, на которых спекулируют тогдашние медиумы и ясновидцы. И вот в те годы, по мнению г-на Кедрова, никто бы не поверил сообщению о путешествии в загробный мир (герой рассказа попадает на счастливую планету прямо из гроба после самоубийства). Мало кто поверил бы в реальность явления призраков умерших людей. Кстати, вот что написано в Библейской энциклопедии архимандрита Никифора (изд. 1891 г.):

«Прирак, привидение — это воображаемое, кажущееся бесплотное существо, явление духа или души, как некоторой тени. Само греческое слово: phantasma — показывает, что это не настоящая действительность, а действие возбужденной фантазии.»

А сейчас — в самый раз, сейчас поверят, здесь г-н Кедров прав, сейчас действительно поверят! Потому что, как он пишет, «сегодня одурь материализма проходит». И не без помощи г-на Кедрова. В этой связи вспоминаются путешествия Гулливера, которые тоже могут быть интерпретированы в терминах под сказки из «ячейки мировой памяти», так как от ученых Лапуты он узнал о существовании двух спутников Марса, обнаруженных землянами лишь 150 лет спустя. Описанная им же с большой симпатией лошадиная цивилизация является, видимо, нашим светлым будущим, когда нас окончательно превратят в ослов.

## От редакции

В последние годы на головы наших сограждан обрушился бурный поток бредовых идей. Содержащие их публикации самим фактом своего появления демонстрируют такую демократическую свободу, как свобода слова, но совершенно свободны, как правило, от мысли — будь то научной, философской и просто здоровой. Это давало нам основания спокойно игнорировать мутную астролого-мистическую волну, продолжая информировать заинтересованных читателей о ситуации в современной науке, ее достижениях и проблемах. В общем, наш журнал держался стратегической линии, заданной его основателями еще в 1912 г. Что же прорвало плотину нашего молчания, заставив отдать несколько журнальных полос не изложению научных фактов, а полемике (по мнению многих, неблагодарной и бесплодной) с очередным журналистским опусом, претендующим на изложение некоей высшей истины, почему-то ускользнувшей от «близоруких» профессионалов-естествоиспытателей?

Во-первых, тот факт, что статья Константина Кедрова с длинным названием «Христианская физика Дмитрия Панина, открывшего, что душа концентрируется в горле», появилась на страницах солидной газеты, которая традиционно уделяет много внимания проблемам науки, интересно и добротнo их освещая. Нельзя недооценивать, что магия печатного слова, к тому же размноженного большим тиражом, порой сильнее любой черной, белой и полосатой магии.

Во-вторых, слишком нарочитая связь якобы научной публикации с политикой: К. Кедров нашел место и лягнуть «антхриста Ленина», и недобрым словом помянуть «одурь материализма» (?), и изложить теорию (врожденного?) разделения общества на тружеников-созидателей («авелей») и завистников-убийц («каинов»), и запугать беззащитностью «перед лицом мирового зла» (коммунизма?) из-за потери душами «космической густоты». Как свидетельствует история нашей, да и всей мировой науки, идеологическая заданность пользы никогда не приносила.

В-третьих, редкий для газетной публикации такого рода объем (3/4 полосы!) и сам способ подачи материала (со схемой строения души). Обилие терминов, в большей части позаимствованных из научного арсенала, ссылки на несуществующие экспериментальные доказательства призваны, по-видимому, создать у неуклюжего читателя представление, что обсуждаются проблемы переднего края современной науки.

Наконец, нас не может оставить равнодушными тот размах, с которым ведется пропаганда подобных «достижений» в средствах массовой информации вообще. Такие штабты напоминают некогда практиковавшиеся партийно-государственные кампании типа антиалкогольной. Мы далеки от мысли, что проводится целенаправленная дискредитация науки и оглушение народа, но легче ли от сознания, что это — процесс стихийный?

Пусть стихийно, пусть случайно, но с завидным постоянством в прессе появляются «ляпы», большие и малые. Все тот же К.Кедров (увыл) пишет: «В этом мире места оказалось мало, полезли в микромир. Попытались овладеть атомной энергией и уже подобрались к ядерной». («Известия», № 181 от 23.09.93). Нет нужды объяснять читателям «Природы» терминологическую путаницу, здесь содержащуюся. В погоне за сенсацией, «другим взглядом», по-видимому, некогда задуматься, лишний раз заглянуть в «академический словарь», проверить ссылку. Иначе, как объяснить такие досадные «мелочи», как возведение Н.А.Бердяева в ранг нобелевского лауреата (опять-таки К.Кедров, «Известия» №128 от 10.7.93), посмертное (!) «награждение» той же премией хирурга А.Грюнцига (О.Лацис, «Известия» № 222 от 19.11.93), превращение отца эволюции К.Лоренца в основоположника этимологии («Независимая газета» № 213 от 6.11.93). А вот уже и вовсе не безобидный пример. Некто Д.Корсаков в «Комсомольской правде» (№ 206 от 5.11.93), рассказывая о замечательном (мы верим) учебнике по рыночной экономике для детей, приходит к заключению, что «это — то, что реально понадобится нынешним детям (в отличие от астрономии и программирования)». Действительно, зачем хватать звезды с неба, когда хватает «Марса» из ларька и четырех действий арифметики.

Все приведенные примеры — не плод кропотливого целенаправленного поиска. Они выбраны достаточно случайно, буквально из имевшейся под рукой пачки газет, которые мы привыкли читать и любить.

Словом, трудно стало делать вид, что ничего особенного не происходит. Поэтому «Природа», следуя своим традициям, предоставила слово профессиональному ученому, нашему давнему автору. На сей раз он «играет на чужом поле», полемизируя с К.Кедровым в гуманитарной части его статьи. Разумеется, если бы речь шла о рецензии на действительно научный труд, аргументация автора была бы иной. Но в данном случае, на наш взгляд, форма реакции адекватна исходному материалу.

## Восточная граница Древней Руси в IX—X вв.

А. Д. Прякин,  
доктор исторических наук  
Воронежский университет

**Н**А СЕВЕРНОЙ окраине современного Воронежа, на правом берегу одноименной реки, уже более 100 лет известен комплекс городищ и курганных могильников древнерусского времени (последние века I тысячелетия н. э.). Эти памятники привлекли внимание воронежских краеведов еще в конце прошлого века. Персео, во многом эмоциональное описание их д л Л. Б. Вейнберг: «В высшей степени загадочной представляется эта местность, составляющая нагорный, большей частью крутой и высокий берег реки, живописно окаймленный лесом, местами нависшим над водою... Первое, что поражает зрителя — это причудливость форм берега на всем его протяжении до Чераленного яра. То тянется по вершине горы целая цепь курганов, разграниченных котловинами, то показывается городище — огромный прямолинейный вал, местами вышиною в сажень, с трех сторон окаймляющий какую-нибудь часть берега, оставляя открытою четвертую, над неприступным обрывом реки. А там вдруг горы прерываются, образуя глубокий и темный овраг, по середине которого, громко урча, стремительно бежит ручей холодной воды. Здесь, по-видимому, прерываются и следы человеческой оседлости; но на самом деле на всем этом пространстве нет точки, где на самой незначительной глубине не встречались бы осколки древних сосудов, остатки угля, костей и проч.»

Из приведенного отрывка ясно, что автор не ставил перед собой задачи описать каждый из археологических памятников. Пожалуй, наоборот. Его повествованию свойственно целостное (хстати сказать, затем надолго



Схема пути из Киева в Булгар.

утраченное) восприятие данного микрорайона как чего-то единого. Что же касается представлений о том, кто обитал здесь в далеком прошлом, то, как пишет Вейнберг, некогда здесь жил культурный народ, «которого, следуя писцовым книгам, назовем Казарами или Хазарами»<sup>2</sup>.

Первые археологические раскопки также провели здесь местные краеведы в конце XIX в. Правда, научный уровень их ниже черты возможной критики. Вот, например, выдержка из отчета, представленного в 1889 г. в Императорскую Археологическую комиссию Вейнбергом: «Я бесполезно рылся в течение лета в искусственных земляных сооружениях (курганах.— А. П.), в которых, кроме угля, золы и костей животных, более ничего не находил, между тем как на совершенно, по-видимому, ровном, ничего не обещающем месте (площадке городищ.— А. П.) беспрестанно попадались черепки сосудов». Тем не менее сказанное, конечно же, не дает оснований пренебрежительно относиться к

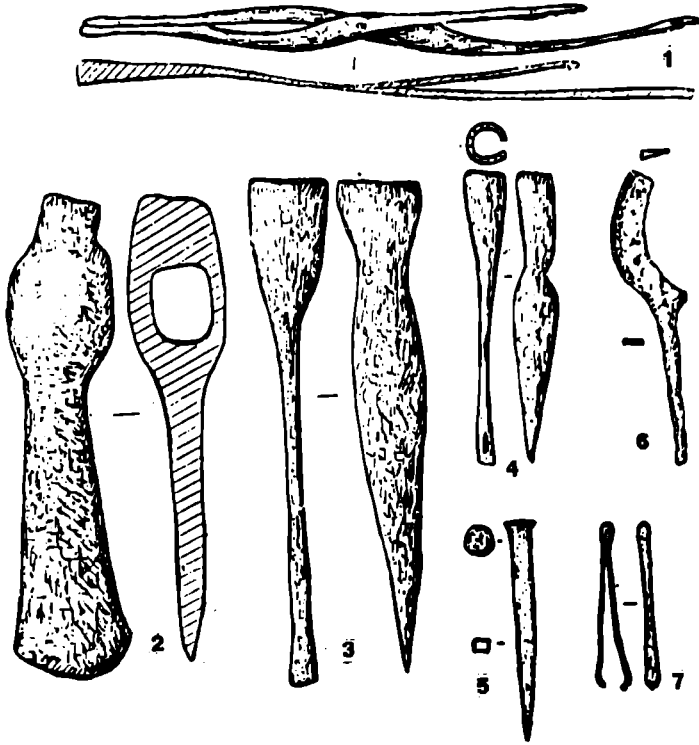
тому, что было сделано энтузиастами-краеведами тех лет. Более того, внимательное вчитывание в их описание, анализ их наблюдений помогает ощутить, как мог восприниматься весь этот микрорайон в ту пору, когда последствия антропогенного прессинга на здешнюю природную среду были куда менее масштабны, чем сейчас.

Начало серьезного осмысления рассматриваемых памятников с археологической точки зрения связано с работами экспедиции Государственной Академии истории материальной культуры в 1928 г., когда здесь были осуществлены небольшие по масштабам полевые исследования под руководством тогда уже маститого археолога П. П. Ефименко и студента Ленинградского (ныне Санкт-Петербургского) университета П. Н. Третьякова, впоследствии одного из ведущих археологов-славистов. Затем раскопки здесь проводились Воронежским краеведческим музеем, а в послевоенное время — экспедицией Воронежского университета (руководители А. Н. Москаленко, А. З. Винников и др.). Однако, по-настоящему большое внимание этот микрорайон памятников древне-

© Прякин А. Д. Восточная граница Древней Руси в IX—X вв.

<sup>1</sup> Очерк замечательнейших древностей Воронежской губернии. Воронеж, 1891.

<sup>2</sup> Там же. С. 35.



Орудия труда, найденные на Первом Белогорском городище: 1 — кузнечные клещи, 2 — топор, 3 — долото-пешня, 4 — долото, 5 — пробойник, 6 — серп, 7 — бронзовый пицет.

русского времени привлек к себе после публикации в конце 60-х годов статьи Б. А. Рыбакова, в которой он, крупнейший исследователь Древней Руси, принял попытку восстановить маршрут средневекового пути из Киева в город Булгар на Волге. Рыбаков предположительно идентифицировал находившийся на этом пути город Вэнтит (название которого является передачей восточными авторами русского этнонима «вятичи» и может означать как город, так и область) с городищем у Михайловского кордона<sup>3</sup>. Судя по данным восточных авторов, речь шла о городе, расположенном у рубежей славянского мира, открывавшегося им с востока. Этот раннесредневековый город в научной литературе отожд-

ествлялся прежде то с Краковом, то с Киевом, помещали его и в Хорватии.

Прокомментирую лишь высказывавшееся ранее суждение о возможности отождествления Вэнтита с Киевом. Отнюдь не в пользу такого мнения свидетельствует то обстоятельство, что восточнее Киева археологами был выявлен достаточно обширный массив славянских памятников последних веков I тысячелетия н. э., которые простирались до Дона и Воронежа и относились к так называемой романо-борщевской археологической культуре. Иное дело, когда речь идет о сгустке памятников этой же археологической культуры, но расположенных в нижнем течении р. Воронеж: они действительно как бы «открывают» славянский мир с востока.

Кратко характеризую эти памятники. Они занимают изгибающийся подковой участок правого, высокого берега р. Воронеж на протяжении примерно 10 км (от санатория им. Горького на северной окраине Воронежа до Белой горы аблизи от окружной автодороги). Здесь

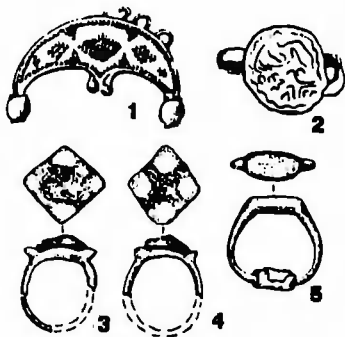
находятся широко известные ныне городища: Кузнецовское, у Михайловского кордона, Первое Белогорское, два городища Лысогорских, один (или два!) могильника в районе Белой горы (в большем из них более 500 курганных насыпей), а также другие памятники.

Наиболее внушительно выглядит городище у Михайловского кордона. По своим размерам оно превосходит другие известные в лесостепном Подонье славянские городища после последних веков I тысячелетия н. э. Площадь его около 9 га. Сохранились два земляных вала и рва. При раскопках укреплений обнаружены городок (нижняя часть крепостных стен в виде срубов, плотно забитых землей или глиной) и, вероятно, примыкавшие к городням со стороны города клетки с остатками печей. На заросшей лесом поверхности городища отмечено более 600 воронкообразных западин, связываемых с котлованами полуземляночных, преимущественно жилых помещений. К сожалению, из-за небольшого объема произведенных на этом городище раскопок пока мало что можно сказать о характере его застройки и вообще оценить его историко-социальную значимость.

На другом городище — Кузнецовском, которое занимает мыс берега реки на площади 85×325 м, отделенный от плато седловиной, нами выявлены постройки полуземляночного типа — жилые, производственные и хозяйственные по своему функциональному назначению. Показательны специализированные помещения: мастерские, связанные с металлоделательным производством, и постройки-хранилища, в одной из которых обнаружено 16 кг зерен пшеницы и других злаков. Среди достаточно разнообразного инвентаря, найденного на этом городище, есть золотой щитковый перстень и серебряная лунница (подвеска к женскому ожерелью в виде лунного серпа).

Первое Белогорское городище занимает удлиненный мыс площадью 110×370 м. На этой территории обнаружены три линии укреплений, из которых нами исследовалась толь-

<sup>3</sup> Рыбаков Б. А. Путь из Булгара в Киев // Древности Восточной Европы. М., 1969. С. 189—196.



Украшения, найденные на памятниках воронежской группы: 1 — серебряная лунница [подвеска к ожерелью в виде лунного серпа — символа Луны, связанная с культом ее почитания] и 2 — золотой перстень с Кузнецовского городища, 3 — перстень с Первого Белогорского городища, 4 — перстень с Лысогорского могильника; 5 — перстень с городища у Михайловского кордона.



Серебряный гребень с Первого Белогорского городища.

ко внутренняя. Раскопками вскрыто десять жилых помещений (девять — полуземлянки), одна кузнечная мастерская и серия хозяйственных ям. Найдены орудия труда, связанные с кузнечным и ювелирным делом, с деревообрабатывающим производством, земледелием, рыбной ловлей и другими видами хозяйственной деятельности. Есть предметы вооружения и украшения (например, серебряный гребень, завершающийся

изображениями двух лошадиных головок).

Что же касается находящихся поблизости от названных городищ курганных могильников, то раскопки на них позволили выявить достаточно устойчивый погребальный обряд: при всем известном многообразии жившего здесь населения, во всех случаях захоронений отмечен обряд кремации, производившийся как на стороне, так и в пределах возводимой курганной насыпи с помещением праха умершего в деревянные гробы. Иногда кремация совершалась на месте будущего кургана в специальных деревянных сооружениях. Тела умерших, как правило, сопровождалась сосудами.

Полагаю, что суждение Б. А. Рыбакова о возможной идентификации Вантита с городищем у Михайловского кордона будет выглядеть более аргументированно, если иметь в виду не одно это городище, а весь комплекс указанных памятников. Дело в том, что названные объекты даже в современном визуальном восприятии образуют фактически единый, расчлененный лишь древними логами массив. Не случайно с площади каждого из трех городищ просматривается панорама излучины берега, включающая два других городища. Да и сами жители этих средневековых поселений воспринимали себя, надо думать, как нечто целое. Что же говорить тогда о восточных купцах, которые некогда двигались со своими товарами от левого, низкого берега р. Воронеж: на противоположном высоком берегу их взорам открывалась внушительная панорама огромной обжитой территории, которая — не удивительно — производила впечатление города.

В пользу правомочности идентификации археологических памятников на северной окраине современного Воронежа с Вантитом может свидетельствовать и сообщение перса Анонима, на которое в свое время обратил внимание Б. А. Рыбаков<sup>4</sup>. Аноним отмечал смешанный состав населения этого города, и его сведения

полностью согласуются с тем, что уже сейчас установлено при раскопках: наряду с ведущим славянским компонентом присутствует и алано-болгарский компонент (так называемая салтово-маяцкая археологическая культура). И это не случайно, поскольку именно здесь в эпоху раннего средневековья пересекались интересы трех крупнейших образований Восточной Европы — Древней Руси, Хазарии и Волжской Болгарии.

Все сказанное позволяет оценить комплекс городищ и могильников древнерусского времени на северной окраине Воронежа как своего рода уникальную археологическую территорию, что предполагает правомерность постановки вопроса о создании музея-заповедника Вантита с последующим приданием данной местности соответствующего статуса. И конечно же, необходимо развернуть здесь комплексные археологические исследования, что, несомненно, позволит раскрыть многие тайны этого раннесредневекового «города», существовавшего на восточных границах славянского мира в IX—X вв., и, в частности, ответить на вопрос, почему он исчез с исторической карты Восточной Европы. Касаясь именно этого вопроса, сошлось на мнение украинского археолога П. П. Толочко, считающего, что те из центров городских форм жизни на Руси, становление которых происходило на торгово-ремесленной основе, пришли в упадок и прекратили свое существование в конце X — начале XI в. в связи с прекращением функционирования трансевропейской торгово-экономической общности<sup>5</sup>. От себя добавлю, что составной частью этой общности, был, надо думать, и сухопутный путь Киев — Булгар. И то, что мы уже сегодня знаем о густоте памятников древнерусского времени на северной окраине современного Воронежа, как будто согласуется с такого рода суждением.

<sup>5</sup> Толочко П. П. Древнерусский феодальный город. Киев, 1989. С. 233.

<sup>4</sup> Рыбаков Б. А. Киевская Русь и русские княжества XII—XIII вв. М., 1982. С. 259.

# Международная школа по теоретической физике

М. А. Фадеев,

кандидат химических наук

Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН  
Черноголовка

**С**лухи о смерти российской науки все-таки сильно преувеличены. Вопреки прогнозам и рекомендациям зарубежных коллег, всколыхнувшим научную общественность некоторое время назад, не все наши ученые дружно уехали туда, где нет очередей за колбасой. Бывает и наоборот.

В подмосковном научном городке Черноголовка, в Институте теоретической физики им. Л. Д. Ландау Российской академии наук (известном больше просто как Институт Ландау), этим летом с 5 по 24 июля прошла Международная летняя школа по теоретической физике.

Явление уникальное. Уникальность эта определяется не только широтой спектра точных наук, охваченных программой этой школы, но и тем, что Институт Ландау как таковой аналогов себе не имеет.

Он был создан в 1965 г. учениками крупнейшего физика XX столетия Льва Давидовича Ландау. Будучи одним из последних великих универсалов, Ландау создал школу, представители которой работают практически во всех областях теоретической физики. Эта школа за время своего существования не только дала науке целый ряд блестящих ученых с мировым именем, но стала еще славна и тем, что регулярно воспроизводит широко эрудированных молодых физиков.

Институт невелик. В настоящее время в нем числится не более 100 научных сотрудников (шесть академиков и пять членов-корреспондентов РАН), из которых многие находятся в научных командировках за границей. Институт никогда, даже в более «закрытые» времена, не препятствовал международным контактам своих ученых. Но те из них, кто работает за грани-



Перед началом занятий. Слева направо: В. П. Минеев, Я. Г. Синый, Л. Н. Щур, В. В. Лебедев, В. Е. Захаров.

цей по несколько лет, с гордостью говорят о своей принадлежности к Институту Ландау. Идея создания Международной летней школы родилась среди сотрудников Института Ландау примерно год назад.

Среди всеобщей атмосферы хаоса, неразберихи и массовой «утечки мозгов» могло создаться впечатление, что Институт Ландау, как и другие научные учреждения России, близок к прекращению своего существования. Чтобы показать миру, что институт жив и работает, было необходимо напомнить о себе. В результате поисков наиболее подходящей для этого формы и возникла идея проведения Международной летней школы. Ее активно поддержали директор академик В. Е. Захаров, вице-директор, зав. кафедрой проблем теоретической физики МФТИ профес-

сор В. П. Минеев и все сотрудники Института. Работа началась.

Планы проведения подобного мероприятия нашли понимание и поддержку среди зарубежных коллег. Был создан международный оргкомитет под руководством В. Е. Захарова. В него вошли такие известные ученые, как Д. Пайнс (Университет Урбана, США), М. Райс (Цюрих, Швейцария), А. Невье (Университет Монпелье, Франция), Ф. Калоджеро и Дж. Паризи (Римский университет, Италия), Ю. Орлов (Корнелльский университет, США), А. Ньюэлл (Университет штата Аризона, США), В. Зельке (Научный центр в Юлихе, Германия). Их помощь реально содействовала воплощению школы в жизнь: они создавали рекламу, обеспечивали финансовую поддержку участникам школы. Например, результатом активности профессора В. Зельке стал приезд 15 немецких аспирантов.

Школа была поддержана специальным преподавательским грантом Американского

физического общества, а также Центром ядерных исследований в Германии. Министерство науки и технической политики Российской Федерации выделило средства для участников школы из университетов России. «География» школы, если здесь уместно это понятие, очень широка. В ней принимали участие молодые физики из США, Германии, Франции, Голландии, Испании, Италии, Швейцарии, Норвегии, Ирана и Израиля. Съезжались не только студенты, но и преподаватели. Чтобы принять участие в работе школы, многие сотрудники института, преврав свою работу за границей, приехали в Черноголовку. В последний момент от участия отказались лишь профессор Д. Е. Хмельницкий из Англии и профессор В. Л. Покровский из США: их испугали трудности с оформлением новых паспортов. Но столь же неожиданный приезд профессора А. Б. Замолодчикова (Университет Ратгерс, США) и профессора А. А. Мигдала (Принстонский университет, США) полностью исправил положение. Их лекции «Конформная теория поля» и «Турбулентность как статистика вихревых ячеек» придали тематике школы внутреннюю завершенность.

Программа школы включала курсы лекций в таких различных областях современной теоретической и математической физики, как:

теория конденсированных сред (сверхтекучесть гелия-3, сверхпроводимость соединений с тяжелыми фермионами, високотемпературная сверхпроводимость);

мезоскопика, квантовый хаос, шум, человеческий мозг, память;

космология (инфляционная теория);

гидродинамика (теория турбулентности);

математическая физика (теория солитонов, нелинейные уравнения);

вычислительные методы теоретической физики.

Труды Международной летней школы по теоретической физике будут опубликованы издательством «Гордон и Брич».

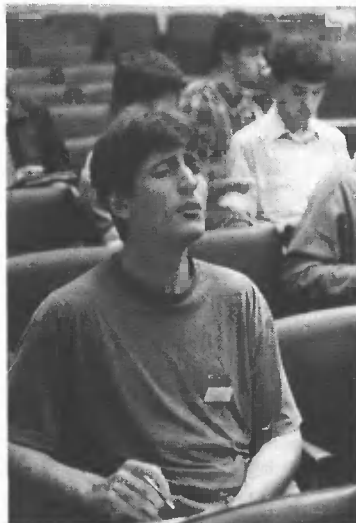
Занятия в школе были организованы таким образом: лек-

ции (3—4 двухчасовых занятия в день) перемежались мини-конференциями, где студенты делали доклады по своим работам. Уровень приехавших на школу зарубежных студентов был достаточно высок. По словам директора школы профессора В. П. Минеева, ребята задавали на лекциях очень разумные вопросы, а собственные их выступления поражали зрелостью, умением подать материал, в короткое время толково и четко его изложить.

«Приятной и важной неожиданностью явились для нас мини-конференции. Можно было не только узнать, кто чем занимается, но и оценить себя со стороны»; «Лекторы школы — больше исследователи, чем преподаватели, но именно поэтому на наши вопросы они могли ответить так, как не способен ни один «чистый» преподаватель»; «Здесь знакомишься с идеями из разных областей науки, которые неожиданно могут пригодиться» — вот только некоторые из многочисленных отзывов студентов о занятиях в школе.

Со своей стороны профессора не ограничивались просто чтением лекций. Во время работы школы по институту ходила шутка: «Самый прилежный студент — это Гриша Воловик: он слушает все лекции, кроме тех, которые сам читает» (Г. Е. Воловик — доктор наук, главный научный сотрудник института, читал курс лекций по теории сверхтекучего гелия-3).

Рассказывая о любом, пусть даже сугубо научном мероприятии, проходящем в России, трудно оставить в стороне проблемы быта. Говоря о школе Института Ландау, нельзя не отметить, что в данном случае они были решены. Организационный комитет школы, состоящий из сотрудников института Л. Н. Шура, В. С. Доценко, М. В. Фейгельмана и Л. С. Левитова, оказался в состоянии подготовить и предусмотреть практически все. Лекционные залы, расписания занятий, встреча приезжающих и размещение в гостинице, питание и обеспечение безопасности — все работало на должном уровне. Возникающие проблемы решались столь оперативно, что это повлекло за собой



На одном из занятий. На переднем плане студент из Германии К. Шраер.

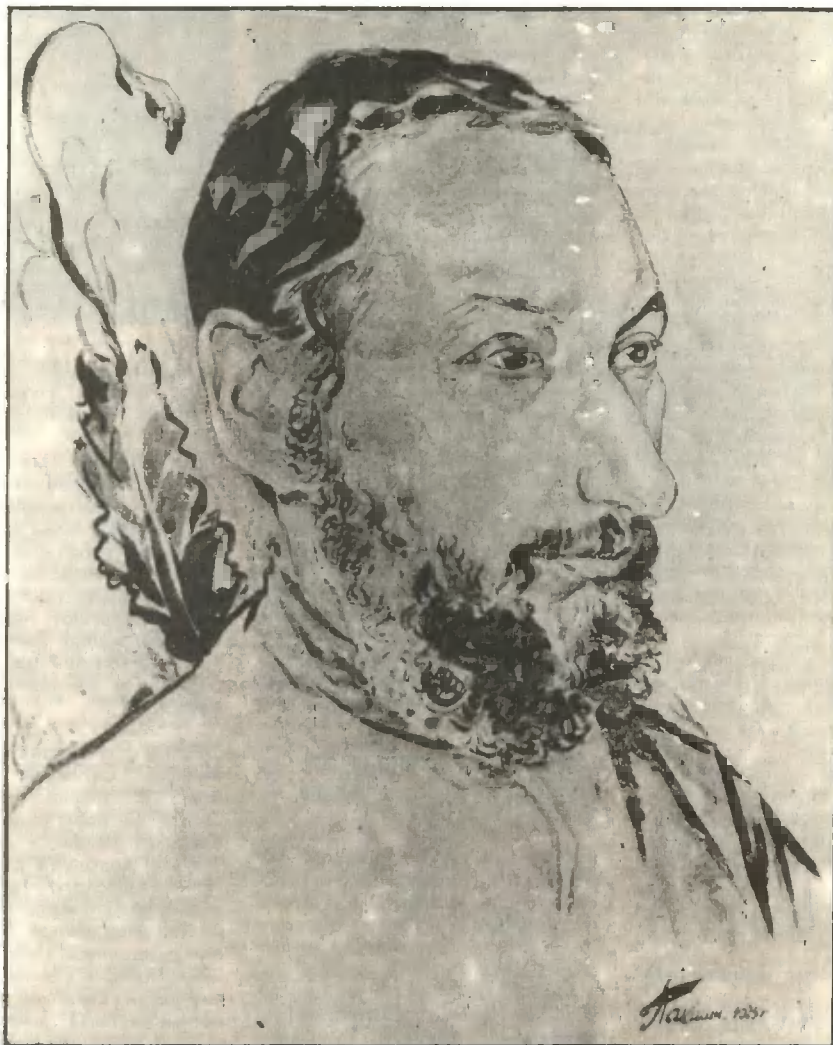
даже создание легенд: по одной из них, организаторы школы сумели предотвратить отключение горячей воды в поселке на время ее работы, по другой — служба безопасности «Алекс», восхищенная тем, как профессор оберегает покой студентов, пригласила некоторых ученых поработать на них в свободное от умственных занятий время.

Многие из участников школы, и это естественно в нынешней ситуации, опасались ехать в Россию. Но приехавшие — не пожалели. «Что меня здесь поразило и обрадовало, так это довольно редкое сочетание высокого профессионализма сотрудников и их доступности, абсолютной естественности отношений между собой и нами. Конечно, и на Западе такие люди встречаются, но чтобы целый институт?..» — вот впечатление немецкого студента И. Зиверта. «Именно здесь настоящая наука, и за ней стоит сюда ехать», — сказал студент из Франции Ф. Марк.

«Теперь, после того как завершилась школа, ничего не остается, как признать: мы были правы», — говорит Лев Шур, председатель организационного комитета.

# «...!СЛОВНО В МИРЕ НЕТ НИЧЕГО, КРОМЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ»

Из писем П. А. Флоренского



ПАВЕЛ АЛЕКСАНДРОВИЧ ФЛОРЕНСКИЙ. Акварель Пакшина. Соловки. 1935 г. Портрет на фоне ламинарии, о котором упомянуто в письме (№ 26) от 3 августа 1935 г.

В октябре 1934 г. Павел Александрович Флоренский — ученый-естествоиспытатель, философ, богослов, священник, «враг народа» — прибыл со спецконвоем на Соловецкие острова. Была прервана его работа по изучению вечной мерзлоты на опытной мерзлотной станции в Сквородине (БАМЛАГ), где он находился после осуждения особой тройкой по ст. 58 пп. 10, 11 (приговор от 26.VII.1933). На Соловках Флоренский присоединился к исследованиям по практическому применению беломорских водорослей. Последние три неполных года его жизни были связаны с водорослями — их сбором,



определением, тщательным изучением морфологии и анатомии, разработкой технологических процессов комплексной переработки водорослевого сырья.

За это время — с 1934 по 1937 г. — Павлом Александровичем написано 105 писем семье: матери — Ольге Павловне (1859—1951), жене — Анне Михайловне (1889—1973), детям — Василию (1911—1956), Кириллу (1915—1982), Ольге (р. 1918), Михаилу (Мику, 1921—1961) и Марии-Тинатин (Тике, р. 1924). Практически все письма были пронумерованы, но дважды в нумерации происходил сбой, поэтому последнее письмо имеет № 103. Сохранилось 89 писем; 81 из них содержит упоминания водорослей, а 14 — посвященные им рисунки, выполненные автором. Некоторые были опубликованы ранее («Наше наследие», 1988, № 4), но большинство приводимых здесь публикуется впервые.

П. А. Флоренский и его соратники-заключенные (Р. Н. Литвинов, Н. Я. Брянцев и другие) организовали и наладили высокоэффективное производство различных продуктов переработки водорослей. Полученные ими результаты превзошли мировые достижения того времени. Работа, занимавшая огромное место в жизни Флоренского, а в заключении ставшая единственным средством сохранения достоинства и самой личности, постоянно присутствует в его письмах. Для читателей, далеких от альгологии и водорослевой промышленности, мы приводим краткий комментарий по специальным вопросам в конце публикации.

Будучи ограничены объемом журнальной публикации, мы выбрали из огромного материала только те фрагменты, которые рисуют картину создания, развития и окончания водорослевого производства, а также интереснейшие наблюдения и размышления Флоренского, касающиеся различных видов беломорских водорослей, их строения, происхождения, химического состава. Отметим также, что рисунки поражают редким сочетанием скрупулезной точности натуралиста с выразительностью и композиционной выверенностью истинного художника.

В тексте сохранены орфография и пунктуация автора, выправлены только явные описки.

Однако основной смысл появления этой публикации в наше беспокойное время, ее актуальность — не в описании альгофлоры и технологических процессов, а в свидетельстве силы духа и интеллекта российского ученого и священника, сына русского инженера и карабахской армянки из древнего дворянского рода — Павла Александровича Флоренского. Силы, имя которой — работа. Работа, несмотря ни на тоску по семье, ни на голод, ни на ежедневную реальность расстрела. Работа — и удивительная способность воспринимать красоту мира даже под конвоем.

Вступление, публикация и комментарии О. В. Максимовой,  
П. В. Флоренского.

Если попадаешь в бурный период исторической жизни своей страны и даже всего мира, если решаешь мировые задачи, это, конечно, трудно, требует усилий и страданий, но тут-то и нужно показать себя человеком и проявить свое достоинство.

П. А. Флоренский (письмо № 86 от 3—6 января 1937 г.)

1934 год

Без №. 5—7 ноября.

А. М. Флоренской

Уже давно пришел я к выводу, что наши желания в жизни осуществляются, но осуществляются и со слишком большим опозданием и в неузнаваемо-карикатурном виде. Последние годы мне хотелось жить через стену от лаборатории — это осуществилось, но в Сквородине. Хотелось заниматься грунтами — осуществилось там же. Ранее у меня была мечта жить в монастыре — живу в монастыре, но в Соловках. В детстве я бредил, как бы жить на острове, видеть приливы-отливы, возиться с водорослями.

И вот я на острове, есть здесь и приливы-отливы, а м. б. скоро начну возиться и с водорослями. Но исполнение желаний такое, что не узнаешь своего желания и тогда, когда желание уже прошло.

О. П. Флоренской

Чем-либо содержательным заниматься невозможно. Пока что я прохожу курс всех т. н. общих работ, которые меняются ежедневно или самое большее через 2—3 дня. В порядке хронологическом я: разбираю картошку, дежурил при телефоне, сеял «комбикорм» — нечто вроде отрубей для скота, копал землю, помогал погрузке мешков с ре-

пою, то же — с турнепсом, складывал репу в штабеля. Все это, при значительности норм и моих слабых силах, достаточно трудно для меня, не говоря уже об убийственных затратах времени. Но м. б. скоро устроится моя работа «в лаборатории», т. е. это не лаборатория, а малое производство, но хотя никакого научного исследования тут нет, но все же лучше, чем картошка<sup>1</sup>.

Без №. 26 ноября — 7 декабря.

А. М. Флоренской

Жизнь моя сейчас значительно налаженнее, чем раньше, а первоначально была очень тяжка. Во-первых, с 15 ноября я попал на постоянную работу, в Иодпром, т. е. на производство иода из морских водорослей<sup>2</sup>. В связи с этим я переведен в другую колонну и потому в другую камеру. Теперь я живу с вполне приличными сожителями, а не с бандитами и урками, и нас немного: было шесть, стало пять. Работа моя тоже стала гораздо удовлетворительнее: все-таки при производстве, хотя и ничтожном по объему и пока требующем рационализации, но однако химическом, и чем-то вроде лаборатории и маленькими анализами. Вероятно, в дальнейшем удастся поставить кое-какие исследования по водорослям. <...> Мастерская, в которой я работаю, стоит на берегу гавани Благополучия. Эта маленькая и убогая мастерская снабжена горделивою вывескою на двери: «ЛАБОРАТОРИЯ». Но хоть это и вывеска только, но мне все же приятно читать ее, входя в дверь. Но бываю я иногда и в настоящей лаборатории, небольшой, но по Соловкам — приличной. Она расположена в 2 км от Кремля, в лесу, на берегу озера (впрочем, Соловки — сплошное озеро, и тут все — при каком-нибудь озере). Хожу туда снежной дорогой, в лесу полная тишина, снег глубокий, пушистый, нетронутый; разве что где-нибудь дорожка из следов горноста. Иду дорогой и думаю о вас. Зимой здешний пейзаж стал похож на сергиевский. <...> На своем веку я много работал, стараясь выполнить свой долг. Но все расплосось, заново я уже не могу и, главное, не хочу начинать свою научную работу большого размера, буду жить только для вас, считая, что ради долга я сделал, что мог.

№ 3. 13—15 декабря.

О. П. Флоренской

Теперь я живу в гораздо лучших условиях, чем первоначально, по приезду на Соловки, и работа моя, хотя и не по мне, производственная, но посильная и все же не вполне

оторванная от моих занятий по специальности. Надеюсь, далее, когда производство наладится и пойдет своим естественным руслом, можно будет ее углубить и делать, в связи с нею, что-нибудь более полезное и требующее большего умственного напряжения. Пока же стараюсь рационализировать производство, ввести известную механизацию, добиться возможно ровного и эффективного ее хода. В таких условиях, при оторванности от литературы, настоящей лаборатории и источников технического снабжения, каждый шаг требует гораздо большего времени и больших усилий, чем это было бы, если бы мы были не на острове, общение с которым на зиму прерывается; но тем не менее кое-что сделать можно и должно.

Без №. 16—19 декабря.

Тике

Нашла ли ты на карте, где находится твой папа? А знаешь ли отчего этот остров называется Соловками? От соли. В прежние времена тут были соляные варницы, соль вываривали и торговали ею или выменивали ее на другие товары. От этого, как говорят, и стал называться остров Соловецким.

А. М. Флоренской

С мастерской по добыче иода тоже возрастают заботы, т. к. приходится продумывать и налаживать много отдельных моментов производства, а необходимых условий для проработки, литературных и лабораторных, здесь, конечно, нет. Следовательно, надо заново открывать америки и притом придумывать, как и чем заменить общепринятые способы исследования тем, что доступно в настоящих условиях. Поэтому занят я целый день, с утра и до поздней ночи, но полезных результатов получается неизмеримо меньше, чем могло бы быть при нормальных условиях.

1935 год

№ 6. 2—9 января

А. М. Флоренской

Вероятно, ты хочешь знать, что я делал последнее время. Работал в лаборатории, как в нашей иодпромвской, так иногда и в центральной, где обстановка более похожа на лабораторную; все это в связи с производством иода. Затем читал лекции по математике в математическом кружке. Готовил программы к большой работе по пере-



Семья Флоренских в саду своего дома в Загорске. Лето 1932 г. Слева направо: Василий, Кирилл, Павел Александрович с Марией-Тинатин, Ольга, Анна Михайловна с Миканлом, Нина Александровна Гиацинтова, племянница Анны Михайловны Надежда Петровна Гиацинтова, мать Анны Михайловны.

Фото В. П. Флоренского

ходу производства к т. н. комплексному использованию водорослей, т. е. такому, при котором все составные части водорослей оказываются использованными; вскоре придется выступить с соответствующим докладом в ИТР с целью поставить задачу о водорослевой промышленности на проработку. Если это осуществится, то будет занятие сколько-нибудь ценное и осмысленное.

№ 7. 14—19 января

О. П. Флоренской

Занимаюсь исключительно водорослями, иодом и przygotowляю к работе по получению из водорослей разных продуктов. 10-го января читал большой доклад в ИТР о проблеме водорослевой промышленности на Соловках. Слушателями были по большей части люди квалификации выше средней, отнеслись очень внимательно, так что, может быть, это важное дело сдвинется с мертвой точки. (...) 1935.1.16.

Вчера вечером нас внезапно переселили в новую камеру. Это — большое помещение, в котором 21 человек, рабочие и служащие Иодпрома.

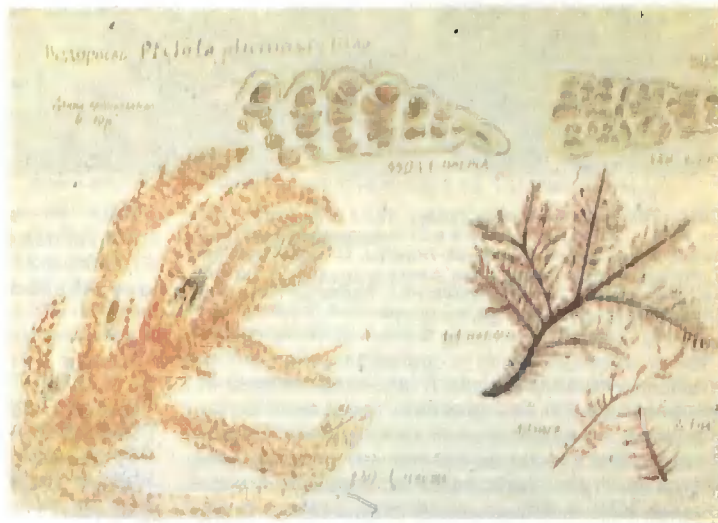
Василию

В настоящее время в связи с иодным производством и намечающейся работой по использованию водорослей меня особенно занимает биохимическое значение иода и те органические соединения, в которые он входит в водорослях. Знаешь ли ты, что суточный обмен иодом, т. е. выделенный за сутки иод (водорослей) равен запасу иода в теле водоросли. Таким образом, обмен чрезвычайно интенсивный, а водоросли повышают концентрацию иода по сравнению с морской водой в несколько десятков тысяч раз, если не больше, до сотни тысяч или даже нескольких сотен. Эта эктропическая деятельность, преодолевающая стремление элемента к рассеянию (один из видов эктропии), паразитерна и над нею стоит подумать. Только не знаю, удастся ли приблизиться к пониманию процесса опытно.



Таллом (вегетативное тело) красной водоросли *Ptilota plumosa*. (Рисунок П. А. Флоренского из письма № 78 от 29.X—7.XI. 1936).

Фрагменты таллома *Ptilota plumosa* (письмо № 78). Позже (письмо № 81, 22—24.XI.1936) П. А. Флоренский пишет, что ошибся с определением видовой принадлежности птилоты и что этот вид — *Ptilota pectinata*.



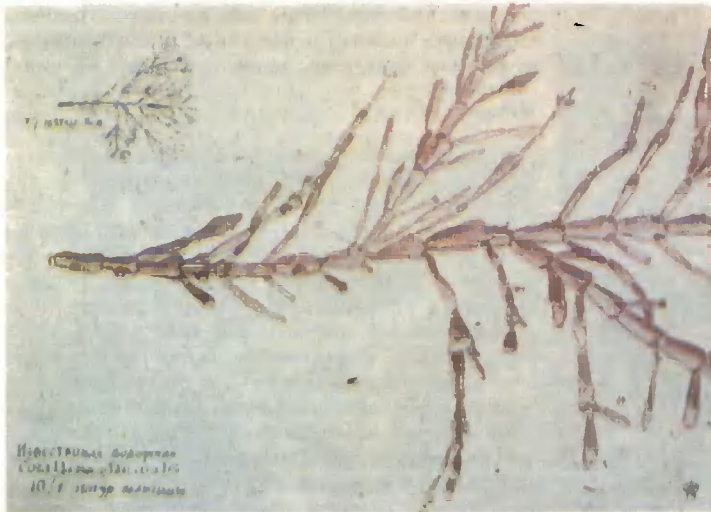
№ 8. 22 января — 4 февраля.

Мику

1. 30—31. Сейчас ночь, 2 часа. Сижу в лаборатории, так как сегодня пустили первый раз на испытание сконструированный мною аппарат для осаждения и фильтрации иода. Это большой чан с двумя фильтрами, электрически движимой мешалкой и трубой, снабженной вентилятором, а также другими приспособлениями. До сих пор осаждение велось вручную, в бутылках. Это было трудно для рабочих, а главное — очень вредно, так как выделяются обильные пары брома, окислы азота, пары кислот, пары иода; от них невозможно дышать и здоровье сильно разрушается. А кроме

того, и процесс осаждения и фильтрации, тоже ручной, не мог быть поставлен правильно. Изготовленное здесь, руками наших рабочих по моему чертежу, приспособление действует хорошо; запаха почти нет, усилий прилагать не надо, все идет само собою и требует лишь присмотра. Мне было жаль как порчи здоровья рабочих, так и порчи иода, и потому я занялся этим делом. Надеюсь, теперь дело пойдет хорошо. Для моего приспособления, ввиду малости помещений, пришлось сделать отверстие в потолке и часть аппаратуры распределить на чердаке, и устроить люк в полу, чтобы расположить в вырытой яме под полом фильтрационную систему. Таким образом аппарат занял, можно сказать, три этажа. 1935.11.2. Аппарат оказался действующим как следует и как было мной рассчитано: качество иода весьма повысилось, расход на материалы понизился, и никакой вони нет и работать с ним

легко. 1935.11.4. Эти дни я употребил время на продолжение работ по использованию аппарата, который описывал тебе ранее, а также на другую работу — по производству нитрита натрия, то есть азотистокислого натрия  $\text{NaNO}_2$ , т. к. у нас не хватило его в производстве иода, а получить с материка сейчас невозможно. Нитрит я приготовил сегодня, из селитры, т. е. азотно-кислого натрия  $\text{NaNO}_3$ , сплавляя его со свинцом. Тогда получается азотисто-кислый натрий и окись свинца по реакции  $\text{NaNO}_3 + \text{Pb} = \text{NaNO}_2 + \text{PbO}$ . Происходит это около  $400^\circ$ . По остывании расплава его кипятят с водою, чтобы выщелочить нитрит. Раствор нитрита отфильтровывают и выпаривают, а окись свинца смешивают с углем и прокаливают.



Таллом известковой красной водоросли *Corallina officinalis* (письмо № 75, 11—17.X.1936).

Мшанка *Flustra foliacea*, принятая П. А. Флоренским за кораллиновую красную водоросль (письмо № 81, 22—24.XI.1936). Позже, в письме № 98 [20.IV.1937], он сам отметил эту ошибку и определил мшанку до вида.

Тогда, по реакции  $2PbO + C = 2Pb + CO_2$ , восстанавливается свинец, который идет на новую варку. У меня выход нитрита получился ок. 37 % от селитры и в 45 % от теоретической, т. е. по реакции<sup>3</sup>.

Без №. 8, 10, 16—18 февраля.

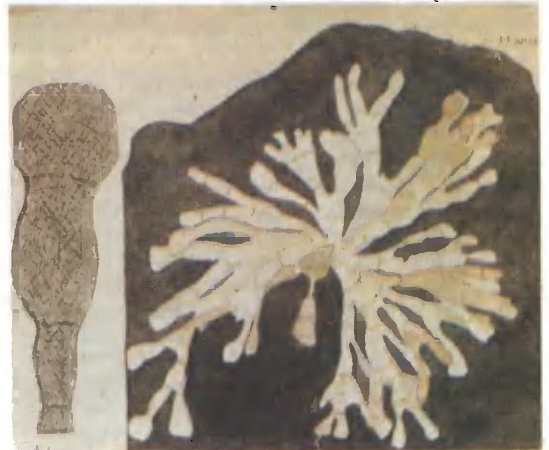
А. М. Флоренской

1935.II.17. В день твоих именин я наконец перенес свои вещи на новое местожительство в Центральную лабораторию, а сегодня вечером переселился туда и отпраздновал переселение халвою, тобою присланной. Эта лаборатория в 2-х километрах от Кремля, расположена в лесу, место тихое и уединенное, так что можно будет поработать. Жилая комната помещается через коридор от лабораторных рабочих помещений, двух комнат, и следовательно, можно сидеть в лаборатории сколько хочешь и проводить опыты с утра до ночи и с ночи до утра. Задача, стоящая передо мною, — проработка вопроса о водорослях. Дела очень много, но зато задача важная и полезная.

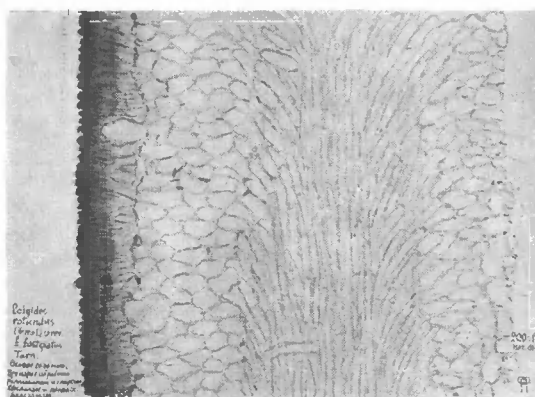
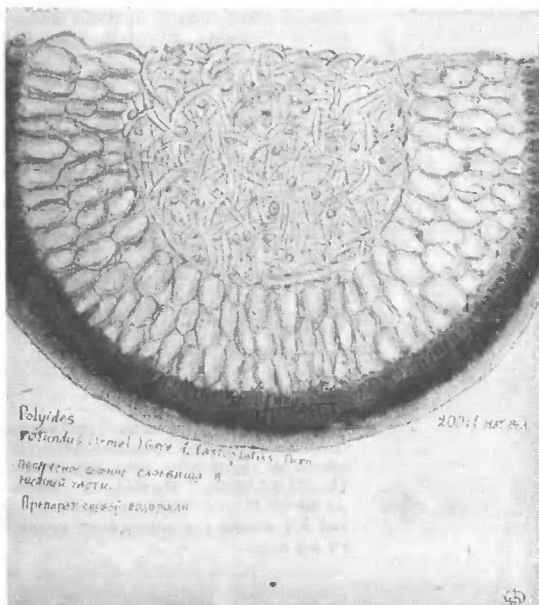
№ 9. 22—24 февраля.

А. М. Флоренской

Работаю над разными вопросами химии, отдельными подготовительными участками общей работы по водорослям, а также доделываю некоторые работы для мастерской Иодпрома. {...} Опишу тебе место, где я живу теперь. Оно находится в 2 км от Кремля, в лесу, на берегу озера. Лаборатория стоит на холме, и летом, вероятно,



отсюда открывается хороший вид. Сейчас все занесено снегом. Кроме лаборатории имеется еще одно строение. В лабораторном помещении 6 комнат. 3 под лабораторией, 2 жилые, а 1 — кухня и зверинец одновременно, звери живут также в биологической лаборатории и на чердаке — кролики. Весь дом — каменный, еще монашеской постройки; вероятно, здесь было что-нибудь вроде дачи. В XVI в. здесь жил Филипп Колычев, впоследствии митрополит московский, которого удушил Малюта Скуратов. Находясь на Соловках, Филипп проявил большую энергию и хозяйственность: соорудил систему каналов между бесчисленными здешними озерами, механизировал разные предприятия — мельницы, возку, подъем тяжестей, вообще занимался строительной и инженерной деятельностью. Недалеко от лаборатории сохра-



Поперечный и продольный срезы таллома красной агароносной водоросли *Polyides rotundus* [письмо № 91, 13.II.1937]. Современное название — *Polyides capripinus* (В. Б. Возжикская, 1980).

няется избушка, в которой жил Филипп, и даже древняя убогая. Была здесь также и церковь, но она сгорела до тла...

№ 12. 13—16 марта

О. П. Флоренской

В лаборатории царит тишина, особенно во второй половине дня, когда уходят работники, приходящие со стороны и здесь не живущие. В общем настолько тихо и уединенно, что мне все кажется, будто я плыву на пароходе и кругом меня море. Кстати же, вожусь с водорослями, при электролизе и

химической обработке они начинают пахнуть особенно сильно, и мы так и характеризуем в записях процесс «запах прибрежья».

Кириллу

Занимаюсь электролитической переработкой водорослей. Удаётся хорошо выделять весь иод непосредственно из водорослевой массы, без какой-либо предварительной химической обработки. При дальнейшем продолжении процесса, когда разлагаются хлориды, происходит разложение водорослевой массы и выделяется алгиновая кислота и альгинаты щелочных металлов<sup>4</sup>. Клетчатка и маннит<sup>5</sup>, а также белковое вещество остаются в ванне. Дальнейшее разделение при помощи фильтрации (нужно было бы иметь фильтр-пресс) и сублимация упаренного маннита. Процесс этот — новый, предложен мною и, кажется, пойдет удачно, но, конечно, наладиться с производственной схемой в заводских установках нельзя без большой предварительной работы.

№ 15. 6—12 апреля

О. П. Флоренской

Время за работой идет так быстро, что неделя мелькает за неделей и, когда наступает выходной день, кажется, будто прошлый выходной был только вчера. <...> Все проходит, но все остается. Это мое самое заветное ощущение, что ничего не уходит совсем, ничего не пропадает, а где-то и когда-то хранится. Ценность пребывает, хотя мы и перестаем воспринимать ее. И подвиги, хотя бы о них все забыли, пребывают как-то и дают свои плоды. Вот поэтому-то, хоть и жаль прошлого, но есть живое ощущение его вечности. С ним не навеки распрощался, а лишь временно. Мне кажется, все люди, каких бы они ни были убеждений, на самом деле, в глубине души, ощущают так же. Без этого жизнь стала бы бессмысленной и пустой.

№ 16. 22—23 апреля

А. М. Флоренской

Ты задаешь мне ряд вопросов. Постараюсь ответить на них. Во-первых, о водорослях. Иод у нас пока добывается древнейшим из способов, зольным. Для этого водоросли сжигаются, водою выщелачивается зола и из щелока химически выделяют иод. Однако этот способ очень невыгоден. На сжигание водорослей, сырых и лишь просушенных слегка, надо много



Соловецкий лагерь особого назначения. С почтовой открытки издания УСЛОН. 1929 г.

дров.  $\frac{2}{3}$  иода из водорослей уходит с дымом, так что в золе остается лишь  $\frac{1}{3}$ ; но и эту  $\frac{1}{3}$  удается извлекать не полностью. Далее, в водорослях иод составляет примерно 0,02 %. Следов., чтобы извлечь  $\frac{1}{3}$ , 0,02 %, т. е. около 0,007 % иода, уничтожается все вещество водорослей. А между тем в нем содержится много полезных продуктов. А именно: 1) альгин, особое вещество, по физическому характеру напоминающее желатин или агар-агар и идущее в пищевую промышленность (мармелад и т. п., желе, мороженое, крем, студни и т. д.), в текстильную и бумажную (проклейка, аппретура), промышленность пластических масс и т. д.; 2) маннит — твердый белый сладкий спирт (высший спирт, шестиатомный), очень дорогой (250 р. 1 кг), необходимый для бактериальных исследований, в электрохимии, как замена сахара при диабете, как легкое слабительное, как материал для взрывчатых веществ и т. д.; 3) целлюлоза — для бумажной и химич. промышленности, для пластич. масс; 4) бром — для фотографии, кинематографии, красочной промышленности, лекарств и пр., в частности для автомобилей и аэропланов; 5) соли калия — для удобрения почвы, для химич. промышленности. Если же водорослям дать бродить — из них получается: ацетон, разные спирты, необходимые для лакового дела. При известной обработке можно получать сахар и др. вещества. Кроме всего, в водорослях находится много белков, которые пока не научились употреблять, и немного жиров, которые дают нечто

вроде сливочного масла. Кроме того, водоросли могут в своем первоначальном виде или слегка обработанном употребляться в пищу — из них готовят несколько десятков, если не более, кушаний, которые широко распространены на ДВ, в Японии, в САСШ, в Британии, в Шотландии и др. странах. Наконец, сгнившие водоросли дают отличные удобрения. Как видишь, над водорослями стоит работать. Мы делали подсчет: если бы извлечь все полезные вещества из 25 тыс. тонн сырых водорослей, т. е. выброшенных из моря и непросохших (а в них 80 % воды), то эти вещества стоили бы  $3\frac{1}{2}$ —4 миллиона рублей золотом. Мы заняты сейчас разработкою приемов выделения отдельных веществ, как чисто химическим способом, так и электрическим. Между прочим, для выставки, заняты варкою мармелада из водорослей.

Мику

Когда дело идет о растениях, то у меня сразу подымается интерес, особенно если это растение низшее — водоросли, мхи, грибы, папоротники. Так было у меня с детства, с тех пор как помню себя. Но волнуют, конечно, и другие растения. У всех у них тонкое строение, весьма интересное и само по себе, и в особенности для физического исследования и истолкования. Моей мечтой было разработать физику систем со специальными структурами. Мне это не удалось, может быть, ты будешь моим заместителем в этом деле.



Таллом красной водоросли *Delesseria sinuosa* (письмо № 79, 11—14.XI.1936). Современное название — *Delesseria sanguinea* (В. Б. Возжизнская, 1980).



Тетраспоровий *Delesseria sinuosa* (письмо № 79).

№ 17. 27 апреля — 13 мая

Кириллу

Сейчас занят своего рода стиркою — отмываю кислоты от альгинов, выделенных из водорослей, — изучаю наиболее выгодный режим отмывки. Альгины эти пока неотбеленные и по виду, скорее, напоминают хлебные крошки и картошки. Мне хочется съесть их, но жалко тратить, т. к. необходимо иметь побольше для исследования. Готовим порции альгинов порядочные, более 1 кг, правда влажных, с достаточным содержанием влаги.

№ 18. 16—23 мая

О. П. Флоренской

Ты спрашиваешь об агар-агаре. Это вещество вырабатывается из водорослей теплых морей, но несомненно можно получить какой-то родственный продукт и из водорослей солоveckих. Как раз вот последние дни я сижу над этой задачей.

№ 22. 21—22 июня

Василию

Мои занятия направлены в настоящий момент на изучение альгинатов, и в частности альгинатов натрия и калия, которые я готовлю из водорослей. Эти вещества могут с успехом заменить импортные трагант и гуммиарабик в текстильной и др. отраслях промышленности, при печатании ситцев и т. п. Замечательна их вязкость: 8 %-ный раствор альгината оказывается значительно вязче, чем 32 %-ный раствор гуммиарабика, а следовательно, более чем в 4 раза экономнее, не говоря уж о цене. А с другой стороны, его капиллярная постоянная раза в 2 меньше, чем у гуммиарабика, и потому всасывание, даже слабых растворов, происходит значительно слабее, что опять очень выгодно, как по расходованию материала, так и по качеству отпечатка. Измерения физико-химических констант приходится вести с импровизированными приборами.

№ 24. 12—21 июля.

Мику

Сейчас занимаюсь варкою из водорослей альгината, вроде особого клея для текстильной, бумажной и других промышленных. Надо приготовить 1 кг альгината, а в лабораторных условиях это нелегко, т. к. для получения 100—150 г альгината надо сварить 1 кг сухих водорослей с 40 кг



воды и с содой, затем профильтровать получившуюся вязкую жидкость, вроде киселя, упарить и т. д.

№ 26. 1—5 августа

А. М. Флоренской

VIII.3. Посылаю ко дню нашей свадьбы свой портрет. Говорят все, что он вышел похожим, но мне судить о сходстве трудно. Я просил художника изобразить на портрете водоросли, чтобы осталось указание, чем в это время я занимался.

№ 27. 12—15 августа

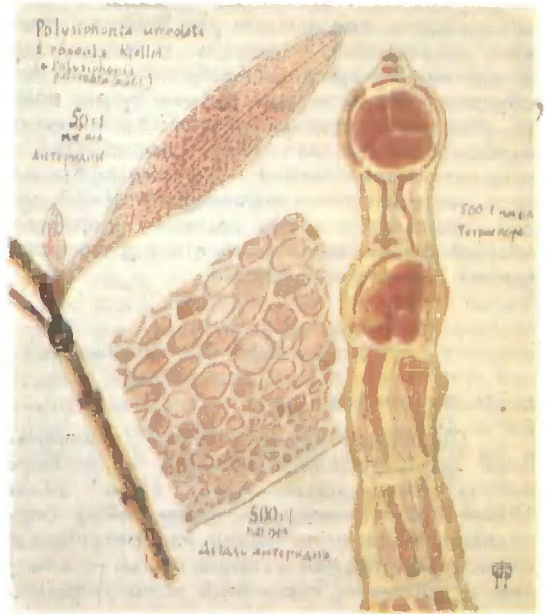
Кириллу

Последнее время я был занят опытами в укрупненном масштабе. Варил водоросли и получал из них альгинат натрия в значительных количествах (ежедневно перерабатываем 1 кг воздушносухих водорослей); пережигаем сфагновый торф на полукокк в специально построенной для этой цели на усадьбе печке. Сделали полезное изобретение: тепло- и звукоизоляционные пластические массы из сфагнового торфа или мха. Мы проклеиваем его отходами при добыче альгината и после горячей прессовки сушим. Затем окунаем в раствор (ок. 10—12%) альгината натрия и, когда пленка альгината (в воде растворимая) просохнет, обрабатываем слабым (ок. 5%) раствором кислоты, серной или соляной. Тогда пленка переходит в водонерастворимый и водонепроницаемый альгин, так что изделие из торфа, прочное от проклейки, вместе с тем становится не поглощающим воду. Намечается организация при лаборатории опытной мастерской по добыче альгината и производству сфагноторфяных пластических масс. Эта мастерская должна давать возможность установки деталей и новых вариантов технологического процесса, опытные образцы и, вероятно, некоторый доход лаборатории для поддержания ее существования.

№ 29. 5—8 сентября

А. М. Флоренской

Перевозка и передача лаборатории произвела на меня тяжелое впечатление: ведь в лабораторию было внесено много старания, изобретательности и любви. Работы, естественно, прекратились. Вид опустелых и засоренных комнат стал мне настолько тяжел, что я был даже рад, взяв свой посох и котомку, уйти оттуда. Все напоминает



Красная водоросль *Polysiphonia urceolata*: органы размножения [письмо № 86, 3—6.I.1937].



Зеленая водоросль *Monostroma blythii* (письмо № 91, 13.II.1937). Современное название этой водоросли — *Ulvaria obscura* [К. Л. Виноградова, 1974].

о тленности всех земных дел и учит сознавать себя «яко странник и пришлец». В настоящее время я работаю во вновь образованном Конструкторском бюро; пока гл. обр. занят писанием заявок на ряд наших изобретений по переработке водорослей и использованию альгина и альгината. Кроме того, надо написать несколько статей. А далее совместно с одним химиком и под его возглавлением придется заняться проектированием химических заводов.

№ 30. 15—16 сентября

О. П. Флоренской

Последнее время в связи с ликвидацией лаборатории, я привожу в порядок работу прошедшего года, т. е. зимы 1934—1935 гг., подводя итоги; пишу бесчисленные заявки по нашим изобретениям в области водорослей и торфа, статьи — длинные и короткие, серьезные и популярные, отчеты, с помощью чертежника составляю чертежи, доделываю, уже домашним путем, некоторые опыты по использованию водорослевых продуктов в разных отраслях промышленности...

А. М. Флоренской

...Спрашиваешь об аппаратах, мною сконструированных. Они работают. Но сейчас я не имею к ним отношения, и рад этому. Мысли мои заняты, к тому же, другим. Сделан ряд изобретений, которые надо бы проводить в жизнь. Главным образом они касаются различных применений альгина и альгинатов — клеевых веществ из водорослей. Эти вещества обладают весьма своеобразными свойствами, и мы наизобретали альгиновые краски, вроде акварельных, альгиновое печатание узоров по тканям, проклеенную альгином бумагу, альгиновый клей, альгиновые пленки и т. д. Суть дела в том, что альгинат натрия или калия растворим в воде; раствор альгината, нанесенный самостоятельно или в смеси с чем-нибудь на поверхность, дает пленку. По засыхании эта пленка, будучи обработана слабой кислотой, переходит в альгиновую, в воде и в кислотах уже нерастворимую, прочную, прозрачную, гибкую и упругую и невоспламеняющуюся. На этом свойстве альгината можно играть до бесконечности, варьируя области применения водорослевых продуктов. Значение же водорослевого иода отстает на второй план, т. к. в гораздо большем количестве иод добывается в Союзе из буровых вод нефтеносных районов. По моему подсчету

стоимость иода и брома в водорослях составляет менее 0,02 общей стоимости веществ, которые содержатся в водорослях, тогда как на долю органических веществ, т. е. главным образом альгина и маннита, приходится 0,98 общей стоимости; на альгин примерно 0,49, так что значение водорослевого иода, как видишь, весьма невелико. (...) (Присылаю альгинат натрия — светлый и темный).

№ 37. 15—18 ноября

О. П. Флоренской

Живу я внешне неплохо, внутренне же уныло: ни на минуту не удается остаться с самим собою; природы не вижу, да сейчас и природа вся уныла, сера и неуютна; работа идет в обстановке вовсе не располагающей к активности и жару. Поэтому время идет, а ничего плодотворного не делаешь: т. е. кому-то это и нужно, а мне лично не дает ничего. (...) Последнее время я занимаюсь разработкой различных применений водорослевого продукта — альгина. Находятся применения в бесчисленных областях, самых разнообразных. М. б. некоторые из найденных мною, уже известны, но будучи оторван от литературных источников, открываю их, как новые. Изготавливаю кальку, разные виды бумаги для черчения и рисования, для упаковки, для масляной живописи и т. п., краски, фиксативы, клеи, составы для покрытия различных поверхностей и т. д. В частности, чиним старые калоши и заливаем швы сапогов для сообщения водонепроницаемости. Сейчас вот, в выходной день, был занят обработкой своих сапогов, чтобы не проникла в них сырость, а ее тут великое изобилие. (...) Живу в душевном полусне, это единственный способ жить вообще; мелькают дни за днями и недели за неделями. В этом полусне если есть что-то живое, то это воспоминания и мысли о вас, остальное же все призрачно и скользит тенью. Таковы и Соловки во всем, такова на них природа, погода и люди. Кажется действительность сном, и часто ловишь себя на мысли, что, вот, проснешься, и сновиденье рассеется.

Кириллу

Передай маме образец водоросли *Ahnfeltia* из Белого моря. Из этой водоросли можно добывать агар-агар путем вываривания, фильтрации и сушки. Он идет, между прочим, на кондитерские изделия.

№ 41. 16—23 декабря

А. М. Флоренской

...Чтобы ты не беспокоилась, сообщаю тебе: я здоров, нужды ни в чем не испытываю, работаю в лаборатории над водорослями и сфагнумом, живу в сносных условиях, читаю лекции по математике, пишу всякие технические заметки, целый день, с утра до поздней ночи занят — это необходимо и, кроме того, полезно, т. к. заглушает тоску.

Ольге

Вот, сегодня получил первый образчик агар-агара, особого желатинирующего вещества, из водоросли *Anpheltia plicata*<sup>6</sup>, обрывок которой я послал вам в одном из писем. Сила агар-агара так велика, что уже 0,2 %-ное содержание агара превращает воду или растворы различных веществ в студень («гель»). Стоимость этого вещества

очень высокая, 250 рб за 1 кг. Получается он вываркой, очень длительной, водоросли; получается примерно 0,2—0,4 %-ный раствор, который отцеживают в горячем состоянии от остатков водоросли и замораживают. После оттаивания агарового льда выделяются хлопья агара, которые можно отделить процеживанием. Этот кисель содержит уже 5—6 % агара. Его просушивают и получают агар в твердом виде. Забыл еще сказать, что агаровый раствор необходимо отбеливать, иначе агар получается вроде столярного клея. Сегодня же получил первый образчик маннита из соловецких водорослей, а именно из *Laminaria saccharina*. Пришлось самим придумывать способ извлечения маннита: канитель с этим извлечением большая, но продукт этот очень ценный и продается (не знаю как сейчас) по 500 рб за 1 кг.

(Окончание в следующем номере)

## Комментарии

<sup>1</sup> Когда эта публикация была уже почти готова, П. В. Флоренский познакомился с сыном Романа Николаевича Литвинова (1898—1937?) Н. Р. Литвиновым. Он любезно предоставил нам возможность ознакомиться с письмами своего отца с Соловков, сохраненными женой Романа Николаевича Варварой Сергеевной. Они заслуживают отдельного изучения и опубликования. Для нас особенно важным оказалось то, что Литвинов еще до прибытия на Соловки Флоренского, работая в Иодпроме, задумал организовать комплексную переработку водорослевого сырья. Мы сочли необходимым (с разрешения Н. Р. Литвинова) привести здесь две выдержки из этих писем, адресованных В. С. Литвиновой. Во втором фрагменте речь идет о П. А. Флоренском. Заключение никогда не называли в письмах имен своих товарищей по несчастью. В письмах Флоренского Литвинов фигурирует как «один химик».

Из письма Литвинова от 15 сентября 1934 г.:

«Мое положение изменилось к лучшему и очень сильно. Из грязного барака <...> я переехал на место своей новой работы, в химическую лабораторию. Она в 2 км от Кремля, в одноэтажном каменном, очень старинном и красивом доме, на горке, на берегу лесного озера, бывшая резиденция игумена, так называемая Филиппова пустынь, теперь она называется Биосад. <...> Работа тут меня удовлетворяет, есть перспективность развернуть ее так, чтобы добиться интересных для народного хозяйства результатов, и этим, может быть, сократить свое пребывание тут. <...> Теперь большая просьба. В одном из американских журналов, которые ты посылала мне, есть статья о получении брома из морской воды и в этом же номере две статьи о получении иода. В одном из других

номеров, более ранних (кажется), есть статья о получении агар-агара. Разыщи эти номера и вышли мне. Зайди к Станкову и попроси его узнать, какие изданы труды водорослевой секции Академии наук и как их можно достать. Пришли эти списки. Мы тут решили проделывать большую работу по водорослям для пользы народного хозяйства, и эти данные необходимы.»

Из письма от 19 мая 1935 г.:

«Какие были события в этом месяце? Никаких. Ходил иногда в Кремль на лекции высшей математики, а так как сплю с лектором в одной комнате, то и хожу вместе с ним, ведя по дороге разговоры на темы не математические, в частности, больше всего о поэзии. Вероятно, он бы тебе очень понравился. Он очень образованный и интересный человек. Крупный математик, физик, фи-

лософ, филолог и даже химик. Практических навыков никаких. Житейский беспомощен. Близорук. Очень умный, чуткий и добрый. Ясно, что мы с ним не ссоримся. Вообще, чтобы не слгзлить, в этом отношении у нас хорошо — ни разу за все время не было ни одного столкновения.»

Литвинов был вывезен с Соловков одновременно с Флоренским (см. книгу Ю. И. Чиркова «А было все так...». М., 1991). Дата его гибели неизвестна.

<sup>2</sup> Производство йода из водорослей началось в России в годы первой мировой войны, когда были прекращены поставки йода из Германии, добывавшегося из чилийской селитры. В то время (как и сейчас) во всем мире йод получали также и из нефтяных буровых вод. В 30-е годы в России йод уже также получали попутно при добыче нефти, а нерентабельный Иодпром на севере оставили исключительно для того, чтобы занять заключенных. Иодный завод в Архангельске, где работали гражданские специалисты, уже в 1933 г. был перепрофилирован на выпуск агар-агара.

Получение йода из водорослей велось крайне неэкономичным способом, при котором терялась не только большая часть йода, но и все прочие полезные продукты переработки водорослевого сырья. П. А. Флоренским, Р. Н. Литвиновым и Н. Я. Брянцевым получено авторское свидетельство (№ 190281, опубликовано 31.V.1937) на методы комплексной переработки водорослей.

<sup>3</sup> За работу по совершенствованию производства йода и конструирование новых аппаратов, что дало экономию в 8000 рублей, в 1936 г. з/к П. А. Флоренский был премирован в числе 13 участников этих работ общей премией в размере 260 рублей. Приводим фамилии заключенных из списка на премирование в надежде, что откликнутся их родственники: П. И. Зубченко, Л. С. Илясов, А. А. Казарьян

(так в тексте приказа, м. б. Казарьян?), К. И. Кузаков, А. Н. Осипов, В. К. Павловский, А. И. Попов, И. Е. Петрик, В. В. Тарайковский, М. И. Удалов, А. А. Энок, Г. П. Ярошев.

<sup>4</sup> Альгинаты (соли альгиновой кислоты, альгина) и агар-агар — фикоколлоиды, т. е. получаемые из водорослей гелеобразователи полисахаридной природы. Они содержатся в клеточных стенках макроскопических бурых и красных водорослей и нигде более в природе не встречаются. Искусственному синтезу фикоколлоиды не поддаются. Это наиболее ценные и дорогостоящие соединения, получаемые из водорослей. (См. о фикоколлоидах также письма № 16, 22, 27, 37, 41 и др.)

Альгинаты натрия, калия и магния получают при переработке бурых водорослей, относящихся к порядкум ламинариевых (*Laminariales*) и фукусовых (*Fucales*) водорослей. Они распространены преимущественно в умеренных и холодноводных регионах Мирового океана. В России промысловые запасы сосредоточены в арктических (Баренцево, Белое) и дальневосточных (Охотское, Японское) морях. Заготавливаются такие виды, как *Laminaria saccharina*, *L. digitata*, *L. japonica*, *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*. Альгинаты используются как пищевые и технические загустители, в текстильной и бумажной промышленности, в медицине в качестве гемостатических средств. В последние годы, в связи с развитием атомной энергетики и особенно после аварии на Чернобыльской АЭС, наибольшее внимание специалистов привлекает способность альгинатов к сорбции радионуклидов. При пероральном применении альгинатные препараты могут способствовать выведению из организма человека и животных до 90 % радионуклидов, в том числе из костных тканей, где их накопление наиболее активно и опасно. Использование этих препаратов эффективно как в профилактических, так и в лечебных целях.

Из красных водорослей-агарофитов добывают агар-агар

и родственные ему гелеобразователи (каррагинаны и др.). Они используются во множестве отраслей промышленности: пищевой, фармацевтической, микробиологической, лакокрасочной и др. В России сырьем для получения агара служат виды анфельции — беломорская *Ahnfeltia plicata* и дальневосточная *A. tobuchiensis*. В Архангельске действует крупный водорослевый комбинат, где ведется переработка как анфельции, так и бурых водорослей.

Всего в Мировом океане известно более 80 видов агароносных красных водорослей, обитающих во всех климатических зонах — от полярных до тропических морей.

В настоящее время из-за неумеренного промысла и глобального загрязнения Мирового океана природные запасы промысловых красных и бурых водорослей быстро сокращаются, в ряде случаев — катастрофически. Поэтому во всем мире, в том числе и в России, ведутся исследования, направленные на создание мариккультуры этих видов, т. е. на их искусственное разведение в природных и промысловых условиях.

<sup>5</sup> Маннит — высший шеститомный спирт, белое кристаллическое вещество, сладкое на вкус. В природе встречается в экссудатах ряда деревьев (платан, ясень), в лишайнике *Aspicilia esculenta* (как эти экссудаты, так и катышки лишайника носят название манны), а также в бурых водорослях, из которых добывается в промышленных масштабах наряду с добычей из древесины указанных древесных пород и отходов с/х производств. Применяется в фармацевтической и пищевой промышленности, при производстве поверхностно-активных веществ, смол, лаков и т. п.

<sup>6</sup> Здесь описка. Латинское название анфельции — *Ahnfeltia plicata*. В дальнейшем П. А. Флоренский пишет именно так.

# Подписано соглашение Россия — ЦЕРН

И. Н. Арутюнян  
Москва

**Р**ОССИЯ стала правопреемницей СССР в отношениях с Европейской организацией ядерных исследований (ЦЕРН, Женева).

30 октября 1993 г. в стенах Института физики высоких энергий (ИФВЭ, Протвино) состоялась заседание Комитета Россия — ЦЕРН, кульминацией которого стало подписание первого соглашения о сотрудничестве между Российской Федерацией и ЦЕРНом. Документ был скреплен подписями министра науки и технической политики РФ Б. Г. Салтыкова и генерального директора ЦЕРНа К. Руббиа. Эта молниеносная, но от этого не менее торжественная процедура стала, по словам Б. Г. Салтыкова, «венцом полуторагодичной напряженной работы». Правда, журналистов, присутствующих при акте подписания, не посвятили в суть конкретных проблем, которые решались в течение этих полутора лет. Равно как остались неясными механизмы осуществления самого соглашения и его финансовые основы.

Жизнь безусловно ответит на эти стандартные журналистские вопросы. А пока остается уповать на чувство глубокого удовлетворения, которым были пронизаны короткие речи Б. Г. Салтыкова и К. Руббиа, произнесенные по этому поводу. К. Руббиа: «Это важное соглашение... Оно выгодно для нас и, надеюсь, для вас».

Б. Г. Салтыков: «Одна из причин такого акта — чисто формальная. СССР уже не существует, но, слава Богу, есть Россия. За два года после под-

писания предыдущего соглашения (между СССР и ЦЕРНом.— И. А.) изменилось многое. Но мы по-прежнему считаем это направление исследований (физику высоких энергий.— И. А.) одним из самых основных».

Собственно, основанием для оптимизма (в размерах, причисляющих нашему времени) с успехом может служить вся предыдущая история отношений с ЦЕРНом. Начало им было положено в 1957 г., когда М. Данышем из Польши, тогдашним вице-директором ОИЯИ, и Дж. Беккером, генеральным директором ЦЕРНа, были начаты переговоры о возможном сотрудничестве между этими международными центрами (В ту пору дубненский синхрофазотрон на энергию 10 ГэВ лидировал среди ускорительных установок мира; лишь в 1959 г. был введен в строй протонный синхротрон PS ( $E=26$  ГэВ) в ЦЕРНе, а через год AGS ( $E=30$  ГэВ) в Брукхейвенской национальной лаборатории, США.)

В 1960 г. было подписано официальное соглашение, предусматривающее широкое развитие научных связей между ЦЕРНом и СССР, с обменом документальной информацией и взаимными визитами ученых, и были учреждены рабочие группы.

Следующий важный шаг был сделан, когда Советский Союз решил построить (и построил) самый большой в мире протонный ускоритель ( $E=76$  ГэВ) в новом институте ИФВЭ близ Серпухова. В соответствии с соглашением 1967 г., достигнутым между ЦЕРНом и Государственным комитетом по атомной энергии, ЦЕРН разработал специализированное обо-

рудование для нового советского ускорителя (систему быстрого ввода пучка). В ответ на это ученым ЦЕРНа и его странам-участницам было предоставлено право участвовать в экспериментальной программе ИФВЭ.

Соглашение 1967 г. повлекло за собой целую серию совместных экспериментов на Серпуховском ускорителе и установках ЦЕРНа. В настоящее время многочисленный контингент российских ученых участвует в экспериментах на детекторах DELPHI и L3 на крупнейшей ускорительной установке ЦЕРНа — электрон-позитронном коллайдере LEP.

Судя по всему, Россия в лице ее крупных научных центров по физике частиц вкуче с соответствующими промышленными структурами намерена внести значительный вклад в сооружение планируемого в ЦЕРНе сверхпроводящего адронного коллайдера LHC с энергией 8 ТэВ в каждом пучке.

В 1988 г. СССР получил статус наблюдателя в ЦЕРНе, позволяющий принимать полноценное участие в обсуждении (но не в принятии решений) научной политики ЦЕРНа. Соглашение, подписанное и вступившее в силу 30 октября 1993 г., рассчитано на трехлетний срок и, как утверждается в розданном журналистам пресс-бюллетене, «ставит возможной конечной целью вступление России в ЦЕРН в качестве полноправного члена».

На подписании присутствовали руководители традиционных партнеров ЦЕРНа — ИФВЭ, ОИЯИ, ИТЭФа и ИЯИ РАН.

# География экологических ситуаций

## Интервью с Б. И. Кочуровым

За последние годы в России и других странах СНГ экологическая ситуация, несмотря на спад производства, ухудшилась. Из-за того, что чаще всего превалирует сиюминутная выгода, традиционные связи между бывшими республиками бывшего СССР оборвались, а кое-где идет настоящая война, и без того недостаточная природоохранная деятельность ослабевает. Угрожающих размеров достигли загрязнение атмосферного воздуха и почв автомобильным транспортом (в городах оно составляет две трети всех выбросов в воздух), радиоактивное заражение, насыщение поверхностных и подземных вод хлорорганическими соединениями и тяжелыми металлами, эрозия и деградация почв, сведение лесов. В связи с этим растет заболеваемость населения, увеличивается социальная напряженность.

Исследования экологической ситуации на территории бывшего СССР начались еще в середине 70-х годов, а в конце 80-х в лаборатории рационального природопользования Института географии РАН была создана карта наиболее острых экологических ситуаций масштаба 1:8 000 000. «Природа» была первым научно-популярным изданием, опубликовавшим ее журнальный вариант. Сегодня работы по экологическому картированию в лаборатории продолжаются. Наш корреспондент М. Ю. Зубрева беседует с руководителем проекта по экологическому картографированию этой лаборатории Б. И. Кочуровым.



Борис Иванович Кочуров, кандидат географических наук, заместитель заведующего лабораторией рационального природопользования Института географии РАН. Специалист в области ландшафтоведения, охраны и рационального использования природных ресурсов, экологического картографирования, географического прогнозирования. В «Природе» опубликовал статью «На пути к созданию экологической карты СССР» (1989, № 8).

— Ваша лаборатория, несмотря на недостаточное финансирование академической науки в России, по моим наблюдениям, пользуется популярностью: у вас всегда людно, полно заказчиков. Выходит, экологическое картирование кому-то нужно. Несколько лет прошло после публикации вашей карты в «Природе» [кстати, ее оригинал позаимствовали коллеги из «Прогресса», да так и не вернули], и вашей статьи «На пути к созданию экологической карты СССР», СССР уже не существует, экологических проблем у бывших союзных республик не убавилось. А как они «ложатся» на карты!

— Сначала мы шли путем детализации, более глубокого изучения экологических проблем на территории бывшего СССР, соответственно, уточнялась и дополнялась карта. Параллельно начались работы по составлению карт для отдельных регионов бывшего Союза. Так, была сделана карта экологической ситуации Украины, а также серия карт для севера России в масштабе 1:2 500 000, ряд карт отдельных областей — Харьковской на Украине, Кировской, Амурской в России. Несколько карт относятся к небольшим по размерам промышленным территориям — например, Новотроицка в Оренбургской области, где находится крупный Орско-Халиловский металлургический комбинат, карты

нескольких городов и районов. Совсем недавно были опубликованы карты экологических ситуаций Московской и Калининградской областей, в подготовке которых мы также принимали участие. Они сейчас пользуются большим спросом.

— **Значит, ваша лаборатория работает в кооперации с другими коллективами!**

— Да, мы связаны с различными группами, занимающимися экологическим картографированием. Делается это в основном через наши методические подходы, концепцию картографирования. Наша методика, после публикации ее основ, вызвала интерес специалистов не только в России, но и за рубежом. Первыми на нее обратили внимание американцы из некоторых университетов и Национальной ассоциации американских географов. С нашими картами знакомился известный американский географ Г. Уайт и, достаточно высоко их оценив, дал несколько методических советов. И мы их постарались учесть и своими силами на основе литературных данных сделали карту экологической ситуации Северной Америки в масштабе 1:7 500 000. Последняя карта, над которой мы работали вместе с сотрудниками Института географии Китайской академии наук в Пекине, охватила всю территорию Китая. Она сейчас подготовлена к изданию и выйдет на китайском и английском языках. Вместе с китайскими коллегами мы сейчас работаем над картами экологических ситуаций отдельных районов Китая — провинций, крупных промышленных зон и городов. Ждем в конце года китайскую делегацию, которая прибывает для согласования программы крупномасштабного экологического картографирования территории Китая.

— **У вашей лаборатории, судя по всему, широкие связи, и сразу возникает вопрос, каков штат сотрудников, занимающихся экологическим картографированием, сколько нужно средств, чтобы ваши работы развивались!**

— Когда мы начинали, нас было пятеро, сейчас в группе около 20 географов разных специальностей, и в том числе, конечно, картографы, специалисты по применению космических снимков в картографировании. Недавно мы сами сделали компьютерный вариант экологической карты бывшего Союза и можем теперь передавать заинтересованным лицам и организациям не только «видеокарты», но и дискеты. Привлекаем мы и специалистов другого профиля, например медиков, гигиенистов, созда-

вая временные творческие коллективы для работы над той или иной картой.

Первое время с финансированием такого рода работ было очень трудно. Но потом к нашим картам проявил интерес Комитет по экологии (сейчас это Министерство охраны природы Российской Федерации), который в виде проектов предлагает нам создание той или иной экологической карты. В частности, в прошлом году мы сделали по такому проекту карту «Районирование территории России по экологической напряженности». Кроме того, министерство дало средства для нескольких работ регионального характера. В настоящее время нас финансирует и Министерство науки и технической политики Российской Федерации. В прошлом году под «районирование» мы получили 1,5 млн. рублей. Этих средств хватило, чтобы собрать материалы, проанализировать их и положить на карту. В этой работе кроме нашей группы приняли участие еще несколько организаций — Московский государственный университет, Институт экологии человека им. Сытина, научно-производственное объединение «Тайфун» (в него входит Институт экспериментальной метеорологии). Кроме того, ряд работ выполняется по договорам. Как правило, они заключаются с областными или республиканскими комитетами по охране природы. В таких случаях никак не поспеть за инфляцией к концу срока выполнения работы — карты экологической ситуации: выделенные под нее средства настолько обесцениваются, что заканчиваем ее либо за счет института, либо «за так».

— **Но ведь зарплата в академических институтах, как известно, мизерная, что же заставляет народ не разбегаться, не искать высокооплачиваемой работы!**

— Причин тому, пожалуй, две. Прежде всего, заинтересованность самой темой исследования — она сейчас сверхактуальна; во-вторых, всегда интересно учиться, а нам постоянно приходится осваивать что-то новое при разработке новых карт — старых знаний не хватает.

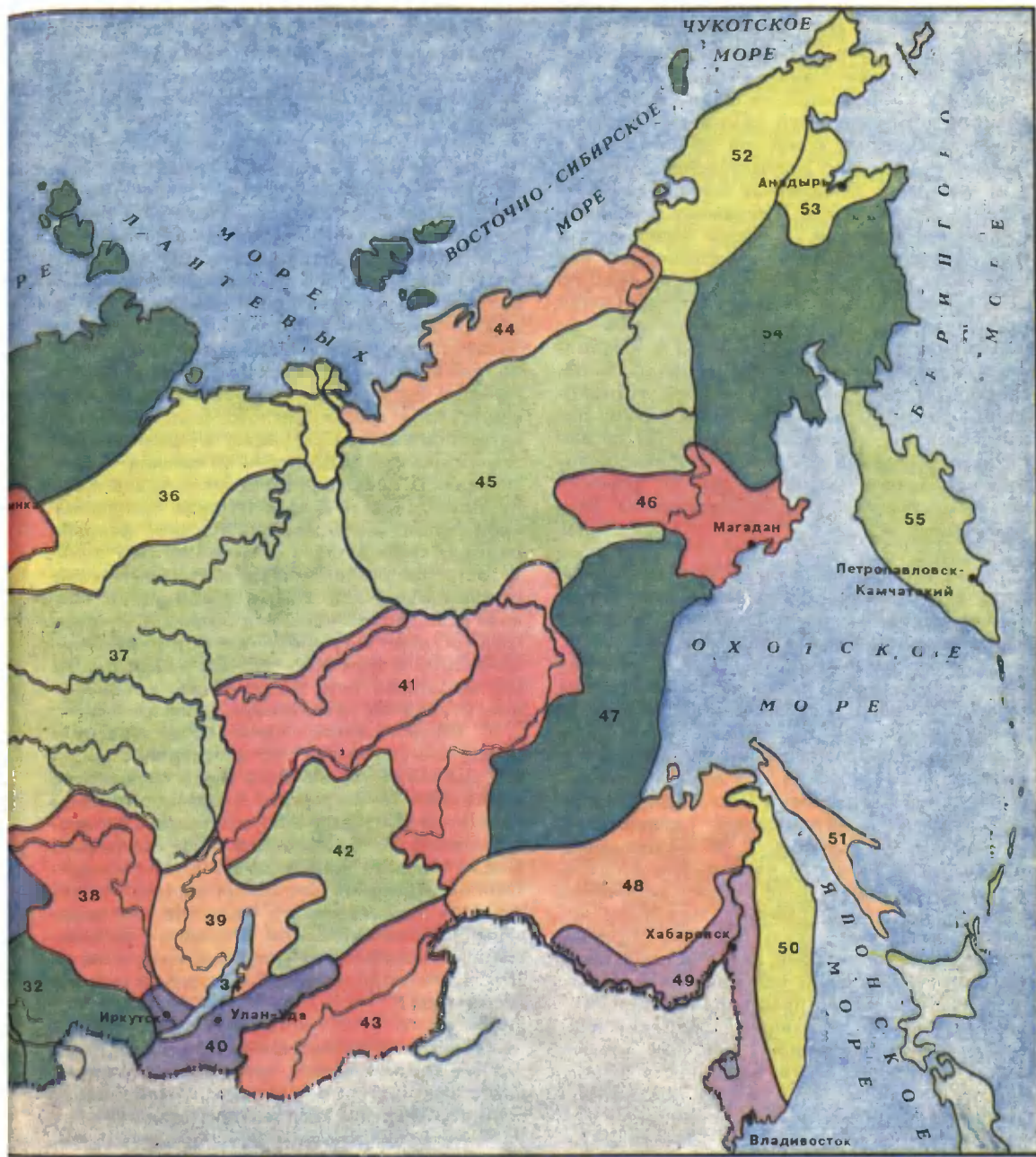
— **Вы часто обращаете внимание на новизну вашей методики. В чем ее суть и чем она отличается от других!**

— Наша методика позволяет дать интегральную, комплексную оценку природоохранных проблем или экологической ситуации на той или иной территории. В связи с негативным изменением природы под давлением хозяйственной деятельности, причем с постоянным ее ухудшением, изучать в от-



Экологическая напряженность на территории России. Схема сделана на основе карты масштаба 1:8 000 000, разработанной коллективом сотрудников лаборатории проблем природопользования Института географии РАН. Цифрами обозначены районы: 1 — Западно-Кольский, 2 — Восточно-Кольский, 3 — Карельский, 4 — Приладожский, 5 — Онего-Валдайский, 6 — Северо-Двинский, 7 — Мезенско-Печорский, 8 — Новоземельский, 9 — Полярно-Уральский, 10 — Среднерусский, 11 — Центрально-Европейский, 12 — Унженский, 13 — Пинежский, 14 — Вычегодский, 15 — Северо-Уральский, 16 — Окско-Донской, 17 — Поволжский, 18 — Приуральский, 19 — Центрально-Уральский, 20 — Южно-Уральский, 21 — Южно-Русский, 22 — Прикаспийский, 23 — Северо-





Кавказский, 24 — Зауральский, 25 — Ямало-Тазовский, 26 — Западно-Сибирский, 27 — Приенисейский, 28 — Прииртышский, 29 — Предалтайский, 30 — Предсаянский, 31 — Горно-Алтайский, 32 — Горно-Саянский, 33 — Тувинский, 34 — Таймырский, 35 — Норильский, 36 — Северо-Сибирский, 37 — Среднесибирский, 38 — Ангарский, 39 — Северо-Байкальский, 40 — Южно-Байкальский, 41 — Центрально-Якутский, 42 — Витимский, 43 — Забайкальский, 44 — Яно-Индигирский, 45 — Верхояно-Колымский, 46 — Магаданский, 47 — Джугджурский, 48 — Примурский, 49 — Амуро-Уссурийский, 50 — Сихота-Алиньский, 51 — Сахалинский, 52 — Чукотский, 53 — Анадырский, 54 — Колымо-Корякский, 55 — Курило-Камчатский, 56 — Калининградский.

дельности, например, загрязнение воздуха, вод, почв, как это делалось в основном раньше, без учета вызывающих эти процессы причин (воздействий), а также их последствий, как нам кажется, не слишком продуктивно, чтобы как-то это изменить в лучшую сторону. Поэтому основной объект нашего изучения — именно экологическая ситуация, т. е. комплекс постоянных причин (воздействий), обстоятельств (случайных причин) и изменений природы, которые возникают и формируются на данной территории. Вот если взять загрязнение — оно же не само по себе проявляется, а связано с определенной производственной технологией — промышленной или сельскохозяйственной — как правило, экологически опасной, неприемлемой. Люди, которые пользуются этой технологией, уже испытали на себе вредные последствия такого производства. Тут и выстраивается целый комплекс проблем, которые невозможно отделить друг от друга, — производственных, медико-санитарных, экономических и др.

— Но поскольку на карту нужно положить определенную экологическую ситуацию, необходимо что-то выделить, провести ранжирование. Как это делается?

— После диагностики, т. е. выявления всех причин данной ситуации, мы выделяем главную причину и главное следствие ухудшения природной обстановки. Если из-за промышленного загрязнения создались неблагоприятные условия для проживания населения и его здоровья (что подкрепляется данными медицинской статистики), то именно эта причина, т. е. загрязнение, показывается на карте как приоритетная — это можно сделать с помощью различных приемов картографирования, например индексов, диаграмм и т. п. В России, правда, пока больше территорий, где непосредственного урона здоровью человека не наносится — но часто земли превращаются в пустоши при вырубке громадных площадей лесных массивов на продажу или под добычу сырья. Тогда на карте выделяется ареал, где на первое место ставится обезлесение или нарушение земель, ведущие к потере ресурсного потенциала. Приоритетными на карте могут быть источники водных ресурсов или плодородия почв, потеря биологической продуктивности.

— А не получается ли иногда, что неблагоприятная экологическая обстановка может стать источником выколачивания средств для некоторых местных начальников. Например, какой-то регион неправомерно объяв-

ляется зоной экологического бедствия, туда направляются средства, в то время как они нужнее другому району. Учитывается ли в природоохранном законодательстве России ваша классификация остроты экологических ситуаций?

— В законе «Об охране окружающей природной среды» (раздел VIII, статьи 58, 59) выделены «участки чрезвычайной экологической ситуации» и «зоны экологического бедствия». Однако первыми объявляются, как правило, территории, в которых неблагоприятная ситуация возникает из-за природных катастроф — допустим, наводнений или землетрясений, а вторыми те, где причина неблагополучия антропогенного, техногенного характера. В нашей же классификации зона экологического бедствия — это катастрофическая ситуация, а чрезвычайная экологическая ситуация — кризисная и критическая. Как правило, провести грань между природной и антропогенной причинами неблагополучия довольно трудно, человек нередко способствует стихии. Поэтому оценка остроты экологических ситуаций должна основываться, как я уже говорил, на анализе всех экологических проблем. Кроме самых острых ситуаций — катастрофической, кризисной и критической — на наших картах мы выделяем еще напряжение, конфликтные и условно удовлетворительные.

Когда появился закон об охране природы, мы соотнесли его категории с нашими оценками. Эта работа была сделана по инициативе Министерства охраны природы и советника президента по экологии и здравоохранению А. В. Яблокова. Был сделан, по моему мнению, неплохой документ по критериям отнесения тех или иных территорий к зонам экологического бедствия или чрезвычайной экологической ситуации. С его помощью проверяются теперь оценки с мест. Для этого подключается и государственная экспертиза.

— Ваша последняя крупномасштабная оценка экологической ситуации в стране — карта районирования экологической напряженности России. Как она создавалась?

— В ее основе — все карты экологических ситуаций, сделанные в разное время. Экологическая напряженность на карте определяется по соотношению площадей ареалов с различной остротой ситуации в пределах районов без учета радиационного загрязнения. Таких районов на карте выделено 56. Их границы совпадают либо с природно-ландшафтными рубежами, либо с границами территориально-производственных

комплексов. На карте территория России закрашена тремя цветами по принципу светофора — зеленый, желтый, красный, однако в каждом цвете — несколько тонов, рангов — их семь. Зеленые тона означают низкую экологическую напряженность, желтые — среднюю, красные — высокую. В первой группе преобладают площади, где территория еще относительно чиста. Это в основном север Сибири и северо-восток страны. Во второй — соотношение чистых и загрязненных территорий приблизительно равно. Наиболее экологически напряжены и соответственно закрашены в красные тона — Западно-Кольский, Центрально-Европейский, Поволжский, Прикаспийский, Уральский, Предсаянский (Кузбасс), Южно-Байкальский (Иркутск, Черемхово), Амуро-Уссурийский (Хабаровск, Благовещенск, Владивосток).

Выделенные на карте районы дают возможность принимать какие-то решения уже не на уровне одного, даже крупного, предприятия, а на уровне более крупных территориальных единиц, т. е. создать концепцию развития территории и ее выхода из неблагоприятной экологической ситуации. Раньше как было: поставили на завод какую-то новую технологию — и уменьшили количество выбросов в атмосферу. А рядом по-прежнему грязнят десятки таких же заводов, и ничего по сути не меняется. Возьмем, например, такой крупный регион, как бассейн Волги. Если будут решены экологические проблемы Нижнего Новгорода, а ситуация в Самаре, Волгограде, Астрахани останется неизменной — ничего хорошего ждать не придется, общая экологическая ситуация региона мало изменится. Значит, необходимо объединить усилия целому ряду приволжских областей и республик. То же самое с отдельными областями Урала. Здесь в некоторых местах создалась невыносимая ситуация, и в первую очередь для людей — заболеваемость очень высокая. Загублена и природа этого красивейшего региона России. Не лучше ситуация в Центральной России. На карте хорошо видно, что регион находится в аварийной ситуации. Здесь экологическая обстановка складывается под влиянием крупных промышленных центров, и прежде всего московской агломерации, интенсивного сельского хозяйства в пригородах, высокой плотности населения и высокой плотности застройки. А основные последствия для природы — истощение и загрязнение поверхностных и грунтовых вод, загрязнение возду-

ха и почв, токсикологическое и радиоактивное заражение, деградация лесов. Не лучше и со здоровьем населения. Естественно, что и здесь эти проблемы нужно решать комплексно, объединенными усилиями.

**— Обнаружилось понимание общности экологических проблем хотя бы на уровне Московской и прилегающей к ней областям!**

— Сближение интересов произошло, пожалуй, лишь при определении таких мест, где ситуация с экологией катастрофическая. Но практических действий пока не видно. Кстати сказать, часто складывается парадоксальная ситуация со средствами, которые должны были бы идти на природоохранные мероприятия. Областные комитеты по охране природы взыскивают с предприятий крупные штрафы, например, за выбросы загрязняющих веществ в воздух или в воду, а распоряжаются этими средствами местные парламенты — Советы депутатов, тратящие деньги совсем на другие цели.

Нам же, занимаясь экологическим картографированием, приходится фиксировать увеличение площадей с неблагоприятной экологической обстановкой. Вот и на нашей карте «Районирование по экологической напряженности» около 40 % территории России относится к высокому и среднему рангам напряженности, однако больше 50 % территории нашей огромной федерации не так уж плохи с точки зрения экологии. Значит, надежда на лучшее будущее все же остается.

**— Вы сделали более десятка экологических карт, разработали новую методику оценки экологической ситуации. По-видимому, можно уже говорить о том, что сформировалась новая ветвь географии — география экологических ситуаций.**

— Нам кажется, что это направление перспективно. Экологические карты, сделанные в нашей лаборатории и в других научно-исследовательских коллективах, уже сейчас можно использовать для принятия необходимых мер для стабилизации экологической обстановки, целесообразного освоения территорий и ресурсов, разумного размещения промышленных и сельскохозяйственных объектов. Правда, необходимое условие для выполнения этих задач — стабилизация экономической и политической жизни в стране.

## Выдра

В. Е. Сидорович,  
кандидат биологических наук  
Институт зоологии АН Беларуси  
Минск



**Э**ТОТ пушной зверь с ценным мехом всегда был и остается промысловым животным. Если регулируемый лицензиями промысел ведется так, чтобы не подорвать численность животных, то браконьером движет отнюдь не эта забота. Тем не менее пагубнее всего на воспроизводстве любого вида сказываются изменения среды его обитания. Так и с выдрой. Человек превращает малые реки в подобие каналов, осушает долины и разрушает своей деятельностью речные берега, а стало быть, лишает выдру необходимых жизненных условий. Неудивительно, что этот широко распространенный вид стал малочислен (хотя не настолько, чтобы попасть на страницы Красной книги), и охота на него сейчас ограничена. К счастью, оказавшись в заботу о выдре, можно несколько увеличить ее нынешнее количество во многих частях обширного ареала: это полуводное живот-

ное охотно расселяется по искусственным водоемам — каналам, водохранилищам, прудам, если находит в них корм, а по берегам — убежища.

Разводить ли животных в питомниках, способствовать ли охране природных популяций — везде нужны знания биологических и экологических особенностей любого вида. Изучением выдры, животного осторожного и скрытного, я занимаюсь много лет. Из результатов моих наблюдений вытекает довольно приятный вывод в отношении будущей судьбы этого животного.

Выдра, или порешня (*Lutra lutra*), — хищное млекопитающее из семейства куньих, единственный вид рода выдр на территории бывшего СССР. Гибкое вытянутое тело (длина особей белорусских популяций от 66 до 117 см, масса может достигать 12 кг) покрыто жесткой, высокой, средней густоты шерстью и мягким, низким и очень густым подшерстком. Спина и бока темно-коричневые (реже коричневые), брюхо, шея

и голова светлее — с примесью желтоватого и белесого. Это типичное место обитания выдры в Беларуси.

Здесь и далее фото автора

и голова светлее — с примесью желтоватого и белесого.

Этот средних размеров зверь с длинным туловищем на коротких ногах на суше кажется неуклюжим: ни шаг, ни галоп, ни карьер, которым он то передвигается не спеша, то торопится к воде, то спасается от опасности, не отличаются изяществом. Но как совершенна пластика в воде! Обтекаемое гибкое тело, плавательные перепонки между пальцами, подвижный сильный хвост, плотный непромокаемый волосяной покров, клапаны в слуховых проходах и ноздрях, смыкающиеся при нырянии, — все приспособлено к жизни в воде. Нырнув, выдра может находиться под водой 2—4 минуты.

Высокая маневренность, сильные скулы и челюсти, снабженные острыми и относительно длинными клыками, передние конечности с подвижными

суставами и острыми, цепкими когтями обеспечивают ей удачную охоту на сравнительно небольших животных. Охотится выдра в вечерне- и утренне-ночные часы и на добычу корма (при суточной потребности в нем около 1 кг) тратит 2—3 часа в сутки.

Главная добыча — рыба: в меню обитательницы озер и рек она составляет 50—80 % (в среднем за год), а иногда и 95—99 %. За время наблюдений за этой хищницей в Беларуси я насчитал в рационе 29 видов рыб. Чаще всего в ее лапах и зубах оказываются плотва, окунь, щука, в некоторых водоемах еще и карась с вьюном. Добыча массой 150—500 г — обычна, килограммовую жертву выдре редко удается поймать. Она охотно лакомится речными раками, не брезгует лягушками (часто их доля в рационе доходит до 14—40 %), случается, поедает водных насекомых, водоплавающих птиц, ондатру и обитающих по берегам полевков.

На щуку, налима, форель выдра нападает внезапно, стайных рыб обычно преследует. Лягушек, тритонов, жаб и других земноводных просто «собирает». Мелкую добычу она съедает

прямо на воде, а крупную вытаскивает на берег или забирается для трапезы на ствол упавшего в воду дерева.

Если летом у выдры нет особых проблем с добыванием пищи, то зимой, когда реки и озера скованы льдом, ей приходится отыскивать незамерзающие быстрины, проломы во льду, выходы из бобровых нор. Озера, особенно в холодные зимы, как правило, сплошь покрыты льдом, поэтому тяжелый зимний период она переживает в реках, где всегда найдется доступ к открытой воде. Зато, когда водоемы освобождаются ото льда, выдра устремляется туда, где больше корма и убежищ. Река и в это время — лучшее место для охоты на рыбу. Поэтому основная часть популяций выдры всегда сосредоточена именно на реках. В Беларуси, например, 5—16 % каждой популяции обитает на больших реках, 12—29 % — на средних, а на малых с естественным руслом — от 48 до 81 %. Очевидно, что охрана рек — это необходимое условие сохранения и выдры.

Плотность населения этой хищницы в реках весьма изменчива (от одного до пяти зверьков на 10 км водотока), так как зависит от конкретных условий обитания и интенсив-

ности добычи ее человеком. Конечно, больше всего ее бывает в реках охраняемых территорий — заповедников, биологических и охотничьих заказников. Здесь она заселяет все пригодные водоемы. Однако там, где охранный контроль не столь строг, часто бывает, что в реках условия подходящие, но выдру не встретишь — ее истребили браконьеры.

Увеличению плотности выдры на реках способствуют их полноводность, извилистость русла, быстрое течение, многообразие береговых структур (значительное количество участков с высокими крутыми берегами, поросшими лесом и кустарником), многочисленность пойменных водоемов и бобровых поселений.

Найдя участок реки с подходящими кормовыми и защитными условиями, выдра занимает его и стремится сохранить в индивидуальном пользовании. Обычно это 3—8 км речного русла и прилегающие пойменные водоемы.

Живут выдры одиночно или семьями из взрослой самки и выводка (до годовалого-полугодовалого возраста), взрослых самец бывает в редких семьях. Свои индивидуальные или семейные владения выдры тщательно охраняют, маркируя их границы, а также убежища,

Выдра вынырнула из убежища.





На берег — обсохнуть и отдохнуть.  
Фото В. Е. Сугойдя

норы и основные места добычи корма экскрементами, мочой и выделениями прианальных желез. Эти метки они оставляют на хорошо заметных, чем-то выделяющихся местах — упавших в воду деревьях, больших камнях, краях песчаных кос, береговых выступах и т. д. В местах постоянной маркировки образуются «уборные» — пожалуй, главные пограничные метки территории. Защищают ее выдры мирно, мне не приходилось видеть драк при встрече соседей. Выполнив ритуал обноживания друг друга и оставив на грунте порции мочи и секрета прианальных желез, они расходятся.

Место обитания выдры нетрудно обнаружить по следам, остаткам корма, экскрементам, тропам, лежкам и норам. Следы ее своеобразны, по ним многое можно «прочитать»: двигалась выдра шагом, галопом или карьером, какого была возраста (по длине отпечатка задней лапы) и пола (по относительному расположению следов задних лап и экскремента).

На излуцинах реки и крат-

чайших переходах к пойменному озеру обычно заметны хорошо набитые тропы. В зарослях растительности, там, где грунт сравнительно сухой и хорошо впитывает воду, можно обнаружить лежку. В теплое время года выдра обычно разгребает подстилку, а в холодное — наоборот, делает ее из сухой травы.

На высоких крутых берегах (и голых, и заснеженных) выдра оставляет утопанные спуски, особенно хорошо видимые, если у самки есть выводок. По таким спускам выдра соскальзывает на брюхе. Это «катание с гор», видимо, не только ради забавы и облегчения передвижения. Так, вероятно, выдра отжимает воду из меха.

Убежища, где выдра отдыхает и прячется при опасности, обнаружить, как и лежки, труднее. Обычно они приурочены к более кормным местам в водоеме, и на индивидуальном участке их насчитывается от 10 до 30 штук. В Беларуси убежищами служат в основном заброшенные или редко используемые бобрами хатки и норы и расширенные самой выдрой прикорневые вымоины. Вход в убежище может

быть и из воды, и с берега, основная камера выстилается сухой травой. Выводковое убежище, где самка рождает и выращивает детенышей, представляет собой небольшую камеру, расположенную выше паводкового уровня воды с одним-тремя выходами на сушу. Таким домом тоже часто служат нежилые бобровые хатки.

О бобрах здесь стоит сказать особо, ибо их строительная деятельность сильно облегчает жизнь выдры, а на некоторых мелиоративных каналах, маловодных малых реках и ручьях именно бобры обеспечивают ей хотя бы минимум необходимых условий. Своими собственными усилиями выдра строит себе жилище неохотно (ее передние конечности плохо приспособлены для рытья) и пользуется тем, что за ненадобностью оставляет сосед бобр. Кроме того, она использует незамерзающий зимой подводный ход из бобровых кормовых убежищ и жилищ, чтобы поохотиться в это трудное время года. Бобровые пруды тоже «на руку» выдре — в них рыбы, да и других кормов больше, чем в самом водотоке. У бобровой плотины, отгораживающей пруд, почти всегда есть доступ

к воде во время ледостава. Так что соседство с бобрами очень выгодно выдре.

Несмотря на охрану индивидуальной или семейной территории, участки обитания часто перераспределяются, так как с течением времени меняется иерархический ранг животных. Самки — беременные или уже с выводком — занимают высшее положение в иерархии популяции, им принадлежат и лучшие места. Рангом ниже стоят взрослые самцы и непокрытые взрослые самки: у них условия похуже. У подножия этой небольшой пирамиды находятся молодые, еще неполовозрелые звери из распавшихся выводков. Этим приходится быть «первопроходцами» — расселяться по необжитым участкам, где и корма, и укрытий меньше, чем на уже занятых другими.

Недалекие сезонные миграции выдры связаны с ледоставом и вскрытием водоемов: когда озера, водохранилища, пруды покрываются льдом, животные направляются к рекам, а весной возвращаются обратно.

«Охота к перемене мест» одолевает выдру и во время гона, а он может проходить и в феврале—марте, и в августе—сентябре.

О размножении выдры, животного вообще скрытного, зоологи знают не все, но многое. Половой зрелости эти животные достигают на третьем году жизни. Когда у самки начинается течка, самцы принимают за ней, иногда несколько «кавалеров» сразу. Устраиваются продолжительные игры с характерным посяствиванием и верещанием, возникают и драки. Победивший — сильнейший из соперников — остается с самкой, остальные покидают ее владения. Спариваются животные в воде или на суше. После пяти-семи брачных суток самка становится агрессивной, и самцу в большинстве случаев приходится снова вести холостую жизнь.

Сколько длится беременность, точно не известно, но ясно, что несколько месяцев. Детеныши рождаются в апреле—мае и октябре—ноябре (но могут и в любое другое время). Это, однако, не означает, по



После подледной охоты.

крайней мере в Беларуси, что у выдры бывает два выводка в год, скорее всего, самка приносит потомство не чаще раза в два года из-за нарушения популяционной структуры и других причин.

Новорожденные щенки, которых бывает один—четыре (чаще два—три), покрыты короткой мягкой шерстью серо-коричневого цвета, густой на спинке и боках и очень редкой на брюшке. Рождаются они сле-

пыми, беззубыми, с закрытыми слуховыми проходами. Масса новорожденных составляет 100—300 г, а через месяц увеличивается до 800—850. К этому времени шерсть становится коричневой, детеныши прозревают. Щенки сосут мать около двух месяцев, та после каждого кормления массирует им животики языком. С двухмесячного возраста выдрята начинают питаться принесенной матерью добычей. Нередко это еще живая рыба, которую они и съедают живьем или сами умерщвляют.



Новорожденный.



Следы маркировки территории на песчаном наносе.

Насытившись, щенки играют с остатками корма, отнимают его друг у друга. На третьем месяце жизни мать начинает учить их плавать: взяв зубами за шкурку, затаскивает щенка в воду, отпускает, снова подхватывает, ныряет вместе с ним. Всю школу жизни (обучение приемам добычи корма, выбора и устройства убежищ и жилищ, способам маркировки территории) щенки проходят с матерью, самец редко принимает участие в воспитании. Щенки тренируются физически в забавах и играх друг с другом и матерью. Для этого есть даже специальные игровые места — площадки наверху и у подножия берегового склона, навзвонные спуски с него.

Несмотря на раннее обучение приемам охоты, щенки даже в 8—10-месячном возрасте еще не могут долго обходиться без матери, и если она погибает от рук охотника, вскоре умирают от истощения и щенки. Кроме того, за ними охотятся волк (редко лиса), охотничьи и бродячие собаки, щенки погибают от болезней (в основном — чумы плотоядных), истощения при недостатке корма зимой.

В целом в Беларуси смертность щенков составляет 28—70 %. Семейно выдра живет не менее года, но и не более полутора, затем выводок распадается, молодежь начинает самостоятельную жизнь, став низшими членами в иерархии популяции.

Выдрин день далеко не весь проходит в неустанных трудах и охоте. На нее, как уже упоминалось, она тратит 2—3 часа, перемежая 10—25-минутную ловлю добычи 15—30-минутными перерывами на сушку и расчесывание шерсти, сон или бодрый отдых. Уход за шерстью отнимает у выдры почти столько же времени, как и охота — 1—2 часа в сутки. Это очень важная гигиеническая процедура: если шерсть намокнет и не будет высушена и расчесана, животное может простудиться (в неволе воспаление легких — нередкий диагноз). «Парикмахерская» обычно защищена от посторонних глаз, и в ней непременно имеется хорошо впитывающий воду субстрат, сухой и пористый. Большую часть суток выдра резвится в воде или на берегу, отдыхает и спит.

От структуры возрастной популяции зависит, как известно, воспроизводство. В нормальных белорусских популяциях выдры особи первого года жизни обычно составляют 27—

29 % всей численности, второго от 14 до 16, более старшие — 56—58 %. При такой структуре общая численность — примерно 12 тыс. особей. Исходя из жизненных требований вида и экологической емкости водоемов Беларуси, здесь можно было бы ожидать наличие 19 тыс. выдр. Из этого следует, что если усилить охрану этих животных и вести более рациональный промысел, численность их может увеличиться. Но таковы теоретические выкладки, действительность же несколько иная.

Природные ландшафты давно меняются из-за хозяйственной деятельности — появилось много искусственных водоемов (каналы осушительной мелиорации, водоподводящие, судоходные, каналы и карьеры торфяных разработок, крупные водохранилища, пруды разного назначения), радикально трансформировались реки и озера. Как все это сказывается на жизни выдры?

В Беларуси ее нередко можно встретить на всех искусственных водоемах. На одни из них выдра заходит поохотиться или забредает случайно в своих переходах, в некоторых живет весь год. Плотность населения выдры в таких водоемах обычно низкая из-за недостатка рыбы либо убежищ





На отдыхе в песчаной береговой нише.

или ограниченности доступа к воде зимой. Искусственные водоемы условно можно разделить на мало- и полноводные, отличаются они и необходимыми для выдры жизненными условиями. В первых мало кормов, но есть убежища (здесь поселяются бобры), а зимой — доступ к воде, во вторых — все наоборот. Поэтому на маловодных каналах выдры бывает немного, но круглый год, полноводных она избегает лишь зимой, когда они покрыты льдом. Естественно, что на каждом искусственном водоеме количество выдры разное, как, впрочем, и на реках. В последние несколько лет у нас стояли мягкие зимы, лед не полностью покрывал искусственные водоемы, и выдра стала жить возле них постоянно, без зимнего перерыва.

Из-за бедности мелиоративных водоемов (они относятся к числу маловодных) рыбными кормами для выдры ей приходится пополнять меню лягушками.

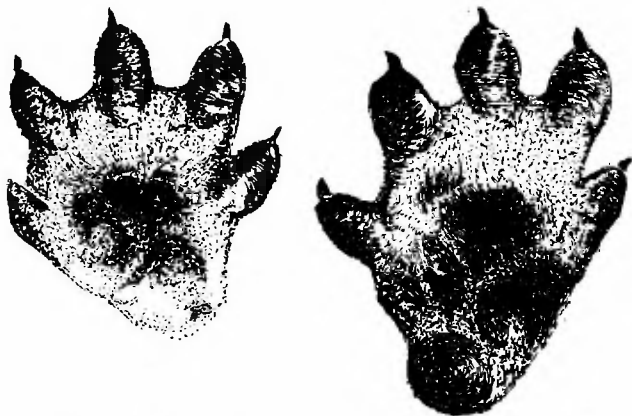
Основную часть убежищ для выдры на осушительных мелиоративных каналах составляют бобровые норы — до 82 %.

Кроме них днем она прячется в нишах под железобетонными мостиками, если эти места не слишком людные, а вымоинах под плитами, укрепляющими берега у шлюзов. Там, где бобровые поселения редки, выдра использует самые разные укрытия, имеющиеся возле крупных каналов, отдыхает на плавающих островах из растительности, наконец, просто на открытом месте, лишь бы не было людей.

Интересно, что состояние отдельных особей выдры и структура популяций, обитающих на искусственных и естественных водоемах, отличаются. Из-за недостатка корма в осушительных мелиоративных каналах масса и упитанность выдры меньше, чем в реках и озерах, зато на многих полноводных водоемах, особенно в рыбоводных прудах, — больше. Осваивают искусственные маловодные водоемы, как выяснилось, взрослые самцы (52 % против 38 в реках и озерах) и молодняк (32 % вместо обычных для естественных водоемов 8 %). Связано это с тем, что самки не находят достаточного количества надежных убежищ, где могли бы выводить щенков, и нужного для потомства корма, и только немногие заселяют такие места. Другое дело, полноводные водоемы: здесь всего в

достатке, но самка с детенышами обитает в них лишь в безледный период, зимой уходит к спасительным рекам.

Из сказанного ясно, что выдре не грозит гибель при изменении гидросети ландшафта, если, конечно, ее не истребят браконьеры и если вода не будет загрязнена (особенно опасны хлорорганические соединения и ионы тяжелых металлов; в некоторых европейских странах именно сильное загрязнение стало причиной резкого снижения численности выдры и даже ее исчезновения). Пищей она бывает обеспечена и в искусственных водоемах. И все же ей нужна человеческая помощь: надежных убежищ возле них не хватает, и если в береговую часть встроить искусственные (из дерева или керамики), это привлечет животных и будет способствовать увеличению численности. Такой прием практикуется в странах Западной Европы, чтобы сохранить выдру на искусственных водоемах. Эти искусственные убежища обеспечивают не только защиту, но и доступ к воде во время ледостава. Есть и другие способы улучшить жизненные условия для выдры в изменяющейся гидросети: искусственные небольшие островки с древесно-кустарниковой растительностью.



Отпечатки передней (слева) и задней лап выдры.

Следы на песке (слева) и припорошенном снегом льду.



на рыбоводных прудах и водохранилищах; деревянные постройки на естественных водотоках, чтобы образовались участки с бурлящей, незамерзающей зимой водой. Наконец, стоит пощадить малые реки, которые все время пытаются спрямить, не вырубать деревья и кустарники по берегам рек и озер (ведь существуют же охранные зоны!), не пасти возле них скот. Безусловно, что необходимо еще — прекратить браконьерство и вести лицензионный промысел, не подрывающий численность (не больше 15 %) и популяционную структуру выдры (в этом важно соблюсти природное соотношение числа самцов и самок в популяции), который к тому же должен иметь щадящий режим — так называемые центры воспроизводства популяций необходимо сделать заказниками.

Бытует мнение, что выдра опустошает рыбные запасы рек и озер, а теперь и рыбоводных прудов. По моим расчетам, ущерб не так уж и велик, к тому же он мог бы компенсироваться выплатами природоохранных фондов и доходами от лицензионного промысла.

Пушных зверей из одного с выдрой семейства куньих, как известно, специально разводят на зверофермах. Выдра хорошо приживается в неволе, легко привыкает к человеку, даже проявляет привязанность (особенно, если в неволю попадает щенком) к тому, кто за ней ухаживает. Но ей нужна обширная вольера, бассейн и полноценный рацион с большим количеством рыбы, много внимания и заботы. Этому доброму и забавному зверю любят содержать многие, но получить от выдры потомство в неволе — редкая удача. Поэтому ее и не разводят на зверофермах. К счастью, в этом нет особой необходимости, выдра уживается, как мы выяснили, и в перекроенных ландшафтах.

# Гидрогеологический прогноз землетрясений

Г. С. Вартанян, Дж. Д. Бредехоефт,  
Э. Роуэллоффс



Генрих Сенекеримович Вартанян, академик Академии естественных наук Российской Федерации, директор Всероссийского научно-исследовательского института гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО). Научные интересы включают региональную гидрогеологию, гидрогеосейсмологию, геоэкологию. Автор научного открытия, связанного с обнаружением гидрогеодеформационного поля — нового вида геофизического поля Земли.



Джон Даллас Бредехоефт, ведущий исследователь Геологической службы США, иностранный член Академии естественных наук Российской Федерации. Научные интересы связаны с исследованием физических процессов в подземной гидросфере, вызванных сменой напряженно-деформированного состояния геологической среды, а также с численными методами решения гидрогеологических задач и оценкой процессов миграции флюидов в глубоких артезианских бассейнах. Главный редактор журнала «Ground Water».



Эвелин Роуэллоффс, старший научный сотрудник Геологической службы США. Область научных интересов — гидрогеофизические процессы, обусловленные подготовкой и реализацией сейсмических и вулканических событий. В настоящее время ведет обширные исследования в районе вулкана Сент-Хелленс.

**Т**О, ЧТО подземная гидросфера реагирует на динамические нагрузки, известно давно. Еще в 1911 г. Б. Б. Голицын писал, что «скважины на воду» могут работать как чувствительные сейсмографы.

В настоящее время многие исследователи пытаются по поведению воды в отдельных скважинах прогнозировать грядущие сейсмические события. Однако задача эта не столь проста, как может показаться на первый взгляд.

Наибольших успехов в изучении возможности использовать гидрогеологические данные для быстрой регистрации тектонических напряжений, вызванных готовящимся землетрясением, добились в бывшем СССР и США. При этом научные программы обеих

стран базировались на принципиально различных подходах: в США отдавали предпочтение детальным полигонным измерениям, а в СССР основное внимание уделялось крупной региональным реконструкциям. И только в последнее время наметились пути сближения этих подходов.

## ПРОГНОСТИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В ПАРКФИЛДЕ

Начиная с середины 80-х годов Геологическая служба США проводит эксперимент по прогнозу землетрясений в Паркфилде — маленьком городке, расположенном вблизи разлома Сан-Андреас в Центральной Калифорнии. Здесь в пределах разлома имеются участки с различными темпами относительного перемещения его крыльев: от 3 см/год на севере до нулевых скоростей на юге.

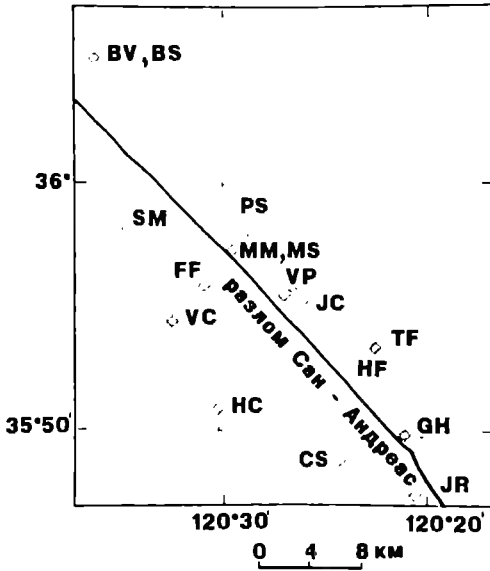


Схема расположения наблюдательных скважин в районе Паркфилда (Центральная Калифорния, США). Для приведенного на схеме отрезка разлома Сан-Андреас характерна повторяемость землетрясений с  $M > 6$  в среднем каждые 22 года. Здесь и на следующем рисунке б у к в а м и обозначены сокращенные названия скважин.

С середины прошлого века в районе Паркфилда было зарегистрировано пять землетрясений магнитудой  $M > 6$ , повторившихся в среднем каждые 22 года. Не удивительно, что именно здесь решено было поставить прогностический эксперимент. Одна из его целей — проверить, действительно, ли можно регистрировать напряжения, предшествующие мощным землетрясениям. Для этого эпицентральные области были оснащены чувствительными сенсорами напряжений.

Эксперимент в Паркфилде поистине уникален. Чтобы его провести, в окрестностях города была создана специальная сейсмическая сеть, развернуто большое число разнообразных тензочувствительных сетей. Пожалуй, нигде в мире нет столь высокой плотности приборов, предназначенных регистрировать напряжения в пределах тектонически активных областей.

Для регистрации напряжений установили лазерный геодиметр, а по обе стороны разлома Сан-Андреас разместили серию крипметров. Кроме того, была создана сеть из пяти скважинных дилатометров и сеть из 12 гидрогеологических скважин, используемых как объемные деформометры.

Гидрогеологические скважины, или, как их еще называют, скважины на воду, были пробурены в различных водоносных зонах.

Большинство скважин как к западу, так и к востоку от разлома вскрыли изолированные линзы песчаников, «запечатанных» в сланцах Монтерея. Вообще, обнаружить толщи с достаточно высокой проницаемостью, которые были бы пригодны для мониторинга, — сложная задача. Так, чтобы создать в рассматриваемом регионе существующую ныне наблюдательную сеть, пришлось пробурить около 30 скважин глубиной от 88 до 300 м.

Еще одна скважина, пробуренная ранее как нефтеразведочная, была затем расконсервирована с целью мониторинга. Расположена она к северо-западу от Паркфилда, примерно в километре от разлома, и к востоку от той зоны, где ждали образования нового сейсмогенного разрыва. Глубина скважины около 1500 м, причем в самой нижней ее части, в интервале 60 м ствол скважины открыт. Замеренный напор воды в скважине составляет 2700 м, что на 1200 м ( $1,2 \cdot 10^7$  Па) выше давления на земной поверхности.

Давление определяли с помощью двух кварцевых колебательных датчиков, высокая чувствительность которых позволяет регистрировать незначительные приливные вариации на фоне избыточного давления. Характерно, что в датчиках этого типа сигнал не сразу подается «на выход», а некоторое время накапливается (чувствительность датчика тем выше, чем длительнее интервал интегрирования).

Один из датчиков действует постоянно с интервалом измерения 10 с. Его задача — зарегистрировать быстрые изменения давления флюида во время ожидаемого Паркфилдского землетрясения.

В большинстве участвующих в эксперименте скважин уровень воды регистрируется с помощью погруженных в воду дифференциальных датчиков давления. Одновременно замеряют барометрическое давление и количество выпадающих осадков. Причем гидрогеологические данные фиксируют каждые 10—15 мин и передают в реальном масштабе времени через геостационарный спутник «ГОЭС» в западную штаб-квартиру Геологической службы США (г. Менло-Парк, штат Калифорния). Там поступающая информация сразу же обрабатывается.

Раз в месяц экспериментальные данные анализируют математически, путем их замены на гладкую функцию, полученную методом наименьших квадратов и представленную в виде ряда Фурье. Эта операция позволяет оценить значения приливного потенциала.

Такой «приливный анализ» применяют для калибровки скважин как объемных деформометров. Дело в том, что уровень воды в скважинах реагирует как на барометрические флуктуации, так и на солнечное и лунное гравитационное притяжение. Причем интенсивность солнечного гравитационного притяжения составляет примерно половину лунного. Таким образом, атмосфера оказывается подверженной сильному солнечному воздействию, которое особенно четко проявляется в суточном и полусуточном периодах.

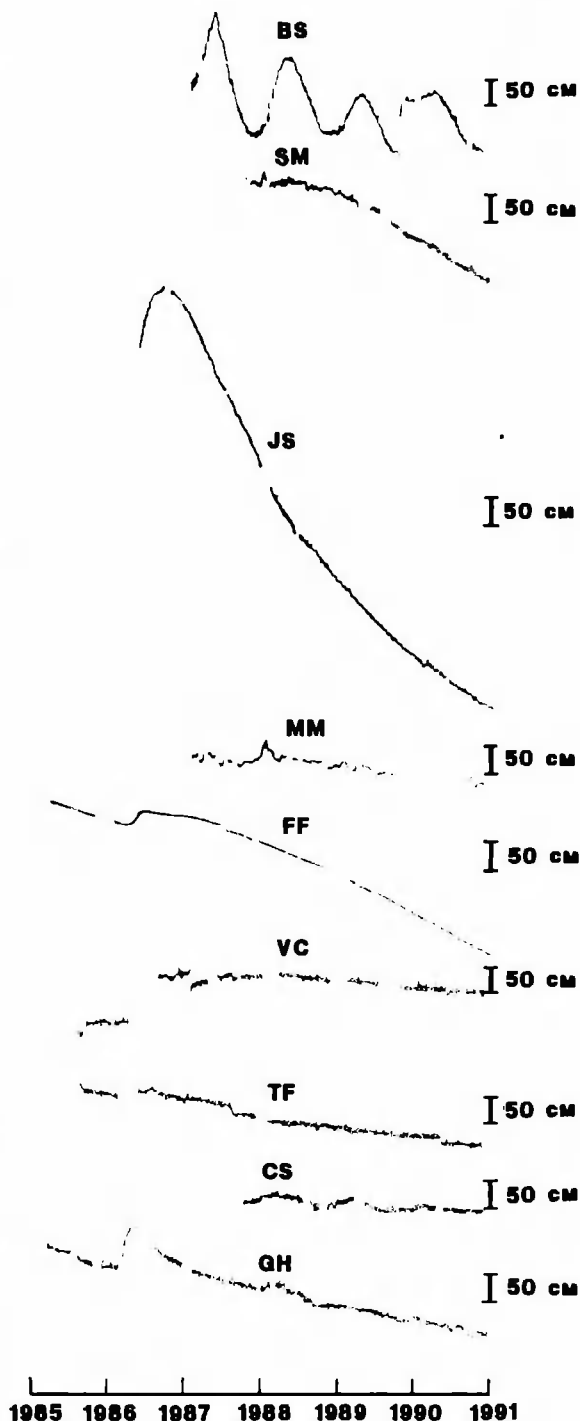
Солнечное воздействие на уровень воды сказывается через 12 и 24 ч соответственно. Оно имеет вид долгосрочных нестабильностей в амплитудных и фазовых связях, регистрируемых в указанное время. В противоположность этому лунные полусуточные приливные коэффициенты стабильны во времени. Причем полусуточный лунный эффект отличается наибольшей амплитудой.

В ходе эксперимента выяснилось, что приливное растяжение (объемная деформация), вызванное воздействием Луны, составляет примерно  $(1-2) \cdot 10^{-8}$ . Реакцию уровня воды в скважине на этот приливный компонент можно использовать как фактор связи интенсивности изменения уровня воды с объемной деформацией.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Эксперимент в Паркфилде позволил сравнить результаты наблюдений за уровнем воды в скважинах, работающих как измерители объемных деформаций, с данными, полученными при помощи других средств регистрации напряженно-деформированного состояния горных пород. Сенсором, сравнимым по чувствительности с гидрогеологической скважиной, является дилатометр, или измеритель объемных деформаций. Он состоит из некоторой емкости, заполненной жидкостью и вцементированной в специальную скважину. Если объем упомянутой емкости изменяется, жидкость выдавливается в соединенную с емкостью капиллярную трубку (или втягивается). Объем вытесненной жидкости и служит мерой деформации в какой-то конкретный промежуток времени. Скважинный дилатометр, как и сама скважина, хорошо реагирует на земные приливы.

С помощью датчиков давления, используемых в Паркфилде, уровень воды измеряется с точностью 0,3 мм. При типичной «чувствительности» скважины (реакции на деформационные изменения), составляющей 20 см при изменении объема на одну мил-



Вариации уровня подземных вод в различных скважинах Паркфилда с 1985 по 1991 г. Хотя для каждой скважины вариации различны, в многолетнем разрезе просматривается тенденция падения уровня.

лиардную долю, это обеспечивает разрешающую способность измерения деформации в две миллиардные доли.

Разрешающая способность скважинных дилатометров на 1—2 порядка ниже, а шумовой эффект при деформации таков, что деформационные изменения, составляющие менее нескольких миллиардных долей за время более 1 ч, могут не фиксироваться. Следовательно, гидрогеологические скважины и дилатометры сопоставимы по их реакции на объемную деформацию, развивающуюся в периоды от нескольких часов до нескольких дней.

При более высоких частотах гидрогеологическая скважина начинает функционировать как высокочастотный фильтр, и в этом случае реакция дилатометра становится лучше. Впрочем, искаженный высокой частотой сигнал скважины можно улучшить путем изоляции ее ствола от атмосферы ниже поверхности воды и только после этого замерить, на сколько изменилось давление флюида. В целом частотная реакция скважины определяется гидравлическим сопротивлением, которое зависит от проводимости водоносного горизонта и объема флюида в стволе.

Как бы то ни было, на протяжении всего периода наблюдений в Паркфилде гидрогеологические скважины и дилатометры показали сравнимую чувствительность.

При установке дилатометров предпочтение обычно отдается жестким кристаллическим породам. Гидрогеологические же скважины для эффективной работы нуждаются во вскрытии достаточно проницаемых водоносных горизонтов — только в этом случае скважина сможет быстро реагировать на объемные деформации и обеспечивать получение своевременной информации. При этом следует ориентироваться на получение четко выраженных приливных характеристик.

Близкоповерхностные гидрогеологические эффекты удается существенно снизить за счет бурения глубоких скважин. Одним из ярко выраженных преимуществ гидрогеологических скважин как измерителей деформаций является их совершенный контакт с окружающими массами горных пород.

Наиболее частые тектонические события в Паркфилде — отчетливые неглубокие подвижки, фиксируемые с помощью крипметров, размещенных поперек активного разлома в различных точках окрестностей Паркфилда. В скважине Миддл-Маунтин отмечено большое число скачков уровня подземных вод, которые коррелируются с подвижками, зафиксированными близрасположенными крипметрами. Скачки могут быть

направлены как вверх, так и вниз от исходного уровня, в то время как крип отражает скольжение геологических толщ по латерали — к северу или югу от скважины.

В 1985 г. в 35 км от Паркфилда произошло землетрясение Кеттлмен-Хиллз с магнитудой  $M=5,5$ . В это время функционировало четыре скважины: Голд-Хиллз (GH), Торкей-Флет (TF), Миддл-Маунтин (MM) и Флиндж-Флет (FF). По наблюдениям Э. Роузллоффс, в момент толчка все четыре скважины отреагировали падением уровня воды, которое по интенсивности соответствует объемному растяжению, равному  $10^{-7}$ .

Математическое воспроизведение процесса объемной деформации, базирующееся на модели гомогенной упругой полусферы (с учетом смещений в гипоцентре), позволило считать, что реальные деформации равны одно-двукратным значениям расчетных. Впрочем, два дилатометра, действующие в это же самое время, показали близкий уровень ошибки. И еще одна интересная деталь: скважина Флиндж-Флет, находившаяся по отношению к гипоцентру землетрясения на противоположной стороне разлома Сан-Андреас, реагировала так, как если бы этого разлома не существовало.

Во время землетрясения в Лома-Приета 17 октября 1989 г. ( $M=7,1$ ) изменения уровня воды, зафиксированные в скважинах Паркфилда, еще больше отличались от оценочного деформационного поля, сформировавшегося либо в результате самого землетрясения, либо под действием вызванного этим землетрясением смещения паркфилдской части разлома Сан-Андреас. Однако скважинные деформометры зарегистрировали сейсмические обусловленные деформационные изменения, которые тоже расходились с рассчитанными полями деформаций.

Кроме того, проанализировав данные об изменениях уровня воды в наблюдательных скважинах Паркфилда, полученные еще до землетрясения в Кеттлмен-Хиллзе, удалось обнаружить повышение уровня воды, начавшееся за пять дней до сейсмического события. Это изменение уровня можно считать вероятным предвестником землетрясения.

## ГИДРОГЕОДЕФОРМАЦИОННОЕ ПОЛЕ

Как было показано в работе П. Э. Ксие, Дж. Д. Бредехоефта и С. А. Роджастера, между приливной реакцией уровня воды в скважине и объемной деформацией коры вблизи земной поверхности имеется четко



- Полигоны
- Действующие скважины
- Проектируемые скважины:
- на 01.01.92
- на 01.01.95
- Изосейсты

Специализированная сеть для прогноза сильных землетрясений, функционировавшая на территории бывшего СССР до 1991 г. В настоящее время многие скважины выведены из строя.

используемых как высокочувствительные датчики объемной деформации<sup>2</sup>.

выраженная связь<sup>1</sup>. При этом скважина, вскрывшая хорошо изолированный водоносный горизонт с высоким напором, позволяет фиксировать ничтожные объемные деформации ( $n \cdot 10^{-8}$ ), а в наиболее благоприятных случаях и значительно меньшие. Это делает обычные скважины очень чувствительными деформометрами.

А еще раньше, анализируя большие объемы информации по режиму подземных вод, Г. С. Вартамян и Г. В. Куликов показали, что пространственно-временные вариации поля напряжений и связанные с ними деформации земной коры можно зарегистрировать с помощью разветвленной сети гидрогеологических наблюдательных скважин,

Пространственно-временные изменения напряженно-деформированного состояния подземной гидросферы были названы гидрогеодеформационным полем Земли (ГД-полем). Госкомизобретений СССР зарегистрировал это экспериментально установленное явление в качестве научного открытия под названием «Гидрогеологический эффект Вартамяна — Куликова». ГД-поле проявляется тем контрастнее, чем глубже скважины наблюдательной сети. Это обусловлено тем, что приповерхностные факторы гораздо сильнее воздействуют на мелкие скважины.

Начиная с 1985 г., Министерство геологии СССР проводило работы по созданию сети гидрогеологических наблюдательных скважин, предназначенной для автоматизированной ускоренной регистрации объемных деформаций. Научным руководителем этих работ стал Г. С. Вартамян.

<sup>1</sup> Hsieh P. A., Bredehoeft J. D., Rojstaczer S. A. // Water Resources Research. 1988. V. 24. N 3. P. 468—472.

<sup>2</sup> Вартамян Г. С., Куликов Г. В. // Докл. АН СССР. 1982. № 2. С. 310—314.

Первая очередь специализированной сети включала более 100 наблюдательных скважин. Она охватывала значительную часть сейсмически активной территории бывшего Советского Союза — Кавказ, Украину, страны Средней Азии и Дальний Восток. Насколько известно авторам, ни в США, ни в других западных странах подобной наблюдательной сети нет.

Глубины скважин, используемых для сети ГГД-мониторинга, колеблются от 0,2 до 3 км. Во многих случаях в сеть включаются скважины, пробуренные при поисках нефти, термальных и минеральных вод. При выборе скважин наблюдательной сети следует помнить, что уровень воды в них обязательно должен реагировать на приливные эффекты. Этому критерию отвечают очень многие скважины, вскрывшие напорные водоносные горизонты.

Результаты наблюдения на сети ГГД-мониторинга, получаемые с помощью автоматизированных комплексов производства ВСЕГИНГЕО, регистрируются в виде аналоговых сигналов на ленточных записывающих устройствах. И хотя получаемые таким образом данные вполне адекватны наблюдаемому процессу, уровень их технологичности далек от современных стандартов. В большинстве западных стран уже более 10 лет при съеме информации используют системы с интегральными цифровыми регистраторами и датчиками. Такие системы требуют значительно меньше электроэнергии и позволяют осуществлять цифровую передачу и обработку большого массива данных. Немалые неудобства связаны еще и с тем, что регистрирующие комплексы, используемые в сети ГГД-мониторинга, требуют стабильного промышленного электропитания.

Информация на сети ГГД-мониторинга собиралась по регионам, где имелись соответствующие наблюдательные отряды, ответственные за сохранность скважин, съем информации и ее первичную обработку. Данные, накопленные в различных регионах, передавались во Всесоюзный центр обработки (ВСЕГИНГЕО), который давал интерпретацию ГГД-поля того или иного региона страны.

К сожалению, поток информации поступал в центр с большим опозданием — неделя, 10 дней и больше, что определялось прежде всего возможностями связи (телеграф, почта и др.).

Для реализации возможности прогноза землетрясений необходим существенный прорыв в технологии передачи информации о состоянии ГГД-поля, что потребовало бы усилий отечественных специализирован-

ных ведомств либо приобретения зарубежной техники и технологий.

## КАВКАЗСКАЯ НАБЛЮДАТЕЛЬНАЯ СЕТЬ

Весьма интересны результаты ГГД-мониторинга, которые были получены на Кавказской сети наблюдений, охватывавшей территорию трех Закавказских республик и европейского юга России. С помощью этой сети регистрировались региональные изменения ГГД-поля по всей территории Кавказа.

В основе интерпретации данных ГГД-мониторинга лежит предпосылка о линейной зависимости между объемной деформацией и изменениями давления флюида (или гидравлическим давлением), что соответствует нашему знанию о скважинах, используемых в качестве тензометров. Никакой дополнительной геофизической информации (кроме самих фактов землетрясений), которую можно было бы сравнить с ГГД-данными, нет. И все же мы убеждены, что имеющиеся данные не дают оснований считать вышеназванную предпосылку необоснованной. Лучшим подтверждением этого служит поведение ГГД-поля до и после Спитакского землетрясения в Армении.

В период с августа 1988 г. по апрель 1989 г. наблюдались резкие изменения ГГД-поля. С середины августа 1988 г. в районе Спитака и Гукасяна начала увеличиваться зона объемного расширения. В дальнейшем расширение спитакской структуры деформации усилилось, достигнув к 1 декабря 1988 г. 400 км в длину и 150 км в ширину. Таким образом, площадь аномальной территории составила от 50 до 60 тыс. км<sup>2</sup>, включая города Ленинакан, Спитак, Гукасян, Кировакан, Марнеули, Батуми, Ахалкалаки, Тбилиси и др. Структура достигла максимального размера как раз перед Спитакским землетрясением — 7 декабря.

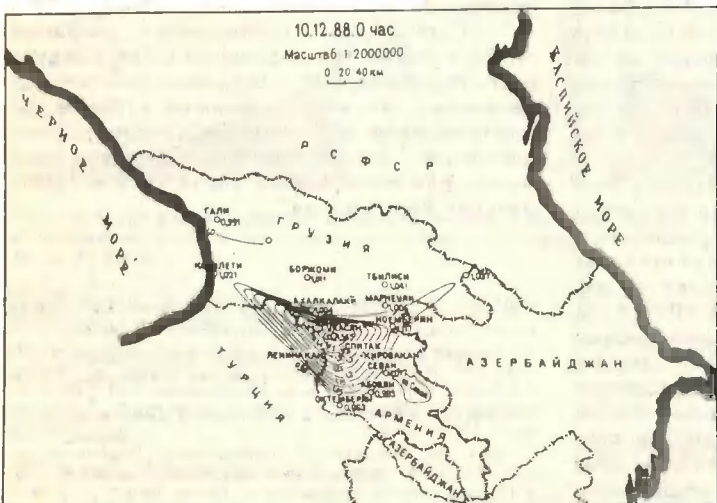
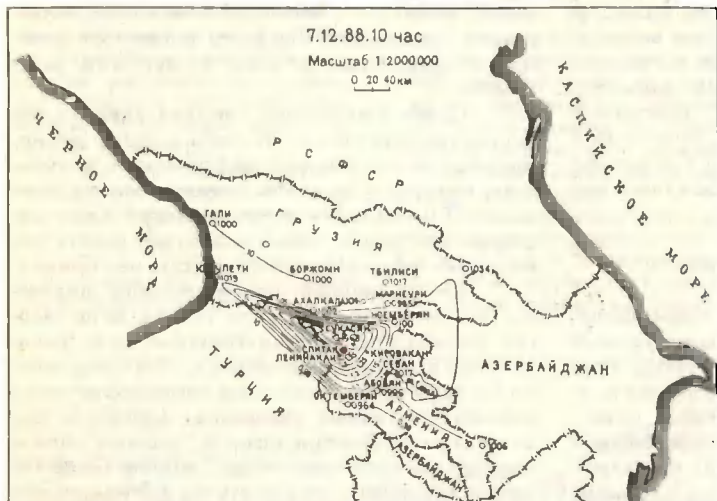
В результате землетрясения на поверхности земли образовался протяженный разрыв, совпавший с длинной осью ГГД-структуры. После землетрясения структура стала уменьшаться. Это продолжалось до 10 декабря, после чего она снова начала расти. Возобновление роста структуры растяжения означает, что напряжение в массиве горных пород Спитакским землетрясением было снято не полностью.

Следует подчеркнуть, что спектр исследований скважин на воду как датчиков объемной деформации очень широк. Гидрогеологические скважины в Паркфилде — одна из нескольких наблюдательных сетей за деформационными изменениями. Их реак-





Гидрогеодеформационное поле перед Спитакским землетрясением и после него. На верхней схеме видно зарождение короткоживущей структуры деформации растяжения в районе Спитак примерно за 3 мес до катастрофы; ниже — та же структура за 40 мин до катастрофы и еще ниже — через 5 сут после катастрофы.



цию, наблюдаемую на ограниченном участке, можно непосредственно сравнивать с показаниями других приборов. Кавказская сеть, находящаяся на другом конце спектра, имеет большие региональные масштабы.

В основе наблюдений, которые проводились на Кавказской сети, лежит разрабатываемое российскими геологами фундаментальное положение об изменении во времени поля тектонических деформаций, охватывающем обычно большие регионы, и о возможности оценить величину этих изменений. Данный подход позволяет судить о характере изменяющегося ГГД-поля и таким образом выявлять объективные предвестники сильных землетрясений.

Аналогичный региональный подход к изучению поля тектонических деформаций, переносимый затем на изучение локальных землетрясений, был использован В. И. Кейлис-Бороком и его коллегами при прогнозе землетрясений в Лома-Приета. Для анализа ими были взяты данные за пять лет по территории диаметром 500 км. В основе прогноза, выполняемого как по методу Г. С. Вартамяна (ГГД-поля), так и по методу В. И. Кейлис-Борока, лежит одна и та же посылка о региональном характере развивающегося поля напряжений.

### НЕМНОГО О ПЕРСПЕКТИВАХ

Результаты эксперимента в Паркфилде продемонстрировали, что изменения уровня воды в скважинах могут использоваться при контроле за тектоническими деформациями и служить примером краткосрочных предвестниковых изменений. Однако, чтобы использовать вариации уровня воды как стандартный метод прогноза землетрясений, нужны более явные предвестники. Чем большие площади сейсмически активной территории будут охвачены наблюдательной сетью по обнаружению предвестников землетрясений, тем быстрее мы накопим достаточно примеров, доказывающих существование таких предвестников.

И еще один урок Паркфилдского эксперимента. Этот эксперимент был поставлен с таким расчетом, чтобы наблюдательные скважины располагались в пределах нескольких километров от линии слежения за активным разломом и в пределах 10—15 км от предполагаемого эпицентра. Цель наблюдений — обнаружить предвестники землетрясений с магнитудой более 6. Однако предвестник землетрясений в Кеттлмен-Хиллз, зафиксированный в 35 км от эпицентра, свидетельствует о значительно большем, чем представлялось американским геофизикам,

«дальнодействию» сейсмических процессов и о том, что требования к размещению точек наблюдения можно слегка «смягчить».

Таким образом, дальнейшие исследования должны базироваться, на наш взгляд, на использовании преимуществ как отечественной, так и американской программ. Например, обширная наблюдательная сеть, раскинувшаяся на территории стран СНГ, должна включать скважины, которые регистрировали бы краткосрочные предвестники землетрясений<sup>3</sup>.

Для использования этих предвестников в целях краткосрочного прогноза наблюдательная сеть ГГД-мониторинга должна быть снабжена средствами передачи информации в центры сбора и обработки данных. Телеметрическое оснащение Кавказской наблюдательной сети могло бы обеспечить быстрое экспериментальное опробование отечественного подхода. Такой совместный эксперимент послужил бы делу снижения опасности природных стихий в мировом масштабе.

Особое внимание следует уделить поискам независимого способа оценки региональной тектонической деформации, результаты которого были бы сопоставимы с данными ГГД-поля. Такая независимая мера деформации почти наверняка будет иметь некоторую форму геодезического измерения.

Американские исследователи достигнут значительно большего успеха, если смогут расширить наблюдательную сеть скважин за пределы Паркфилда. Эта сеть могла бы охватывать обширные территории сейсмически активных регионов. Судя по результатам ГГД-мониторинга, данные, получаемые по этим скважинам, можно было бы эффективно анализировать на региональной основе.

Сообществу геофизиков западных стран, в частности геофизикам США, следует рассмотреть вопрос о создании сети наблюдательных скважин, сравнимой с ранее существовавшей в Советском Союзе наблюдательной сетью. Наиболее подходящее место для размещения такой сети — Центральная Калифорния<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> В настоящее время большая часть сети ГГД-мониторинга в странах СНГ не функционирует. Однако имеются договоренности между российской геологической службой и соответствующими службами в странах ближнего зарубежья о возобновлении этих работ по единой программе и на единой индустриальной основе. — Прим. ред.

<sup>4</sup> Судя по последним сообщениям, Геологическая служба США приступила к созданию подобной сети в Центральной Калифорнии. — Прим. ред.

# Необычное месторождение циркония

Ю. А. Багдасаров,

кандидат геолого-минералогических наук  
Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов  
Москва

**М**ЕСТОРОЖДЕНИЯ циркониевых руд, представленные главным образом наиболее распространенными минералами циркония — бадделейтом ( $ZrO_2$ ) и цирконом ( $ZrSiO_4$ ), образуются либо при кристаллизации высокотемпературных щелочных магм, либо бывают связаны с почти столь же нагретыми газовой-жидкими флюидами, переносящими летучие соединения циркония. Хорошо известны и вторичные россыпные месторождения, сформировавшиеся при разрушении богатых цирконием пород на земной поверхности.

В этой связи находку хабаровских геологов, обнаруживших в бассейне р. Мая (пра-

вого притока р. Алдан) крупные скопления бадделейта и циркона, приуроченные к породам совсем иного происхождения — доломитам, можно с полным правом назвать неожиданной.

Эти богатые циркониевыми минералами породы образовались в конце вендского периода (около 600 млн. лет назад) и имеют все признаки морского генезиса. Подобные доломиты, входящие в состав юдомской свиты верхнего венда, широко распространены на восточной периферии Алданской плиты. Первоначально, до современной эрозии, они занимали территорию в сотни тысяч квадратных километров.

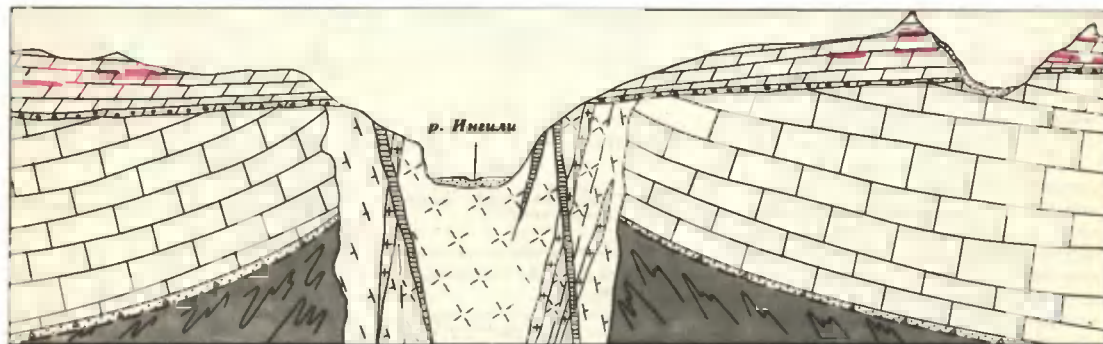
Толща сложена почти номинеральным доломитом —  $Ca, Mg(CO_3)_2$  — с незначительной примесью кварца и кальцита. Но на одном из участков

доломитовых пород были обнаружены отдельные пласти, каждый мощностью не более 1—2,5 м, буквально нафаршированные прозрачными кристалликами бадделейта, циркона или гидроциркона ( $ZrSiO_4 \cdot nH_2O$ ). Размер кристалликов меняется от 10—15 мкм до 0,15—0,25 мм.








Внешне эти минерализованные пласти неотличимы от окружающих «пустых» доломитов, и найти их удалось только по повышенной радиоактивности, связанной с присутствием еще более мелкого (доли миллиметра) уранового минерала — коффинита ( $USiO_4$ ).

Отдельные участки доломитов столь богаты циркониевыми минералами, что содержание циркония в них достигает 20—24 % (по массе, в пересчете на  $ZrO_2$ ). Поэтому образцы циркониевых руд легко отличить

© Багдасаров Ю. А. Необычное месторождение циркония.



Геологический разрез щелочного массива Ингилья, с которым связано богатое месторождение циркония. Минерализованные участки осадочных доломитов располагаются по периферии этого массива на расстоянии 3—15 км от него.

- |  |   |   |   |
|--|---|---|---|
|  | Богаты железом кристаллические породы архая и нижнего протерозоя        |  | Скополит-плагноклаз-амфиболовые породы      |
|  | Существенно карбонатные осадочные породы среднего и верхнего протерозоя |  | Сиениты                                     |
|  | Доломиты с участками циркониевой минерализации                          |  | Кальцитовые и доломит-кальцитовые карбонаты |
|  | Нефелин-пироксеновые породы   |  | Современные рыхлые отложения                |

от окружающих безрудных доломитов по высокой их плотности.

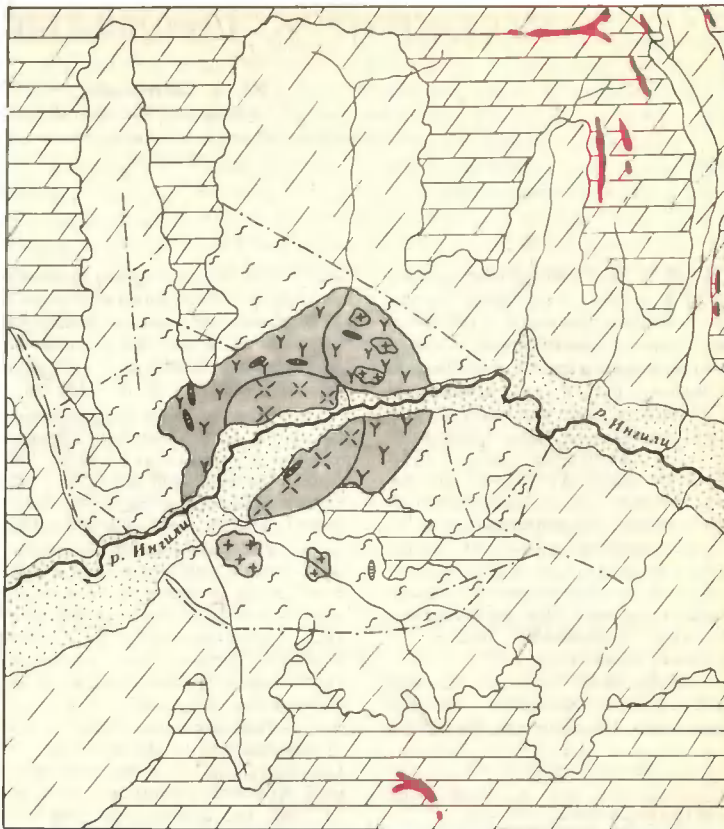
Рыхлые песчанистые руды, образовавшиеся при выветривании доломитов на поверхности, нередко содержат до 50—55 %  $ZrO_2$ . По существу, это циркон-бадделейтовый «песок», разбавленный доломитовой и кварцевой супесью. В некоторых местах такие уникально богатые руды удается вскрыть неглубокими траншеями и канавами почти под корнями деревьев негустой здешней тайги.

Как же могли образоваться скопления тяжелых циркониевых минералов в доломитах? Ответ на этот вопрос был получен только после досконального изучения рудной минерализации и окружающей доломитовой толщи.

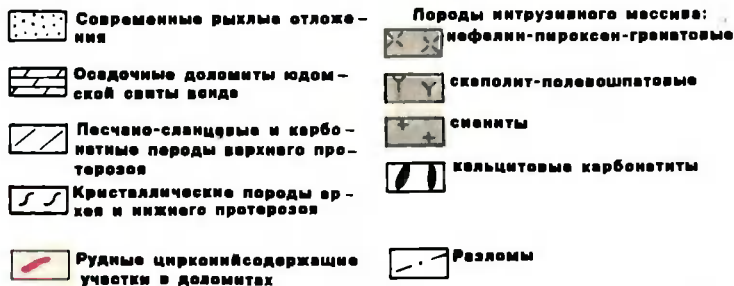
Оказалось, что участки минерализованных пород размером в несколько сотен метров располагаются строго закономерно: они окружают полукольцом с севера, северо-востока и юга Ингилийский массив щелочных пород и карбонатитов. Этот массив, открытый в конце 50-х годов сотрудниками Аэрогеологического треста, был поначалу забракован, поскольку в его недрах не обнаружилось сколько-нибудь значительных скоплений редких металлов, апатита или железных руд — полезных ископаемых, обычных для подобных массивов.

Ингилийский массив примерно на 60—70 млн. лет древнее доломитовых толщ юдомской свиты и в своих крайних частях кое-где ими перекрывается, тогда как его центральная часть обнажена. Интересно, что именно в этих участках, где доломиты залегают поверх пород щелочного массива, заметных концентраций циркония не обнаружено, хотя доломиты и обогащены здесь ниобием, редкоземельными элементами, стронцием и барием, т. е. обычными элементами-примесями щелочных пород. Зато все рудные, богато минерализованные цирконием, участки отстоят от границ массива на 3—5, а то и 16 км.

Минералогическое изучение руд под микроскопом, включая электронный, убедительно свидетельствует, что в доломитовые толщи приноси-



Геологическое положение щелочного массива Ингили и рудопроизводительный циркония [схема составлена по материалам Всесоюзного аэрогеологического треста и Геофизической экспедиции Хабаровского геологического объединения].



лись не циркониевые минералы, вымываемые потоками воды из пород массива или других геологических объектов, а скорее растворы, содержащие соединения циркония, которые раскристаллизовались позднее, уже в толще доломитов.

Большинство соединений циркония, как известно, относят-

ся к труднорастворимым, поэтому данный элемент малоподвижен, «инертен» в природных процессах. Его обычные минералы-концентраты — циркон и бадделейт — весьма устойчивы; в частности, они хорошо сохраняются при химическом выветривании. Более того, они ярко-красно транспортируются на

большие расстояния потоками воды и накапливаются в россыпях — речных, озерных или прибрежно-морских. Следовательно, вероятность того, что первичным источником циркония в разрушившихся породах массива были эти минералы-концентраторы, весьма мала.

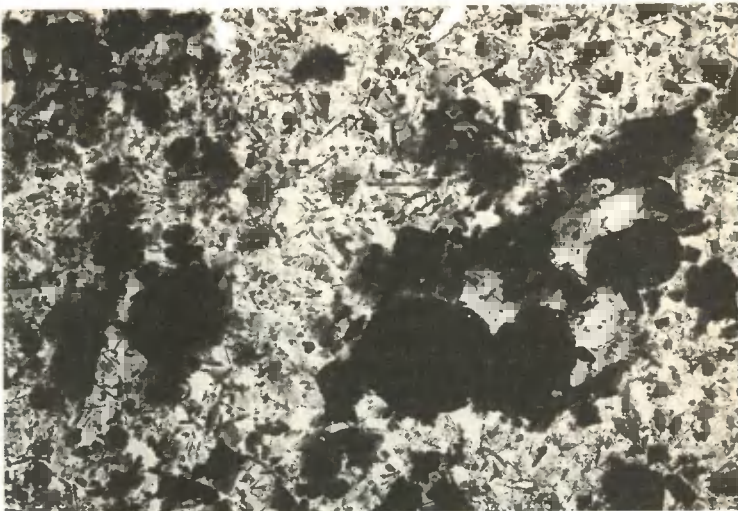
И действительно, в щелочных породах массива бадделлит вообще не обнаружен, а циркон встречается редко, хотя для немногих жильных тел карбонатов, рассекающих силикатные породы, он вполне обычен.

Главным носителем циркония в карбонатитах оказался черный гранат — шорломит. Его содержание в некоторых разновидностях щелочных пород массива достигает десятков процентов, что достаточно много для этого минерала. Содержание диоксида циркония в нем тоже велико: до 0,3—0,5%.

Шорломит — сложный по составу минерал, который в отличие от других гранатов довольно быстро разрушается при выветривании. Видимо, именно шорломит и послужил основным источником циркония.

Можно предположить, что химическое выветривание щелочных пород массива Ингили, возвышавшегося в вендскую эпоху в виде небольшого островка среди мелководного морского бассейна, было более интенсивным, чем механическое их разрушение. Обычно породы, сложенные механически малоустойчивыми минералами, разрушаются в зоне выветривания и превращаются в мелкозернистую супесь или дресву. Так, вероятно, обстояло дело с породами, слагавшими верхнюю часть куполообразного Ингилийского массива.

В дальнейшем эти осадочные породы были захоронены под доломитовой толщей, к настоящему времени не сохранившейся, и подверглись переработке гидротермальными растворами, нагретыми до 250—



Электронная микрофотография тонковкрапленных циркониевых и урановых руд. Черные квадратные и изометричные формы — урановый минерал коффеинит; светлое — агрегаты циркона и слоистых силикатов. Увел. 25 тыс. раз. [Снимок выполнен в лаборатории Всесоюзного института минерального сырья.]

300 °С. В этих условиях и происходила кристаллизация циркониевых минералов.

С гидротермальной переработкой связано, по всей видимости, накопление еще одного элемента — вольфрама, который фактически отсутствует в щелочных породах и карбонатитах самого Ингилийского массива. В то же время в богатых цирконием рудных зонах количество вольфрама может достигать нескольких весовых процентов (т. е. значительно выше, чем среднее содержание вольфрама в его промышленных месторождениях).

Таким образом, изучение массива Ингили и связанных с

ним циркониевых руд показало, что при разрушении выходящих на земную поверхность пород щелочных массивов, для которых характерны резко повышенные концентрации ниобия, тантала, циркония, редкоземельных элементов и стронция, могут образовываться месторождения нового, неизвестного ранее генезиса. Их формирование обусловлено специфическими условиями концентрации этих металлов в осадочных толщах, несколько более молодых по сравнению с самими щелочными массивами.

Такое месторождение обнаруживает черты смешанного генезиса — осадочного, связанного с первичным накоплением продуктов выветривания, и гидротермально-метаморфического, обусловленного последующим воздействием на осадки нагретых водных растворов, поступающих из земных недр. Интересно, что в данных условиях в пределах одного рудного тела и даже одного минерала могут сосуществовать элементы, во всех других природных процессах упорно «избегающие» друг друга, например, цирконий и вольфрам.

## «ЧТО НЕВОЗМОЖНО, ТО И ВЕРОЯТНО»

Роман Бениаминович Хесин-Лурье



Роман Бениаминович Хесин [24.III 1922 — 16.VII 1985].

Эти очерки в серии «Биографии современников» посвящены одному из основоположников отечественной молекулярной биологии — Р. Б. Хесину-Лурье.

Сейчас исследователи, работающие в этой области, занимают почетное место в мире — они на равных работают в лучших лабораториях разных стран и даже у нас, во время общего оскудения материальной базы академических и отраслевых институтов, выполняют принципиально важные работы. Особая неординарность этого феномена заключена в том, что возникновение и становление нашей молекулярной биологии — синтеза генетики и биохимии — происходило в условиях господства Лысенко, опиравшегося на поддержку Сталина, а затем Хрущева.

Сохранение и развитие основ истинной науки, возможность ее регенерации, возможность, как можно надеяться, ее расцвета в будущем зависят от жизненного подвига немногих людей. Анализ их

биографий может иметь и более общий смысл: опыт отдельных жизней — притягательный пример для новых поколений.

История науки СССР началась с высылки за границу и продолжалась арестами и уничтожением философов, теологов, историков, психологов, экономистов. Феномен почти понятный: все эти науки в высоком смысле идеологические, адресованные к человеку (гуманитарные, гуманистические), несовместимы со свирепостью советского строя. Но в 1929 г. под машину репрессий попали выдающиеся инженеры, физики, математики, химики. Даже с холодной, рациональной точки зрения это — безрассудный шаг. Страна без ученых-естественников не может существовать. И распалась она не в Новогареве и не после заседания в Беловежской Пуще, а много, много раньше. Удивительно лишь, как долго ее гибель не была заметна. И держалась она в «термодинамически невероятном состоянии» на совершенно нематериальной основе — на долгой инерции прекрасных идей всеобщей справедливости, свободы, равенства и братства, инерции, долгое время преодолевавшей реальность — тюрьмы, лагеря, рабский труд и всеобщую несвободу.

На уничтожение могучей российской биологии потребовалось почти 20 лет — с ареста в 1929 г. С. С. Четверикова до сессии ВАСХНИЛ 1948 г. В 30-е годы погибли выдающиеся ученые Г. А. Надсон, И. И. Агол, Г. Д. Карпеченко, Н. К. Беляев, Г. А. Левитский, С. Г. Левин, Л. И. Говоров и многие, многие. Как смерть Пушкина мучительно вновь и вновь переживают поколения граждан России, так многие годы вновь и вновь невыносима будет мысль о гибели гения Н. И. Вавилова после пыток и издевательств в Саратовской тюрьме.

С осени 1948 г. в стране перестали преподавать генетику. Книги сжигали — «книжные» костры горели во дворах университетских и научных библиотек. Страна погружалась во мрак обскурантизма, будущие поколения оказались лишенными «света знаний», страна теряла основу для выживания. В этих условиях продолжение научных исследований и преподавание основ истинной науки стало делом героев.

И герои были. Сражались за истину Д. Н. Прянишников и бесстрашный И. А. Рапопорт. Античными героями стали В. С. Немчинов и Д. А. Сабинин. Неистовый В. П. Эфроимсон предпочел тюрьму и каторгу компромиссу. В. В. Сахаров сумел и после 1948 г. преподавать студентам Химико-фармацевтического института истинную генетику. Особое место в этой когорте принадлежит Н. В. Тимофееву-Ресовскому.

В этом ряду стоит и Роман Бениаминович (Вениаминович) Хесин. Он не был трибуном — оратором. У него был мягкий, негромкий голос, непреклонная воля и необычайная работоспособность. Он был непростым и даже нелегким человеком. Но он своей жизнью, нравственной позицией, научными трудами, общественной деятельностью был звеном цепи, соединяющей поколения.

С. Э. Шноль,  
доктор биологических наук

## КЮБЗ, биофак

Е. В. Карасева

**В** 1936 г. 14-летний Рома Хесин пришел в кружок юных биологов зоопарка (КЮБЗ). Эта широко известная детская и юношеская организация привлекала подростков, стремящихся работать с животными, содержащимися в Московском зоопарке. Привлекали и экскурсии за город — это были первые ростки полевых исследований. КЮБЗ воспитывал, в основном, будущих зоологов-натуралистов. Обычно, когда подростки приходили в КЮБЗ и их спрашивали, кто чем интересуется, чем хотел бы заниматься, то большинство говорило: «Крупными кошачьими, слонами и еще чем-нибудь в этом роде».

Я хорошо помню небольшого мальчика, коротко постриженного, с лукавыми черными глазами, который на поставленный ему вопрос, забавно картавя, ответил: «Меня интересует дарвинизм». К этому времени Рома

уже немало читал и много думал... У его старшего брата Жени был товарищ, Юра Милановский (будущий зоолог), который давал Роме книги, в какой-то степени направлял чтение. Отец Ромы Вениамин Романович рассказывал, что Рома уже в 12 лет составил полный конспект «Происхождения видов» Ч. Дарвина. В зоопарке он вошел в бригаду, занимавшуюся рептилиями, и работал в террариуме, которым в то время заведовал молодой зоолог Игорь Сосновский, ставший впоследствии директором Московского зоопарка.

Но Роман довольно быстро перешел из этой бригады в ветеринарную секцию. Там он занимался гельминтами, подолгу сидел за микроскопом, и его стали дразнить «профессором». Уже в 14 лет он проявлял индивидуальность, и интересы его складыва-

лись самостоятельно — он не шел за большинством.

В 1939 г. Роман выдержал конкурсные экзамены и поступил на первый курс биологического факультета МГУ. К этому времени он возмужал, стал широкоплечим (одна из его кличек была Бугай), отрастил шевелюру, но в его глазах так же сверкали живые искорки озорства. Это было мрачное время. Не успели мы поступить в университет, как уже в ноябре 1939 г. мобилизовали всех мальчиков-студентов, и они ушли в армию: шла война с Финляндией. Но Романа это не коснулось: ему было только 17 лет.

В университете мы дружили троим: Рома, Кот (Константин Михайлович Эфрон) и я. На всех лекциях сидели вместе, в Большой Зоологической аудитории (Герцена, 6) — во втором ряду у стенки. Роман с интересом относился к некоторым лекциям, особенно Л. А. Зенкевича по зоологии беспозвоночных, однако прилежанием отнюдь не отличался и ходил совсем не на все лекции и занятия. Л. И. Курсанов читал свой курс низших растений очень скучно: садился почему-то к аудитории боком и монотонно, ни на кого не глядя, чрезвычайно сухо вещал великие истины о водорослях, грибах и тому подобном. Роман организовывал побеги с этих лекций (в то время посещение лекций было строго обязательным). Когда в аудитории показывали слайды и тушили свет, он подтягивался на руках, схватившись за край перегородки, которая не доходила до потолка, с грохотом прыгал на шкаф и оттуда уже удирал из ботанического корпуса. Многие следовали его примеру, и когда в аудитории зажигали свет, слушателей оказывалось значительно меньше. Все, что Роман делал, все, что предпринимал, всегда было окрашено каким-то веселым задором, как будто это была шалость или авантюра. Это свойство никогда не покидало его. Уже смертельно больной, в 1984 г. он собрался и поехал в Ферганскую долину. Эту поездку он называл «экспедицией», а работали мы с ним там вдвоем во время отпуска.

Именно в таком озорном тоне в первые месяцы занятий на биофаке Роман сказал мне, что ходил на кафедру генетики, разговаривал там с Н. И. Шапиро и получил от него новое задание. С тех пор он очень много времени проводил среди генетиков, и, насколько я понимаю, сразу стал своим человеком на кафедре.

В первую зимнюю сессию мы с Романом с треском провалились на экзамене по низшим растениям, но мало огорчившись, тут же уехали кататься на лыжах. Так шло



Перед отправкой на Брянский фронт. 1942 г.

время. Роман был очень трудоспособен, усидчив, помногу работал на кафедре, но учился неровно — увлеченный своей работой, часто пропускал занятия. Благодаря своим способностям он, как правило, все сдавал и, что называется, сводил концы с концами, но отличником никогда не был.

Война застала Романа при переходе со второго курса на третий. Он был активным комсомольцем, секретарем комсомольского бюро биофака. Вернувшись среди лета 1941 г. из заповедника в Москву, я застала его в комитете комсомола. Очень повзрослевший, серьезный и даже строгий, он вел запись студентов, которые хотели добровольно идти на фронт. Но занимался этим очень недолго. В первые же дни войны пошел в райвоенкомат, где неожиданно для себя встретился со своим братом Женей, и они оба, не дожидаясь мобилизации, записались в истребительный батальон и ушли на фронт. Женя погиб в начале войны.

Роман был тяжело ранен, лежал в Москве в госпитале...



## Первые курсы университета (1939—1941)

К. М. Эфрон

**Н**А ПЕРВОМ курсе биофака МГУ я, с первых дней, обратил внимание на одного из студентов, державшегося вместе с Женей Карасевой, с которой мы учились в одной школе. Хорошо сложенный, видный, с темными волосами и живым лицом, он выделялся на фоне наших двадцати мужчин, заметную часть которых составляли не призванные в армию «белобилетники». От Карасевой я узнал, что они вместе были в КЮБЗе, где он проявил склонность к лабораторным занятиям и, даже, превратил аксолотля в амбистому.

В отличие от многих первокурсников, с равным интересом кидавшихся на все предложенные им дисциплины, он не очень внимательно относился к занятиям «вообще» и по-разному слушал курсы зоологии беспозвоночных, анатомии растений, геологии и неорганической и общей химии.

Роман довольно рано начал налаживать отношения с кафедрой генетики, которой руководил тогда А. С. Серебровский. К концу первого курса Хесин уже чувствовал себя на кафедре настолько своим человеком, что мог пригласить четверых товарищей отпраздновать чей-то день рождения в ассистентской комнате кафедры за бутылкой вина, и хотя нас «накрыл» в разгар веселья С. И. Алиханян, положение способного студента Хесина на кафедре не ухудшилось.

Как многие студенты нашего факультета, Хесин обожал поездки, экскурсии и многокилометровые прогулки. В конце первого семестра он подбил нескольких студентов досрочно сдать экзамены и провести «удлиненные» каникулы на Звенигородской биологической станции МГУ.

Первые летние каникулы были ознаменованы поездкой на велосипеде в Ленинград. Надо сказать, что он проделал путь туда и обратно один, несмотря на строгий запрет матери. Ей он сказал, что уговорил еще двух товарищей... Оставшийся месяц он со своим школьным товарищем В. Крамовым бродил по Кавказу. Зимние каникулы второго курса были использованы для поездки в Лапландский заповедник. Роман достал на факультете какую-то субсидию, позволившую присоединиться к поездке и нескольким неимущим студентам.

Еще на первом курсе он вошел в состав комсомольского бюро факультета и работал пионервожатым в подшефной школе. Как вожатый, он носил пионерский галстук, причем носил его все время, а не только в школе, как другие. Это придавало известное своеобразие его внешности: кожаная ушанка из рыжей цигейки, защитный ватник, с распахнутым воротом, красный галстук на шее, из-под ватника брюки гольф, застегивающиеся под коленями, голые голени и туристские или рабочие ботинки с шерстяными носками.

Эта несколько экстравагантная внешность отнюдь не отпугивала от него женскую часть нашего курса. Видный, живой, целеустремленный, неожиданный, он производил неизгладимое впечатление на многих наших однокурсниц.

Началась война. Мы встретились в конце июня или начале июля 1941 г. Тогда набирали на факультете добровольцев в разные части, первым был набор в истребительные батальоны, создававшиеся для уничтожения немецких авиадесантников. Набор вел партком МГУ (Е. М. Сергеев). Романа взяли сразу, и он вскоре уехал. После войны он рассказывал, что попал в роту, которой командовал один из наших преподавателей физкультуры Иван Иванович Северин. Этот великолепный тренер, убежденный коммунист и патриот был убит на глазах у Хесина, когда вел роту в атаку с двумя гранатами в руках. Роман говорил, что это был единственный командир, водивший их в атаку с криком: «За Родину, за Сталина!»

После Северина были другие командиры. Один из взводных возненавидел Хесина, вероятно за независимость, и два раза ставил его под расстрел: один раз за то, что крутил махорочную папиросу из немецкой листовки, другой раз за сон на посту (отрезанные от основных сил, изголодавшиеся до дистрофии бойцы засыпали на ходу), но испугался реакции бойцов. Через несколько дней этот взводный был убит своими солдатами.

Когда мы встретились после войны, Хесин, комиссованный после тяжелого ранения, был уже ассистентом кафедры генетики МГУ.

## Никаких поблажек себе...

Б. С. Кулаев

**К**ак многим крупным ярким личностям, Роману Хесину постоянно сопутствовали легенды, отражавшие или искажавшие те или иные его качества.

Первое, что я помню: «Роман сидит на велосипеде, как Батый на коне не сидел». Это говорил его однокурсник и друг Кот Эфрон. Они оба были старше меня на два курса (я — на первом, они — на третьем). В первые месяцы войны мы с Котом входили в пожарную команду, охраняющую ботанический корпус биофака МГУ.

Странными местами были школы, в которых формировались ополчения. Поражало, что едва ли не половину собравшихся там ребят составляли евреи. Страшная служба была в ополчении. Мальчики имели по одной винтовке на 10 человек. Сколько погибло среди них!

Роман и его старший брат Женя ушли на фронт, хотя и тот и другой были студентами старших курсов и не подлежали призыву. Женя погиб под Москвой. Роман был дважды ранен, второй раз — тяжело. Его оперировал отец — профессор Вениамин Романович Хесин, один из крупнейших хирургов Москвы, заведующий кафедрой Медицинского института. Ныне его портреты украшают стены не одной хирургической клиники Москвы. Нет никаких сомнений, что Вениамину Романовичу стоило бы не слишком больших трудов обеспечить сыновьям безопасную службу, — под его началом служили видные военные хирурги, — но он придерживался строгих правил и отдал войне с фашизмом все, что имел — свои знания и силы, умение хирурга, талант педагога и, самое дорогое, своих сыновей. То же надо сказать и о матери Романа — Марии Евсеевне Лурье, докторе медицинских наук, микробиологе. Благодаря уменью Вениамин Романовича Роман выжил и стал тем крупным ученым и замечательным человеком, которого мы так любим, дружбой с которым гордимся.

Война стала существенным событием в жизни Ромки Хесина, хотя о ней он, как правило, не говорил, ничего не рассказывал о пребывании в армии. Но каждый год в День Победы у него дома, на кухне, собиравшись два-три человека. Была водка, черный хлеб, сало, сверх того, пиво и грибоч-

ки, замаринованные хозяином. Не чокаясь, молча выпивали за погибших, потом говорили о будничном, не о войне. В редкие минуты полной расслабленности, намотавшись на охоте, закусив, лежа на скалах под онежскими фиордами, он вдруг принимался рассказывать не о главной «воинской работе» (мы оба были противотанкистами, оба подбили столько-то танков, оба чудом выжили, имели по два ранения), а о смешных историях, происходивших в то время и отражавших страшные военные горы ярче и рельефнее, чем самые драматические эпизоды.

Прорыв фашистов на Кавказ, бегство наших отступающих и бросавших оружие войск. Видимо, поэтому Сталин издал указ об ответственности за оставленное врагу оружие, вплоть до расстрела. Часть, в которой служил Роман, в это время находилась под Москвой. Бои здесь временно приняли позиционный характер. Между двумя линиями окопов лежала ничья земля. Примерно посередине между ними стоял наш станковый пулемет «Максим», расчет его был убит при отступлении. Попытки притащить пулемет в свое расположение кончались гибелью очередных смельчаков: фашисты хорошо пристрелялись и, стоило пошевелить орудие, открывали огонь. Тогда младший сержант Хесин в самой темноте подполз к пулемету, примотал к нему конец длинной проволоки и незаметно уполз назад, в свой окоп. Проблема была решена. Огонь, открытый фашистами, как только потянули к нашим окопам незадачливый пулемет, был уже не страшен. Важно было, чтобы остатки «Максима» не достались врагу, иначе кто-нибудь мог быть отправлен в штрафной батальон, а то и расстрелян. Начальство торжествовало. К месту происшествия приехал командир дивизии и объявил, что награждает героя (то бишь Хесина) орденом Красной Звезды. Выступивший из строя Роман поблагодарил (тогда уже говорили не «Служу трудовому народу», а «Служу Советскому Союзу») и сказал, что ему нужнее было бы махорочки. Скандализованный начальник отменил награждение Романа и приказал выдать ему две пачки махорки. Удивительно, насколько емко этот случай характеризует, с одной стороны, время, с другой — Романа.



Среди студентов кафедры генетики МГУ. Второй слева — Н. И. Шапиро. 1946 г.

Оправившись от тяжелого ранения, Роман демобилизовался и вернулся на студенческую скамью. Примечательно, что уже тогда всем было ясно, насколько неординарен этот студент, хотя он вовсе не старался отлично учиться по всем предметам, по многим дисциплинам имел четверки и даже тройки. В те годы лучшим студентам предоставляли повышенную — Сталинскую — стипендию. Ее мог получить только отличник, да притом еще и общественник. Ни тем ни другим в то время Хесин не был. Встретившись с ним, декан биофака Сергей Дмитриевич Юдинцев сообщил Роману, что представил его к Сталинской стипендии. «Да что Вы, Сергей Дмитриевич! При моем-то матрикеле... — Что ты мне говоришь? Да и зачетную книжку свою ты потерял, а потому знать ничего не можешь о ее содержании. Завтра зайди в деканат, выдадим тебе дубликат».

В результате этого не вполне корректного действия (в дубликате по всем предметам были выставлены отличные оценки), Роман стал Сталинским стипендиатом, что дало возможность оставить его ассистентом кафедры генетики сразу после окончания уни-

верситета. Все эти неординарные действия декана воспринимались студентами и преподавателями университета как должное, как адекватная оценка уникальной личности.

Вообще, этот период был счастливым для Романа. Он женился, родился сын Андрей... Роман помогал своей жене, Марише Варга, по дому, ночами стирал пеленки. Молодожены часто принимали в своей комнате гостей, главным образом, друзей-студентов. Сперва в гостиничном номере «люкс», где жили во время войны уцелевшие на тот момент члены Исполкома Коминтерна (отец Мариши — академик Е. С. Варга, крупный экономист-марксист, был из их числа), потом в комнате «Дома на набережной» (Серафимовича, 2) и, наконец, в одной из комнат хесинской квартиры на улице Белинского, где его соседом был партийный функционер районного масштаба.

Большая комната Ромы и Мариши, в которой была и столовая, и спальня, и детская, и кабинет, и библиотека, стала местом постоянных встреч студенческого братства, проникнуть в которое было трудно, а быть изгнанным — легко. Были здесь преуспевающие и отстающие студенты, увлеченные биологией и случайно попавшие на биофак, категоричные и терпимые, велеречивые и косноязычные, блестящие и неудачники, но не

было среди нас (во всяком случае, мы так считали) способных на предательство, на измену нашему братству.

Сын рос, пеленок не стало, но любимая работа отнимала все больше времени. Уходил Роман в 8.40, приходил домой в 22.40. Ужинал среди многочисленных гостей и ровно в 23.00 начинал демонстративно раздеваться, расстегивать брюки: хозяину пора спать. Гости ретировались, кто смущенно, кто весело, а кто и зло комментируя происходящее. Несомненно, обилие гостей в хесинской квартире объяснялось прежде всего привлекательностью хозяев. Хотя некоторую роль играла близость биофака (тогда на углу улиц Белинского и Герцена; теперь там Зоологический музей). Мариша вынуждена была значительное время проводить дома. Любый студент или аспирант из числа их друзей мог забежать на «оголек» и приятно провести часок-другой, попить чайку, подкрепиться: Роман и Мариша имели состоятельных родителей, выделявших некоторые средства, чтобы подкармливать бедных студентов. Тогда, в последние военные и первые послевоенные годы, студенты были действительно очень бедны, а еда (та, что не по карточкам) — очень дорога.

Роман появлялся на лекции в последних рядах Большой Зоологической аудитории в телогрейке (облик хорошо укладывался в легенду о суровом человеке, не интересующемся красотой одежды), в карманах которой обычно лежало несколько кусков сахара. Он и сам его грыз во время лекции, и знакомцев угощал. Очень, впрочем, выборочно. Этот выбор трудно было объяснить, он происходил сам собой.

Я в это время учился в Военно-морской медицинской академии в Ленинграде и попадал в Москву, а значит и к Хесиным, не так уж и часто... Ну, раз в месяц, как правило, в самовольную отлучку. Еще реже выбирались Роман и Мариша ко мне в Ленинград. Особенно запомнился их приезд на встречу нового 1947 года. Они тогда попали в весьма затруднительное положение: бывший за несколько дней до них в Ленинграде Маришин отец уступил им роскошный номер в гостинице «Астория» и уехал в Москву, не сообразив оставить денег, которые могли бы обеспечить их проживание в этом отеле. С большим трудом, мобилизовав все наши возможности, мы оплатили их номер в «Астории», но надо было еще и питаться, и Новый год встречать. Последнее разрешилось просто: встречали в нашей физиологическо-фармакологической компании на квартире у Кавериных (писатель с женой и сыном Колей недавно уехали в Моск-

ву, здесь оставалась их дочь Наташа). Все было бы действительно просто для других гостей, но... Хесину в этой компании все не понравилось, и он не понравился хозяевам. Закончился этот не слишком удачный вечер тем, что Роман, заявив, что им еще два дня надо жить в Ленинграде без средств к существованию, соединил углы скатерти, завязал их узлом и унес все, что на ней осталось от новогоднего пира, к себе в гостиницу, несмотря на протесты своей спутницы и хозяев дома. Это тоже штрих к портрету непреклонного Хесина.

Между тем сам приезд Хесина в Ленинград был актом солидарности со мной. Дело в том, что летом 1946 г. было опубликовано постановление ЦК ВКП(б) о журналах «Звезда» и «Ленинград», разгромно-установочный документ, в котором, в частности, осуждалось все творчество А. Ахматовой и М. Зощенко, а также члены редколлегий журналов, публиковавших произведения этих писателей. Это был серьезный окрик, которым «распоясавшаяся» в результате победы над фашизмом творческая интеллигенция «возвращалась на место», уготованное ей еще до войны. Наша академическая группа на первом же занятии, посвященном прославлению этого и других постановлений по культуре, не приняла доводов ждановских указов.

Надо было жить в те годы, чтобы понять, насколько страшным отклонением от тогдашних норм поведения это было. В результате меня исключили из комсомола, готовили мое отчисление из Академии. Вот тут и приехали ко мне Хесины. Позже, когда речь зашла о форме наказания — переводе в одну из артиллерийских батарей на Дальний Восток — Роман бросился к ученику своего отца, тогда главному хирургу ВМФ, генералу, с просьбой помочь мне. Тот, глубоко чтя отца просителя, добился моей демобилизации, что избавило меня от многих тяжелых испытаний. Двух моих товарищей по бунту против ждановских постановлений через год арестовали и дали им по 10 лет лагерей. Роман не только поддержал меня новогодним визитом, но и спас от ареста, а может быть, и от смерти. Помощь была прикрыта отчаянной руганью в мой адрес.

Тем временем наступила полоса страшнейших испытаний. Рухнула сперва его, а потом и моя семья, погиб его сын, и Роман остался один на свете. После этого я поселился у него и, надеюсь, помог ему пережить это трудное время.

Роман очень ценил свое время, не хотел тратить его там, где и без него можно было обойтись. В отличие от большинства

из нас он владел машиной, которую смог купить, одолжив у отца необходимую сумму. Долговые обязательства были оформлены как следует, хотя из каких денег Роман мог возвращать долг, было неясно. Он был основным наследником отца, но... деловые отношения нуждались в оформлении. Этот урок отца Роман усвоил и нередко реализовывал его в отношениях с друзьями. Когда он уезжал из гостей и кто-либо просил его подвезти, он подвозил лишь столько, сколько ему это было необременительно, и вместе с тем вывозил попутчика на более удобный путь. Однажды я попросил Романа перевезти с дачи заболевшую дочь; он, к моему недоумению, протянул мне деньги, предложив взять такси.

Это бывало обидно, он представлялся (наверное, хотел казаться) человеком без сантиментов, резким, может быть, даже скучным. Однако когда обстоятельства принимали неблагоприятный характер, его друзья получали щедрую поддержку, которая предлагалась ненавязчиво, по возможности деликатно. Когда меня по политическим мотивам выгнали с работы и вопрос о том, как жить нашей новой семье встал ребром, Роман, послушав, как наши дочери играют на пианино, сказал, что не хотел бы, чтобы уроки музыки прекратились, и готов их оплачивать.

Материальная помощь оказывалась не только старым друзьям. Когда после 10 лет отсутствия вышел на свободу биолог и правозащитник Сергей Ковалев и встал вопрос о покупке ему дома за пределами 100 км от Москвы, Роман тотчас охотно помог деньгами, хотя с Сергеем был едва знаком. Не побоялся он и предоставить свою квартиру для встречи Сергея с друзьями, в то время как въезд Ковалева в Москву был запрещен, а квартиры всех его друзей и знакомых были под пристальным наблюдением. Это сопровождалось постоянным брюзжанием, что политикой не надо заниматься, а уж если заниматься, то профессионально. Тем не менее он помог нам, когда в 1980 г., после ареста многих правозащитников, мы ожидали обыска в нашем доме (вскоре к нам действительно пришли). Весь свой «криминал» унесли к нему: многочисленные рукописи и печатные материалы заняли две полки в его шкафу. Теперь многое из этого напечатано большими тиражами, а тогда за каждый из хранящихся материалов можно было получить срок, и Роман это, конечно, знал.

Вопреки репутации Хесина как аполитичного человека, поглощенного исключительно научными проблемами, начальство

любого ранга создавало, что бесполезно обращаться к Хесину с гнусными предложениями подписать осуждение заведующего кафедрой генетики А. С. Серебровского или академика А. Д. Сахарова, или, наконец, международного сионизма.

Общеизвестно гражданское мужество Хесина, проявленное в годы гонений на генетику. Он, тогда молодой ассистент, оказался в 1948 г. в первом же списке уволенных с биофака Московского университета. Он не стал спекулировать темой своей кандидатской диссертации (цитоплазматическая наследственность), не довольствовался позой незаслуженно уволенного, но, поразмыслив, стал специализироваться по биохимии. Естественно, ему за это не платили. Он зарабатывал рефератами. Через год уже работая в Институте биологической и медицинской химии, он получил материал, впоследствии ставший основой диссертации, содержащей достижения мирового класса. И снова без работы, потому что еврей, да еще направивший письмо в газету «Правда» с осуждением политики антисемитизма. И наконец, предложение занять кафедру биохимии в Каунасском медицинском институте.

Ситуация осложнялась тем, что прописан Роман был в Москве. Терять московскую прописку, а с ней и надежду на возвращение, он не хотел, и поэтому раз в две недели появлялся в Москве (от Москвы до Каунаса 1000 км). Вот тут-то ему по-настоящему пригодилась машина — он доезжал до Москвы за 12—15 часов. Я дважды сопровождал его туда и обратно. Это было сильное ощущение — гнал он без продыху. У него в то время было обострение язвы двенадцатиперстной кишки, и потому каждые два-три часа он вынужден был что-то съесть (печенье, молоко), не останавливая машины. Вот разве что охотничьи дела могли отвлечь его. Визг тормозов, задний ход, вот она, желанная цель, открывается дверца, достается ружье — выстрел, подбираем трофей и вперед! И так каждые две недели. А ведь в Каунасе был принципиально новый курс, слушатели — медики. Надо было много готовиться, руководить кафедрой, и эти напряженные поездки были, как ни странно, рядкой.

Вскоре после начала каунасского периода Роман зашифровал в Москве докторскую диссертацию. Ему было 33 года («Остапа возраст и Христа»). Защита прошла успешно (ах, какую поэму написала Ольга Грабарь-Епифанова, и мы с ней, с Женей Карасевой и с Сашей Уголевым записали ее на магнитофон), через короткое время Роман стал доктором и там же, в Каунасе, профессо-



Заведующий кафедрой биохимии Каунасского медицинского института. 1954 г.

ром. И тут его стали звать на работу — и в Ленинград, и в Москву. Последнее победило. Возрождать генетику! Хесин стал ведущим сотрудником отдела Института атомной энергии (ИАЭ), великим Хесиным, которого знали все биологи, но который оставался для своих немногих друзей тем же Ромкой — та же скромная манера одеваться (ковбойки, открытый ворот), характерная для ребят нашего поколения.

После того, как я перенес инфаркт, Роман приехал за мной и увез меня в Новгородскую область, где бережно пас меня, постепенно включая в походы за ягодами, грибами, на рыбалку и охоту. Словом, во все то, чему мы обычно предавались в ежегодных отпусках, проходивших обычно на севере: на Кольском полуострове, в Архангельской области, в Карелии. Особенно часто в последние годы мы останавливались на одной из северных губ Онежского озера. Выбрали мы это место после того, как объехали все доступные места вокруг шоссе Москва — Мурманск и пришли к выводу, что

ничего красивее, уединеннее и «добычливее» этого места нет. Первые годы мы там больше охотились (тогда еще был жив второй Пинг — ирландский сеттер), позже на первое место вышла рыбалка; я едва уговаривал взять с собой хотя бы одно из наших ружей. Средней нормой было 50 щук за три недели. Этот спортивный показатель вовсе не означал иногда приписываемой Роману склонности к количественным достижениям в общении с природой. Он любил на восходе солнца или вечером тихо дрейфовать на байдарке вдоль скалистых выходов гранита или вдвуг устремляться к берегу, чтобы сфотографировать одинокий цветок в расщелине скал («как свеча»), или с затаенной болью наблюдал, как сообщество чаек разных пород и крачек учат одного-единственного птенца подниматься с воды. Какой всеобщий восторг охватывал их, когда ему это удавалось! Вся стайка сопровождала успех малыша таким громким криком, что не только спящий, но и мертвый бы проснулся. На вечерней зорьке, когда вся окрестность была залита красным вечерним светом (а его в августе отделяют от утренней зари всего часа 4), Роман, азартно вытаскивая из воды подлещиков, бывал почти счастлив и лишь время от времени разворачивал лодку так, чтобы в наиболее выгодном ракурсе видеть онежские красоты. К концу трехнедельного пребывания на Святухе, когда счет пойманных щукам перевалил за 30, Роман уже видеть их не мог, испытывал к ним отвращение, но продолжал азартно их ловить. Что поделаешь, спорт есть спорт!

Если мне говорят, что Хесин за время прогулки по Подмосквовью отшагал 15 или 20 километров, но увидев ничего вокруг, я не верю. Он был так наблюдателен, что от него не ускользало ни редкое растение, ни токующий вдалеке тетерев, ни стремительно пролетающий над головой вальдшнеп, ни незамысловатая песенка чечевицы в кустах. Не встречал я равной наблюдательности и в городской жизни. Он, кажется, не обращает на тебя внимания, занят своим делом, но обнаруживается, что он отметил и новую рубашку, и изменения в прическе, и название книги, которую ты держишь. Он был жаден до всего нового, до всего, что он недостаточно знал. Его интересовали и стихи, и научные идеи в других областях знания, и скульптура. В течение года он мог отвести для чтения художественной литературы лишь немногие минуты перед сном, зато летом, на прионежских скалах, жадно проглатывал все книги, накопленные за год, высказывая свои оригинальные, редко совпадающие с нашими, суждения о прочитанном.



Среди друзей. Слева направо: К. М. Эфрон, Е. В. Карасева, стоит Б. С. Кулаев. Москва, 1979 г.

Как мы его любим, свидетельствует комичная история, разыгравшаяся на одной из школ по молекулярной биологии, председателем оргкомитета которых Роман был долгие годы. По дороге к Можжинке, где эти школы проходили много лет, в машине среди других ехала моя жена Ноэми и Саша Нейфах. Речь зашла о недавних выборах в Академию наук, о том, что выбирают не всегда достойных кандидатов, вот Хесина никак не выберут. Ноэми воскликнула: «Все эти академики не стоят и выеденного яйца Хесина!» Нейфах распространил среди участников школы этот случайный каламбур от своего имени. На заключительном банкете, где, как обычно, вручали памятные подарки, сопровождая их шуточными посланиями, Роману преподнесли подъячник и выеденную скорлупу куриного яйца, сопроводив это соответствующими комментариями. Осенью следующего года устыдившиеся карьеристы избрали Хесина членом-корреспондентом.

Жизнь убивает самых умных, самых смелых, самых нежных. Что-то в этом роде писал Хемингуэй. Но как, узнав свой диагноз-приговор, Роман держался! В 1984 г. после тяжелой операции (рак, по его мнению, у него

начал формироваться после смерти сына) Роман на своей «Ниве» приехал к нам в Литву на дачу, которую мы снимали. Мы были уверены, что он едет не один, ведь от Москвы до нашего места было больше 1000 км. Когда он остановил машину, мы подбежали к нему, но он сделал знак, чтобы мы не мешали и долго сидел за рулем, не в силах пошевелиться, потом вылез наружу, поздоровался и пошел в отведенную ему комнату. Через некоторое время мы уже гуляли по уголкам лесничества. К концу месяца он заметно окреп, плавал на байдарке по озерам, жил в палатке на берегу. Был со всеми ласков и непривычно мягок.

Следующим летом он уже лежал в Онкологическом институте. Мы понимали, насколько тяжело его состояние, но не думали, что конец так близок. «Ты со своими поезжай, отдохните как следует. А потом вам предстоит тяжелая работа — выгуливать меня, когда я выпишусь отсюда». Мы уехали к друзьям под Казань, где и получили телеграмму о его смерти.

«...Зачем же наваливать и на других ту тяжесть, которую все равно должен вынести сам — никто не поможет, ее не разделишь, а им было бы тяжело». Это из его завещания. Там же четверостишие А. Грина:

«Каждый, жизнь целуя в губы,  
Должен должно платить  
И без жалоб, стиснув зубы,  
Гордо молча уходить...»

## Дискуссия на биофаке. 1947 г.

С. Э. Шноль

**Д**О 1947 г. Р. Хесин был мало заметен на факультете. Сигналом для его выхода на авансцену была неожиданная статья Т. Д. Лысенко в «Литературной газете» 4 ноября 1947 г. «О внутривидовой борьбе».

...В начале статьи было написано: «Заяц зайца не ест. Волк волка не ест. Волк зайца ест». И миллионы читателей понимали, что авторы правы, — ведь в самом деле заяц не ест волка! В таком стиле была выдержана огромная, на всю газетную страницу, статья. На самом деле все было очень серьезно — внутривидовая борьба — основа дарвинизма — основная причина дивергенции и видообразования.

Биофак «вскипел». Было решено принять вызов и 11 ноября устроить открытую дискуссию по проблемам внутривидовой конкуренции и основам дарвинизма. Студенты веселились. Предстоящая дискуссия по накалу страстей вполне соответствовала спортивному духу тех лет, всеобщему увлечению футболом и делению общества на болельщиков разных команд. Здесь все, естественно, болели за университетскую команду.

Первоначально предполагали провести дискуссию в Большой зоологической аудитории (в основном здании биофака — в Зоомузее). Но декан С. Д. Юдинцев и его «команда», в составе которой был Хесин, не смогли войти внутрь: всюду — на ступеньках, в проходах, на высоких подоконниках, плотной толпой в дверях — стояли шумные, возбужденные студенты. Среди них выделялась группа студентов-физиков, спортсменов-альпинистов, занявших лучшие места в центре аудитории... Тогда декан тихо, чтобы не услышали студенты, распорядился перенести дискуссию в другое здание — на Моховую — в самую большую аудиторию университета — Большую Коммунистическую. Тайну сохранить не удалось. Раздался разбойничий свист. Огромная толпа буйных студентов, остановив уличное движение и пугая прохожих, пронеслась по улице Герцена, вернула на Моховую и заполнила огромную аудиторию, и опять в центре сидели шумные физики. Однако Юдинцеву и его команде в этот раз войти в аудиторию удалось. И тут выяснилось, что Лысенко и Презент на дискуссию не пришли. Вместо них был «заявлен» главный редактор журнала «За социалистическое земледелие» (бывший журнал «Яровизация») Ф. А. Дворянкин, уме-

лый участник турниров. Тощий, в черной косоротке с белыми пуговицами, в кирзовых сапогах, он своим обликом демонстративно отличался от европейски одетых, величественных интеллигентов-профессоров МГУ (не прошло и года, как он вместо академика И. И. Шмальгаузена стал заведовать кафедрой дарвинизма биофака).

Теперь, много лет спустя, ясно: исторический смысл, свою высокую ответственность участники этих событий недооценили.

Это была последняя, перед сессией ВАСХНИЛ 1948 г., возможность заявить о чрезвычайной опасности для страны, ее сельского хозяйства, ее благосостояния лысенковского обскурантизма. Нельзя было оставаться в рамках академической проблемы: внутривидовая борьба — основа биологической дивергенции.

...После вступительного слова Юдинцева, великий следопыт, зоолог, натуралист А. Н. Формозов красочно рассказал, как на самом деле живут зайцы и волки. И. И. Шмальгаузен — как и в своих лекциях студентам, наклонившись к своим запискам, монотонно и без ораторства изложил существенные теории эволюции. Темпераментен был М. М. Завадовский. Лучший лектор университета Д. А. Сабинин говорил о проявлениях внутривидовой конкуренции в растительном мире на примере физиологии растений. И тут вышел Хесин. Говорил он тихо, с мягкими интонациями, но смысл его слов был очень резким: это была оценка вреда, наносимого Лысенко стране в его борьбе против классической генетики и теории эволюции.

Парторг биофака С. И. Алиханян должен был вмешаться — он сделал Хесину ряд резких замечаний с требованием сохранять академический стиль. Студенты бурно реагировали. После каждого выступления членов университетской команды Дворянкин остроумно приводил часто неожиданные контраргументы, на память цитировал классиков биологии, высмеивал оторванность от жизни и сельхозпрактики университетской науки. Ему аплодировали — болельщики были беспристрастны — они приветствовали победителей турнира. После слов Хесина и особенно доклада Сабинина, вызвавших энтузиазм аудитории, Дворянкин сказал: «...Что это вы тут радуетесь — мне все это напоминает старинный лубок «Как мыши kota хоронили»...»



Биофак был в упоении победой. Хесин — самый молодой из «команды» — стал героем факультета.

Прошло немного времени. Летом 1948 г. умер А. С. Серебровский. С 31 июля по 7 августа прошла сессия ВАСХНИЛ. Биофаки МГУ, ЛГУ и сотни других биологических учреждений были разгромлены. Юдинцев, Шмальгаузен, Завадовский, Алиханян, Формозов, Хесин были уволены; Сабинину предложили публично отречься. На Ученом совете факультета в августе 1948 г. он произнес краткую речь о чести и научной истине и был уволен...

Коллекции бесценных мутантных линий дрозофилы были уничтожены. Когда-то, в 20-е годы, великий американский генетик Г. Меллер привез Н. К. Кольцову подарок — мутантных дрозофил. На этих культурах учились и работали поколения студентов-гене-

тиков. Мух вытряхнули из стеклянных стаканчиков, где они размножались на «питательном субстрате» — манной каше с компотом. Голодные мутантные мухи летали по факультету и ползали на лекциях по тетрадиям. Лекции читали новый декан И. И. Презент, новые завкафедрами: дарвинизма — Ф. А. Дворянкин, генетики — Н. И. Фейгенсон. Уцелевшие профессора выполняли уничижительный приказ декана Презента: они были обязаны слушать его лекции (в целях «перевоспитания»). Презент витийствовал: «Пинцетом истинной науки мы вырвем плевелы менделизма-морганизма из засоренных голов советского студенчества...»

Он читал эти лекции в той же Большой Коммунистической аудитории. Р. Хесин в это время был безработным. Его карьера «чистого» генетика была прервана.

## Ненаучные черты научной биографии

Ж. Г. Шмерлинг

**В** 1948 г. после сессии ВАСХНИЛ и увольнения из университета с кафедры генетики Хесин остался и без работы и без любимой специальности. Уже в те годы, далекие от молекулярной биологии, он предвидел неизбежное слияние генетики и биохимии и поэтому лучшим для себя считал переквалифицироваться в биохимики.

Пройдя большой аспирантский практикум в 1-м Московском медицинском институте, он в октябре 1949 г. поступил в лабораторию химии тканей Института медицинской и биологической химии АМН, которой руководил профессор С. Я. Капланский. Наше знакомство, начавшееся тогда, перешло в большую дружбу и долгое сотрудничество.

В лаборатории был дружный коллектив, сложившийся еще до войны. Благодаря необыкновенно высоким человеческим качествам Капанского, его доброте, юмору и строгому отношению к работе, в лаборатории создался особый микроклимат, в котором научные интересы тесно переплетались с дружескими отношениями между сотрудниками и лабораторным бытом. У нас были коллективные завтраки с ежедневными дежурными, «скрижали», которые велись много лет, свой поэт — Т. В. Краснова, своими стихами комментировавшая все внутрилабораторные события, наши маленькие праздники. Коллектив принял Хесина очень тепло. Этому, конечно, способствовала и та несправ-

едливость в его судьбе, которая привела его в биохимию, и его личные качества. Роман Бениаминович быстро освоился с традициями лаборатории, строго их соблюдал и полностью вписался в коллектив. Он выучил и пел наш лабораторный гимн на ежегодном праздновании «Дня лаборатории», 7 февраля, в день рождения Капанского. Хесин внес дополнительный и научный, и жизненный стимул в жизнь лаборатории, обогатил ее и новыми научными идеями, и новой очень интенсивной системой работы (сам он работал по 14—16 час без всякого временного регламента). К тому же он был единственным мужчиной, не считая Капанского, в женском коллективе из семисюльми человек. Все это создавало исключительно благоприятную обстановку для работы и жизни в лаборатории. Роман Бениаминович это очень ценил и впоследствии многое из обычаев нашей лаборатории перенес в свой рабочий коллектив.

Однако его «служебный путь» в институте складывался не так хорошо. Летом 1948 г. он защитил кандидатскую диссертацию и случайно успел пройти утверждение в ВАКе, буквально за несколько дней до трагической сессии ВАСХНИЛ. Его зачислили к нам на должность младшего научного сотрудника. Естественно, это всех устраивало. Но меньше чем через год Хесин, как самый новый сотрудник, попал под очередное со-

ВЫПИСКА ИЗ ПРИКАЗА № 506.

по Московскому ордена Ленина Государственному Университету  
им. М. В. Ломоносова

от «26 августа 1948г.

С целью освобождения биологического факультета от лиц, в своей научной и педагогической работе стоящих на антинаучных позициях марксизма — морализма, уволить от работы в Московском Государственном университете: ассистента Лесина — Лурье Самана Бениаминовича (кафедра генетики).



з. 259 т. 20 000

Приказ об увольнении из университета.

крашение. Тем не менее его удалось отстоять: два старших научных сотрудника согласились перейти в младшие. Следующий удар был страшнее. Согласно приказу по АМН, «нераскаявшимся» генетикам было запрещено заниматься научной деятельностью и наша сама по себе не очень «кровожадная», но очень послушная администрация издала приказ об увольнении Хесина. На этот раз единственной возможностью остаться на работе был перевод на должность лаборанта. Инициатива и помощь в таком решении проблемы принадлежала С. Е. Северину. Альтернатив не было.

Перевод Хесина в лаборанты совпал с получением интересных научных результатов: он предложил оригинальный метод фракционирования цитоплазмы и начинал свои пионерские работы по синтезу белка в изолированных цитоплазматических гранулах. В ответ на действия администрации Капланский освободил Хесина от всех плановых обязательств (ведь лаборант!) и создал ему «зеленую улицу» для работы над докторской диссертацией.

Блестящие результаты, успех в работе и дружественное отношение окружающих позволили Хесину перенести эту очередную неприятность и компенсировали острый недостаток в деньгах. Он не изменил ни привычным интенсивным темпам работы, ни своему научному энтузиазму. Правда, возникла новая помеха — язва желудка. Не ду-

маю, что она была непосредственным следствием всех служебных перипетий, но тем не менее она была, были и «голодные» боли и приступы, и в лабораторном термостате появилась дежурная манная каша. Эта язва, если не считать военных ранений, была первым ударом по его завидно здоровому организму. Так, будучи лаборантом, имея язву и не имея денег, Хесин подошел к научному финишу и в марте 1953 г. закончил экспериментальную работу над докторской диссертацией. И жизненная и научная судьба представлялась в самом радужном свете.

Следующий удар был непредсказуем. В связи с реорганизацией института 18 марта 1953 г. были уволены 26 сотрудников евреев — остались только два: А. Е. Браунштейн, уже открывший переаминарование и имевший потому всемирную известность, и П. Н. Рабинович, единственный в стране химик-органик, умевший синтезировать радиоактивные аминокислоты. На следующий день уволили всех, у которых один из родителей был евреем (остались М. Н. Колосов, будущий академик, и Ирочка Каганова). Нас с Хесиним уволили общим приказом. Капланскому отвезли приказ об увольнении домой, поскольку он только что выписался из больницы после своего первого инфаркта.

Сейчас трудно себе представить наш институт того времени. Реакция и оставшихся, и уволенных была очень сильной. Сейчас ее назвали бы стрессом, но тогда такого слова еще не было в обиходе. Было

много слез. Браунштейн сидел в своем кабинете и плакал: у него были уволены очень близкие ему и давние сотрудники. Рабинович из своей лаборатории не выходил. Мы с Хесиным сдавали оборудование и собирали свои экспериментальные материалы. Препятствий к их выносу нам не чинили.

Не веря в реальность увольнения, в первые дни безработицы мы коллективно пытались «искать правды» и обивали пороги в министерстве, в Академии и всех других мыслимых точках. В тех случаях, когда нас допускали на прием, нам, естественно, ничего не объясняли и ничего не обещали.

Радостным для всех был день 4 апреля 1953 г., когда в газетах опубликовали приказ об освобождении «врачей-убийц». Ликование было всеобщим. Мы были уверены, что нас восстановят на работе. Хесин помчался в лабораторию, чтобы сохранить свои рабочие растворы. Действительно, большую часть уволенных сотрудников восстановили. Вернувшись на работу Капланский сразу стал хлопотать о нашем возвращении. Но по до сих пор не понятным для меня причинам В. Н. Орехович категорически отказался вернуть и Романа Бениаминовича и меня на работу.

И вот началась долгая и томительная безработица. Каждый стал устраиваться в одиночку. И хотя нам очень помогли в наших поисках работающие товарищи, все было безрезультатно. В это время развернул свою деятельность Институт информации. Он не зачислял на работу евреев, но рефераты давал независимо от национальности и этим очень выручал, но нужна была настоящая работа. В течение почти полутора лет, все попытки получить ее были безуспешны. Стало ясно, что придется из Москвы уезжать.

Хесину тогда очень мешало его «генетическое» прошлое. Друзья узнали, что в Москву приехал новый ректор Каунасского медицинского института профессор Янушкевичус, которого очень тревожило отсутствие научной деятельности на кафедре биохимии. Удалось найти общих знакомых, они устроили свидание с Янушкевичусом, и Хесин получил приглашение заведовать кафедрой биохимии. Сейчас, много лет спустя, можно только удивляться и легкомыслию Янушкевичуса, и глубокому пониманию им людей: он доверял кафедре уволенному лаборанту без биохимического образования. С другой стороны, и Роман Бениаминович, никогда не читавший лекций по биохимии, должен был обладать смелостью, чтобы взять на себя ответственность за кафедру. Будущее показало, что они не ошиблись.

Начинался Каунас плохо. Прежде всего было трудно уезжать из родного дома и родной Москвы. Трудно было оставлять в одиночестве уже немолодого и нездорового отца, которого Хесин очень любил. Между ними были не просто родственные отношения — Роман Бениаминович считал отца, вместе с А. С. Серебровским, своими первыми учителями и в жизни и в науке. К этому нужно добавить и волнения о будущей работе, и сильный приступ язвы с жестокими болями и рвотами. Вот что пишет Хесин в своем первом письме из Каунаса: «Вас, конечно, интересует и моя личная жизнь. Ее нет почти совсем, а то, что есть, — боль в животе. Очень мне худо: сильнейший приступ, так что, идя на лекцию, думаю, не придется ли сбегать! Но пока все обходится. Снял комнату, хозяйка теперь покупает молоко, и я надеюсь, что это меня спасет (уже стало лучше). Таким образом, душевные переживания у меня полностью заменились буквально чисто животными. А вообще уехал из Москвы с очень тяжелым ощущением отъезда в ссылку, и здесь, пока не заболел животик, было весьма одиноко. Сильное впечатление заграницы, потери родины».

К счастью, дальнейшие события не подтвердили грустных прогнозов. Очень помогли литовские товарищи, сотрудники: встретили дружелюбно, Ученый совет единогласно утвердил его и. о. зав. кафедрой, а главное, очень удачными были лекции. Если сначала студенты громко возразили против русского языка, то уже через две-три лекции возникло взаимное понимание и интерес не только у студентов, но и у преподавателей других курсов и кафедр.

Кафедра была небольшой: три ассистента и четыре лаборанта. На кафедре был хорошо налажен педагогический процесс, но научной работы действительно не велось. Оставшиеся в живых сотрудники вспоминают: Хесин ничего не ломал, не устраивал общих собраний, бережно относился к обычаям кафедры. С каждым сотрудником он говорил отдельно, после чего каждый получал свое задание, твердо зная, что от него требуется. С большим теплом они вспоминают, как в жизнь кафедры входила наука. Она начиналась с оборудования, которое частично одалживалось у друзей в Москве. Так появились на кафедре аппараты Варбурга, центрифуга и спектрофотометр. Любовь и интерес к науке воспитывался личным примером, который всегда был главным «инструментом» в педагогике Хесина.



Фронтвики (с Д. М. Гольдфарбом).  
1980 г.

В. Ю. Гаврилов (слева) и  
Л. А. Блюменфельд.

Очень ему повезло и с жильем. Хозяева, молодая пара, старались помочь одинокому жильцу в бытовом плане, подружались и даже целиком взяли на себя заботу о Пинге — ирландском сеттере, который сопровождал Хесина в его поездке.

Каунасское одиночество скрашивали друзья — они часто приезжали и жили у него. Дружба в жизни Романа Бениаминовича играла большую роль, в его одинокой жизни они заменили ему семью. Он умел дружить и, когда с кем-нибудь из близких друзей случалась беда, с горячим участием приходил на помощь. Здесь, он не жалел даже своего времени, которым дорожил больше всего. Никогда, ни у кого не просивший для себя, он использовал все свои возможности, чтобы просить за своих друзей. Я думаю, что многие из них четко разделяют свою жизнь на две части: пока Роман был жив и когда его не стало.

Каунасский период близился к концу. Несмотря на относительно короткий срок (три года) он сыграл весьма важную роль в жизни Хесина. Здесь он почувствовал и проявил свой организационный талант, способность возглавить научный коллектив. В то же время он защитил докторскую диссертацию и, впервые за много лет, ощутил твердую почву под ногами.

Осенью 1956 г. Хесин по приглашению Н. П. Дубинина вернулся в Москву, для организации группы биохимической генетики в Институте биофизики АН СССР. В группу, составившую основу будущей лаборатории Хесина, вошли И. А. Басс, Г. П. Платова, В. А. Гвоздева, Ж. М. Горленко, Л. Аллей-

никова и Нанкина. Поначалу все сотрудники были рассредоточены по всей Москве в тех институтах, где друзья Хесина смогли выделить по одному-два рабочих места в своих лабораториях. Особенно отличился верный друг Д. М. Гольдфарб (умерший в конце февраля 1990 г. в Вашингтоне). Он щедро поделился с Хесиным своим очень скромным в то время лабораторным пространством и оборудованием, приютив двух сотрудников группы. Работать было трудно и потому, что отдельные звенья эксперимента оказались разобщены: «связистом» был Хесин, как всегда, на своей машине. Территориальные, да и другие служебные мытарства закончились при переходе всей группы в радиобиологический отдел Института атомной энергии, созданный по инициативе И. В. Курчатова, А. П. Александрова и И. Е. Тамма для возрождения и развития поруганной и разрушенной в 1948 г. генетики. Тогда Хесин пригласил меня работать вместе во вновь созданной лаборатории, которая в системе института называлась сектором 57.

Нельзя не отметить большую желательность к новому, такому непривычному для физиков отделу. Мы постоянно чувствовали большой интерес и поддержку и со стороны администрации и тех сотрудников, с которыми нам приходилось сталкиваться. Большую часть лабораторий нового отдела приютил у себя в здании И. И. Гуревич. Наши мыши, крысы и кролики мирно разместились в окружающих мощных физических лабораторий и реакторов. Институт был, в то время богатым, и нам, по возможности,



ни в чем не отказывали, даже в такой экзотике, как молоко кокосовых орехов и морская вода, необходимые для некоторых привередливых клеточных культур. Непосредственным организатором нашего отдела был В. Ю. Гаврилов, отдавший много душевных и физических сил и для его создания, и для строительства нового здания, где расположен сейчас Институт молекулярной генетики, выросший из нашего отдела.

Об истории биологического отдела, возникшего в недрах физической науки, уже много известно, и я не буду останавливаться на хронологическом изложении событий, связанных с созданием сектора 57, который затем превратился в ЛМОГ — лабораторию молекулярных основ генетики. В этой лаборатории Хесин проработал всю оставшуюся жизнь, здесь он состоялся как ученый и организатор, проявив все свои замечательные качества исследователя и человека. В создании лаборатории и в ее работе он следовал принципам высокой научной этики, научного энтузиазма и самоотверженного труда. Чрезвычайно требовательный он исключал всякую халтуру и небрежность в работе. В создании лаборатории участвовал весь коллектив, к которому вскоре присоединились М. Ф. Шемякин и О. Б. Астаурова, Ю. Н. Зограф и В. А. Никифоров, Богданов и другие.

Шло время. Появились новые люди, аспиранты, дипломники. Лаборатория росла, увеличивалась педагогическая и административная нагрузка, а ее руководитель занимался экспериментальной работой, которая продолжалась часто далеко за полночь.

У нас появились свои традиции и обы-

чай. Мы отмечали много дат и событий. Основной датой стало 20 декабря, когда был принят первый сотрудник — И. А. Басс, у которой был собственный день рождения. Важной датой в жизни лаборатории считалось 10 апреля — с нее начал свою жизнь сектор 57 в ИАЭ. Этот день отмечался каждые пять лет. Праздновались и другие события: удачное завершение работы, хорошие доклады, отдельные дни рождения и т. д. Остались в памяти капуста в честь получения первого РНК-полимеразного мутанта, устойчивого к действию рифампицина, празднование синтеза первого радиоактивного АТФ. В традицию лаборатории вошло празднование дня рождения Хесина — 24 марта. В этот день был общий чай в лаборатории, на который сотрудники приносили самодельные кулинарные изделия. Материальных подарков именинник не допускал. Были у нас и другие особенности. При рождении ребенка у кого-нибудь из сотрудников обязательно дарили коляску. Из общелабораторной кассы (ежемесячные взносы сотрудников в размере 1% зарплаты) покупали чай и подарки. Другая касса (ее основой были «аспирантские» деньги, вносимые в кассу сначала Хесиным, а затем и другими) давала нам возможность основательно поддерживать сотрудников в их тяжелые минуты.

Нелегкой для нас оказалась проблема кадров. Наряду с общими для всех «анкетными» препятствиями у нас возникало еще одно и, увы, очень серьезное — в нашей лаборатории не было ни одного члена партии. Этот трудно преодолимый «дефект»

и привел к тому, что партком ИАЭ вынес специальное постановление: запретить зачисление в нашу лабораторию беспартийных. Но проблема оказалась очень трудной: во-первых, к нам на работу молодежь поступала сразу после вуза или аспирантуры и, во-вторых, по своей бескомпромиссности Хесин считал для себя невозможным уговаривать сотрудников вступить в партию и снижать требования для новичков только в угоду такому признаку, как партийность. Долгий период мы старались обойти эти трудности, зачисляя людей в дружественные лаборатории. Но это создавало в некоторых случаях ложные ситуации. Кризис разрешился переводом в нашу лабораторию для повышения ее идеологической чистоты средо-лаборанта Н. В. Гладковской, бывшей кандидатом в партию.

Существенным моментом лабораторной жизни были еженедельные «пятиминутки» по понедельникам, длившиеся порой до конца дня. Их программа была очень разнообразна: экспериментальные отчеты, рефераты, репетиции внелабораторных выступлений и диссертационных докладов. Росла лаборатория, и рос ее научный потенциал. Ее работы получили общее признание, и она заняла свое место в числе ведущих лабораторий в области молекулярной биологии. Сотрудники лаборатории стали лауреатами Государственной премии, несколько раз получали премии им. И. В. Курчатова. Хесина избрали членом-корреспондентом АН СССР.

Хочу остановиться на двух далеко не стандартных особенностях Хесина. Первая — он никогда не был соавтором в тех работах, в которых не принимал либо экспериментального, либо теоретического участия. Может быть, поэтому список его научных публикаций меньше, чем у многих ученых его ранга. Зато огромный список тех работ, в которых ему выражают искреннюю признательность и благодарность. Вторая особенность заключалась в том, что он почти до конца жизни работал экспериментально и многие исследования, проводимые в лаборатории, начинались на его рабочем столе. Этот факт имел большое значение для лабораторной жизни, так как, будучи прекрасным экспериментатором, он был наглядным примером для сотрудников. Совмещать руководство, чтение лекций в университете и эксперимент позволяла исключительная работоспособность Романа Бениаминовича — он работал дни и ночи.

раз большого ученого и достойного человека. Об одной его черте не могу не сказать — его доброте, которой он стеснялся и старался не показывать. Ему нравилось быть «железным».

Рассказывая о Романа Бениаминовиче, нельзя не сказать о самом большом его горе. Весной 1965 г. по нелепой случайности погиб его сын. Это горе, конечно, притупилось со временем, но никогда не оставляло его ни в светлые, ни в горькие минуты. В это время он высказал такую мысль: «Свои гены можно передавать не только генетическим путем, а можно их передавать своим ученикам». Может быть, из этой идеи и возникли последние работы о горизонтальной передаче генов.

После 1965 г. началась серия инфарктов. Роман Бениаминович научился бороться с ними, в чем очень помогал ему профессор А. И. Сыркин. На работе лаборатории они сказывались не сильно. После нескольких реанимационных дней его палата в больнице превращалась в филиал лаборатории, где обсуждались экспериментальные данные, правились статьи и на столе увеличивалась стопка журналов. Научная жизнь Хесина плодотворно продолжалась.

Не нужно думать, что работа в этот период была сплошной идиллией. Трудностей хватало. Несмотря на многочисленные и постоянные приглашения, Хесин ни разу не был за границей, если не считать поездку в ЧССР на Менделеевские торжества и в ГДР на 5 и 7 дней. Даже свои ставшие классическими работы о «поздних» и «ранних» РНК докладывал за него в Страсбурге В. Ю. Гаврилов.

В 1984 г. Хесина настигла болезнь, с которой он не мог справиться. Последние дни своей жизни он провел в онкологическом центре, допуская к себе только самых близких людей. Среди них был и Г. И. Абелев, который очень помогал в это время и очень скрасил последние дни его жизни...

Роман Бениаминович умер 16 июля 1986 г., и хотя ему пришлось испытать много несправедливости, горя и физической боли, он прожил замечательную жизнь. Прежде всего она была прекрасна своей бескомпромиссностью. Он знал счастье творчества, радости любви и дружбы, был признан при жизни. Его любили ученики и сотрудники. Большую радость он испытывал при общении с природой. Был страстным рыболовом и охотником. Способом его жизни была работа во имя науки, ее эмоциональной основой были твердость и любовь, доброта к людям.

# Открытие рибосом

С. Э. Шноль

**КАК УДАЛОСЬ** профессору С. Я. Капланскому принять его на работу в свою лабораторию в Институте биологической и медицинской химии — АМН? После изгнания из МГУ Р. Б. Хесин стал биохимиком — прошел большой аспирантский практикум на кафедре биохимии 1-го Московского медицинского института под руководством замечательного человека профессора Надежды Филипповны Толкачевской. И Капланский принял на работу не генетика, а биохимика Хесина, в котором соединились две специальности — генетика и биохимия. А это соединение — молекулярная биология. В этом Хесин уникален. Он стал первым — исходным — молекулярным биологом в нашей стране.

В марте 1948 г. он защитил кандидатскую диссертацию на тему «Влияние материнского организма на характер развития потомства у *Drosophila melanogaster*» — ученая степень была утверждена ВАК за несколько дней до сессии ВАСХНИЛ. Лишенный возможности заниматься собственно генетическими исследованиями, он в лаборатории Капланского продолжал изучение этой же проблемы биохимическими методами.

...Сейчас, 40 лет спустя, трудно представить себе тогдашний «уровень незнания»: есть наблюдения корреляции процессов биосинтеза белка и нуклеиновых кислот; лишь недавно стала известна работа Эвери и сотрудников о роли ДНК в трансформации пневмококков;

матричная концепция Кольцова еще представляется лишь абстрактной гипотезой; и никакой идеи, связывающей ДНК, РНК, их полинуклеотидные тексты с последовательностью аминокислот в полинуклеотидных цепях белков...

...Как странно из сегодняшнего времени видятся исследования тех лет — движение слепых, ищущих дорогу среди невидимых ими зданий, подземных переходов, уличных киосков и движущегося транспорта... Всего несколько лет осталось до статьи Уотсона и Крика, работ Херши и Чейза, Хогланда и Липманна. А наши, затравленные и шельмуемые, борются с обстоятельствами. Наш эмигрант Г. А. Гамов — автор идеи генетического кода. Наш А. А. Нейфах в Москве представил независимо и ранее Гамова сходную концепцию такого кода. И получил

статью из «Известий АН. Серия биологическая» обратно. С резолюцией осторожного А. Н. Белозерского — статья не может быть опубликована: формальные математические соображения не применимы к столь самообитной науке, какой является биология...

А у нас сурово преследуют «менделеевско-морганистов» и запрещают «нераскалываться» генетикам заниматься научной работой. И еще много лет (до 1964!) в вузах истребляют «формальную генетику», преследуют — даже исключают из университетов — студентов, пытающихся самостоятельно узнать истину<sup>1</sup>. В этих условиях работа Хесина имела чрезвычайное значение.

В осеннем семестре 1950 и весеннем 1951 г. я делал дипломную работу в Лаборатории физиологической химии АН СССР, в здании Института биологической и медицинской химии на Погодинке, д. 10. Лаборатория Капланского, где работал Хесин, была расположена на третьем этаже, наша — на втором, железная винтовая лестница связывала их с первым этажом, где стояли большие центрифуги. Они не имели холодильных агрегатов. Чтобы при центрифугировании препараты не перегревались, корпус центрифуг обкладывали «сухим льдом» — твердой CO<sub>2</sub> — в специальных полотняных мешках.

Роман мешал мне работать, расхаживая в лыжном костюме и футбольных бутсах. У себя в лаборатории он готовил гомогенаты поджелудочной железы крыс, инкубировал их с мечеными аминокислотами и, как горный обвал, грохоча бутсами по железной лестнице, несся к уже охлажденной центрифуге. Окончив центрифугирование, с грохотом взбежал на свой этаж. И так много раз в день... Я впал в неврастению, но, выбежав на лестничную площадку, увидел веселого и азартного Романа...

Он нуждался в АТФ. Я выделял тогда АТФ из мышц кроликов для своей работы (покупать реактивы было не на что). И весь избыток — почти 12 граммов — отдал Роману. Он сделал к этому времени замечательное открытие: меченые аминокислоты, об-

<sup>1</sup> Дело сестер Н. и Е. Ляпуновых и студентов Н. Воронцова, А. Яблокова, Ю. Богданова, Л. Киселева, М. Шемкина — участников домашнего генетического кружка А. А. Ляпунова (какие имена! — все участники этого кружка — видные биологи последующих десятилетий).

разу пептидные связи, прежде всего оказываются во фракции «легких больших гранул» клеточного гомогената, осаждаемой при центрифугировании после митохондрий. Синтез белка, помимо включения меченых радиоактивных аминокислот, был подтвержден и непосредственно — по нарастанию содержания белка и увеличению ферментативной активности амилазы.

Это было волнующее событие. Почти одновременно и вполне независимо от работ Э. Келлер и П. Замечника, работавших в прекрасно оборудованной лаборатории в Англии. Хесин, выпрашивающий (будучи обаятельным) сухой лед у продавщиц мороженого, сделал выдающееся открытие — обнаружил, что белки синтезируются в легкой фракции клеточного гомогената, куда, как выяснилось впоследствии, попадали рибосомы.

Доклад Р. Б. Хесина на заседании Московского биохимического общества, где председательствовал С. Е. Северин, вызвал чрезвычайный интерес. На докладе был представлен Ф. Штрауб, ученик и последователь А. Сент-Дьердьи. Тогда в Венгрии начали заниматься этой же проблемой. На слова Хесина, что продолжение этой работы сдерживается недостатком АТФ, Штрауб сказал, что у него АТФ много и потому он надеется на успех в своей лаборатории.

...Начальственные авторитеты пытались острить: «Хесин первый биохимик среди генетиков». А в этом и было дело. Биохимики, считавшие ссылки на надмолекулярные структуры лишь «ширмой, за которой скрывается наше незнание», считавшие обязательным финалом биохимического исследования воспроизведение процесса в бесструктурной системе, с большим трудом свыкались с мыслью, что некоторые биохимические процессы в гомогенных растворах невозможны. Хесину не удалось должным образом продлить свои исследования — он был уволен.

Впрочем, скоро работы Келлер и Замечника, а затем и других исследователей вполне убедительно показали, что рибосомы — клеточные органеллы, состоящие из белков и РНК — надмолекулярные машины, синтезирующие белок. Рибосомы стали основным объектом исследований многих лабораторий и сотен исследователей.

Пионерные работы Хесина оказались неизвестны большинству этих исследователей. И здесь все в соответствии с нашей традицией — сначала травим, а потом подчеркиваем отечественный приоритет... Я помню Хесина в это время. Он был бодр и сосредоточен. Писал книгу «Биохимия цитоплазмы» — это тема его докторской диссертации.

Популярность его росла. Выходили статьи. Большим событием была его лекция в Большой Зоологической аудитории старого здания Московского университета в 1956 г. Впервые после 1948 г. на биофаке выступал генетик, но говорил о проблемах биохимии — и произвел сильное впечатление на студентов.

Не все понимали символический смысл этой лекции Хесина на биофаке в 1956 г. — через девять лет после драматических событий 1947 г. Это была прямая реализация связи поколений — его слышали студенты, лишенные возможности нормального изучения и тем самым знаний современной генетики и только зарождавшейся молекулярной биологии. Это было «улавливание душ». Один из этих студентов — В. А. Гвоздев — еще продолжал учебу на кафедре биохимии животных биофака, еще выполнял дипломную работу по исследованию влияния карнозина на трансгидрогеназу, но уже самостоятельно начал изучать генетику и после окончания университета пошел работать к Хесину.

## Сначала идея...

В. А. Гвоздев

**О** ДНО из самых главных открытий Р. Б. Хесина — это экспериментальное доказательство смены работы разных генов в развитии. Эти исследования выполнены в начале 60-х годов, когда еще только складывались представления о существова-

нии и функционировании в клетке информационной РНК. В основной работе, опубликованной в 1962 г., написано: «Ранние и поздние мРНК образуют комплексы с ДНК фага T2 независимо друг от друга. Можно полагать, что эти типы мРНК синте-



зируются на разных локусах и молекулы ДНК фага и что одна часть молекулы ДНК функционирует на ранних стадиях, а другая часть — на поздних стадиях. На ранних и поздних стадиях развития фага синтезируются различные белки, поэтому можно предполагать, что синтез этих белков регулируется на уровне синтеза мРНК»<sup>1</sup>.

Фундаментальное значение полученных данных не нуждается в комментариях. Хесин не имел возможности представить свою работу на международных симпозиумах и конгрессах, и можно пожалеть, что она была доступна лишь ограниченному кругу молекулярных биологов мира. Он не мог выезжать на Запад, а слабые попытки сделать его «выездным» если и делались сильными мира сего, то так никогда и не реализовались. Тогда же сходные результаты были опубликованы С. Спигелманом с сотрудниками.<sup>2</sup> Американские исследователи разделили ранние и поздние РНК, используя методы специфического фракционирования на колонках, тогда недоступные в Москве. Однако Хесин разработал более элегантный и принципиально новый метод, конкурентной гибридизации нуклеиновых кислот и нашел простой способ обнаружения ДНК — РНК гибридов по устойчивости к РНКазе, быстро разрушающей свободную РНК.

Логика экспериментов заключалась в следующем. Если информационные РНК на ранних и поздних стадиях инфекции синтезируются на разных генах, то при образовании комплексов с ними ранние и поздние РНК не будут мешать друг другу — не будут конкурировать за места связывания с ДНК, а если на одних и тех же, конкуренция будет. опыты показали, что избыток немеченой РНК, выделенной из клеток на поздних стадиях инфекции, почти не снижает связывания с ДНК радиоактивно меченой РНК, выделенной на ранней стадии. Точно так же избыток не меченой ранее РНК не снижал связывания меченой позднее РНК. Это означало, что информационные РНК для ранних белков синтезируются на одних генах, а для поздних — на других. По-видимому, это была первая публикация с описанием метода конкурентной гибридизации, который позднее стали широко использовать при изучении процессов транскрипции.

Свидетельства фундаментальности этого открытия обнаружались через много лет.

В 1985 г. приехавшему в страну Д. Уотсону представили вышедшую в 1984 г. книгу Р. Б. Хесина «Непостоянство генома», и нобелевский лауреат сразу вспомнил имя автора как открывателя "early and late messengers" (ранних и поздних мРНК). В том же году при выдвижении работ Хесина на Ленинскую премию В. И. Агол отметил, что за все годы его лекционного курса вирусологии в МГУ результаты, полученные Хесиным 23 года назад, единственные из моря научных достижений не потеряли своего значения и актуальности.

Это открытие принадлежит Хесину не случайно. В нашей стране он был первым генетиком, ставшим, пусть в силу обстоятельств, биохимиком. В его биографии, как в зеркале, отразилась история отечественной генетики. Казалось бы, что одного из лучших студентов биофака МГУ, любимого ученика А. С. Серебровского ожидает вполне определенное будущее. Вот фрагмент характеристики, данный сталинскому стипендиату Хесину его учителем летом 1945 г.: «...Еще на первом курсе им выполнено небольшое исследование на тему о времени действия летальных мутаций.

На третьем курсе он выполнил другую исследовательскую работу, посвященную биологии *Desmometopa tarsalis*. Названная работа показала, что в лице Хесина-Лурье Р. Б. мы имеем молодого научного работника, владеющего экспериментальным методом исследования и хорошо ориентированного в специальной литературе. Названная работа получила вторую премию на студенческом конкурсе и сдана в печать.

В настоящее время Хесин-Лурье успешно выполнил дипломную работу, потребовавшую от него овладения сложными генетическими методами исследования. За время пребывания в университете Хесин-Лурье прочитал 3 доклада на общемагистерских студенческих конференциях. Эти доклады показали его подготовленность в различных областях биологии...»

Работа на кафедре генетики и влияние Серебровского оказали огромное влияние на Хесина. В посвящении к его книге «Непостоянство генома» читаем: «Только с годами понимаешь роль, которую сыграли в твоей жизни первые учителя. В знак благодарности посвящаю эту книгу памяти Бениамина Романовича Хесина и Александра Сергеевича Серебровского».

До войны на кафедре генетики МГУ было всего четыре человека: Н. И. Шапиро, М. Е. Нейгауз, С. И. Алиханян, Р. И. Серебровская. После войны пришли Н. Я. Федорова и Р. Б. Хесин. Тогда на кафедре выпол-

<sup>1</sup> Хесин Р. Б., Шемякин М. Ф. // Биохимия. 1962. Т. 27. С. 761—779.

<sup>2</sup> Spiegelman S. et al. // Proc. Nat. Acad. Sci. 1962. V. 48. P. 1942.

нялись яркие работы. Алиханян по инициативе Шапиро еще в 1937 г. определил число генов на отрезке X-хромосомы у дрозофилы. Подобные работы, приведшие к представлению о соотношении одного диска одному гену, появились на страницах зарубежных генетических журналов только в 70-х годах. Погибший на войне М. Е. Нейгауз исследовал гомологии в X- и Y-хромосомах дрозофилы, доказывая кроссинговер между ними. Эти классические исследования до сих пор широко цитируются в зарубежной литературе, как и работы Н. И. Шапиро по радиационному мутагенезу. В основе научных интересов главы кафедры лежала проблема гена — Серебровский развивал идеи протяженности и дробимости гена. Хесин и Алиханян вспоминали, что Серебровский всегда был одержим идеей. Следуя примеру своего учителя, Хесин считал, что в основе исследования должен лежать не частный вопрос, а идея.

Одна из лучших работ Хесина — его статья, посвященная 80-летию Серебровского<sup>3</sup>. Он затратил на нее массу сил и времени: как всегда очень тщательно ксерокопировал, заново прочел и продумал редкие публикации Серебровского. Элемент халтуры полностью отсутствовал во всех сферах деятельности Хесина, начиная от эксперимента и кончая подготовкой докладчиков на школы по молекулярной биологии. И эта статья, в которой блестяще описана логика исследований Серебровского по проблеме гена, явилась плодом большого труда, творческого напряжения и эмоциональной отдачи. Однако, несомненно, автор получил от нее большое удовольствие. Тогда статья подверглась цензуре, поэтому приведу недостающий фрагмент из рукописи: «...и все это он (Серебровский) делал в опасной борьбе, не только чисто научной, но и идеологической, потому что, как писал сам Серебровский: «Против этого учения (морганоменделеевской теории.— Р. Х.) со стороны марксистов ... выдвинут ряд тягчайших обвинений... Во-первых, указывается, что эта теория недиалектична, во-вторых, указывается на ее будто бы нематериалистический характер и, в-третьих, на ее контрреволюционность, или в лучшем случае нереволуционность» (Серебровской А. С. Теория наследственности Моргана и Менделя и марксисты // Под знаменем марксизма. 1926. № 3. С. 103).

Сам Хесин на кафедре генетики занимался экспериментами, результаты которых

в значительной степени определили его биохимические работы. Исследуя так называемый «материнский эффект» у дрозофилы, он показал, что индивидуальное развитие есть результат взаимодействия ядра зиготы с плазмой материнского организма. Первые стадии развития в значительной степени определяются плазмой яйца, т. е. только генотипом матери, в том числе и аллелями тех генов гетерозиготной матери, которые в результате расщепления не были переданы зиготе и будущему организму. За рубежом к генам материнского эффекта интерес возник значительно позднее: сходные по результатам работа известного специалиста по генетике развития А. Гарсия-Бенидо появляется через 30 лет<sup>4</sup>. Сейчас эти работы чуть ли не самые модные, они в значительной степени составляют содержание таких, как теперь говорят, престижных журналов, как "Cell" и "Nature".

В конце 40-х годов степень незнания роли нуклеиновых кислот в системе белков была очень велика. Появилось много публикаций о корреляции между синтезом белка и РНК (работы Ж. Браше и Т. Касперссона), но в то же время полагали, что роль рибонуклеиновой кислоты — лишь энергетическая. В кандидатской диссертации Р. Б. Хесина есть фраза: «По-видимому, нуклеиновые кислоты играют определенную роль в биосинтезе белка». Хесин начинает штудировать биохимическую литературу по "Journal of Biological Chemistry". Оказалось, что главный биохимический журнал в значительной степени заполнен работами по биохимии субклеточных структур, в которых решался вопрос о месте синтеза белка в клетке и способности субклеточных структур к автономному синтезу белка. (Последнее особенно интересовало Хесина в связи с его исследованиями материнского эффекта на дрозофиле.)

Существование материнского эффекта предполагало возможную автономию синтеза белка в структурах цитоплазмы (так называемых плазмагенов — внеядерных детерминантов материнской наследственности), поэтому вырисовывается связь интересов биохимиков с той проблемой материнского эффекта, которой Хесин занимался как генетик.

...Хесин начинает работать в Институте биологической и медицинской химии АМН СССР. Поразительна его работоспособность. В августе 1948 г. прошла сессия ВАСХНИЛ, а уже осенью 1949 г. он делает обзорные

<sup>3</sup> Хесин Р. Б. Теория гена в работах А. С. Серебровского // Природа. 1972. № 8. С. 16—27.

<sup>4</sup> Garcia-Bellido A. // Nature. 1979. V. 278. P. 346.

доклады по биохимии клеточных структур, где приводит и собственные биохимические данные по обмену фосфора нуклеиновых кислот и липидов в субклеточных структурах.

Почему интересы Хесина нашли столь удачную возможность реализации в лаборатории Капланского, где изучали биохимические процессы и их регуляцию при изменении физиологического состояния организма, особенно при нарушении белкового обмена, например, под влиянием низкобелковой диеты? Эти вопросы были особенно актуальны в военные и послевоенные голодные годы. При низкобелковой диете различные ферментные системы нарушаются в разной степени, и можно было предполагать, что специфика этих процессов зависит от локализации ферментов в клетке. Поэтому вставал вопрос об относительной лабильности разных структурных компонентов клетки и о связи этих процессов с синтезом белка в них.

В лаборатории Капланского Хесин получил принципиально важные новые результаты — впервые были получены и опубликованы данные о синтезе белков после разрушения клеток животных<sup>5</sup>. Немногим раньше (1951, 1952 гг.) за рубежом появились первые сведения о включении меченых аминокислот в изолированные компоненты клеток печени (микросомы). Хесин же показал возможность образования амилазы в бесклеточной системе, содержащей «цитоплазматические гранулы», что говорило о способности к синтезу белков и ферментов в изолированных компонентах клетки. Остается сожалеть, что эти работы не были опубликованы за рубежом, но, безусловно, индуцировали отечественные исследования. Существенную роль в этом сыграла книга Хесина «Биохимия цитоплазмы» (1960). В Институте биологической и медицинской химии, где были получены эти результаты, их рассматривали как одно из главных достижений института.

Цикл работ по изучению синтеза белков в клеточных структурах был представлен в докторской диссертации «Роль структурных компонентов цитоплазмы клеток печени и поджелудочной железы в процессах синтеза белков», защищенной в 1955 г.

На следующий год Хесин получает возможность заниматься биохимической генетикой во вновь организованной лаборатории радиационной генетики Института биофизики АН СССР, возглавляемой Н. П. Дубининым. Здесь Хесин сочетает в своем лице

и биохимика, и генетика. Его выступление перед студентами МГУ, где он рассказывал о работах М. Демерца на сальмонелле по идентификации системы генов, контролирующей синтез гистидина и триптофана, произвело большое впечатление. Молодежи была впервые продемонстрирована эффективность и значимость применения методов биохимической генетики при решении общепрограммных биологических задач. Это происходило в то время, когда аудитория была совсем не подготовлена к восприятию проблем биохимической генетики и когда только готовился перевод на русский язык идейно важной книги Р. Вагнера и Г. Митчелла «Генетика и обмен веществ», в предисловии к которой можно прочесть: «В книге изложены основные понятия генетики, общепринятые в современной науке, но мало распространенные у нас. Можно их принимать или отвергнуть, но знать, конечно, необходимо, так как без такого знания вся зарубежная генетическая литература останется для советских читателей книгой за семью печатями»<sup>6</sup>.

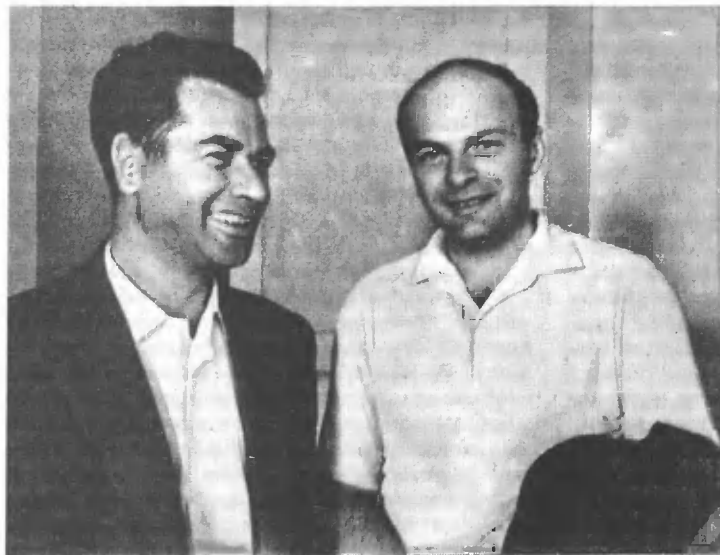
Хесина привлекает исследование генетической функции ДНК. В это время всеобщее внимание занимает работа Е. Волкин и Л. Астрахан, которая и сейчас достаточно часто цитируется при изложении истории открытия информационной РНК. Авторы следили за синтезом РНК в бактериях, зараженных ДНК-содержащими четными фагами, и обнаружили небольшую фракцию короткоживущей РНК, нуклеотидный состав которой подобен составу ДНК фага. Позднее, в 1961 г., функция этой РНК как посредника (информационной РНК) была продемонстрирована прямыми экспериментами С. Бренера, Ф. Жакоба и М. Мезельсона.

В 1957—1958 гг. проблема исследований была уже достаточно ясно сформулирована Хесиным. «Вещество фага, проникающее в клетку (предположительно ДНК), индуцирует образование специфической РНК, которая в свою очередь определяет синтез вирусного белка или ферментов, обеспечивающих образование низкомолекулярных материалов, необходимых для построения частиц фага»<sup>7</sup>. Говоря сегодняшним языком, осознается задача исследования работы отдельных генов в развитии фага на стадии транскрипции. Пожалуй, в то время в нашей стране Хесин был единственным, кто методически (став биохимиком) и, что главное, идеологически (будучи генетиком) был го-

<sup>5</sup> Хесин Р. Б. // Биохимия. 1953. Т. 18. Вып. 4. С. 462—474.

<sup>6</sup> Вагнер Р., Митчелл Г. Генетика и обмен веществ. М., 1958.

<sup>7</sup> Обзор «Роль нуклеиновых кислот в воспроизведении вирусов» был подготовлен к печати в январе 1958 г.



На VIII съезде биохимиков, физиологов и фармакологов с А. М. Уголевым. Минск, 1959 г.  
Фото М. Н. Кондрашовой

тов к изучению экспрессии генов. Он владел современными биохимическими методами, а идея и проблема были поставлены генетикой. Впоследствии Хесин любил подчеркивать, что генетика ставит проблему, а молекулярная биология решает ее.

Летом 1959 г. Хесин делал доклад на съезде биохимиков, физиологов и фармакологов в Минске. Здесь впервые после 1948 г. в огромном зале и не один раз прозвучало слово «ген», что в большой официальной аудитории произносить было не принято. Революционными звучали такие, кажущиеся сейчас тривиальными, фразы доклада, как, например: «Имеется достаточно хорошо обоснованное положение, согласно которому ДНК является активным специфическим компонентом генов. Важнейшая задача, которую биохимия должна решить совместно с генетикой и цитологией, заключается в том, чтобы выяснить последовательные этапы процессов, благодаря которым происходит осуществление влияния генов ДНК на признаки организма». В 1959 г. Хесин переходит работать в Институт атомной энергии, где под защитой физиков создается зародыш будущего Радиобиологического отдела, из которого в 1978 г. возникнет Институт молекулярной генетики АН СССР. Хесин будет играть главную и ведущую роль в отношении определения научной тематики отдела.

В 1960 г. в Москву в Институт медицинской и биологической химии приезжает П. Доти, где рассказывает о своих еще не опубликованных экспериментах с плавлением и ренатурацией ДНК. Возникает ме-

тодическая возможность гибридизации нуклеиновых кислот. Обнаруженные явления гибридизации Хесин, как генетик, связывал с феноменом конъюгации хромосом и при описании своих экспериментов иногда даже пользовался термином «конъюгация». Интересно, что сейчас способность к конъюгации хромосом, по крайней мере в районе теломер, действительно связывают с вероятностью образования особых ДНК — ДНК-комплементарных структур. Решая задачу исследования работы генов при развитии фага, Хесин и Шемякин выполняют классические эксперименты по ранним и поздним информационным РНК, о которых говорилось в самом начале.

Другой важный вклад в исследование проблемы генной экспрессии был сделан Хесиным и сотрудниками при использовании бесклеточных систем для изучения транскрипции генома фага T4. Г. Стент и Р. Калиндар писали в хорошо известном учебнике «Молекулярная генетика»: «Хесин первым показал в 1963 году, что в реакционной смеси *in vitro*, содержащей нативную матрицу фага T2 и полимеразу кишечной палочки, иницируется транскрипция только ранних, но не поздних генов»<sup>8</sup>. Этот результат продемонстрировал первую экспериментальную попытку выявить активную роль РНК-полимеразы и белковых факторов (т. е. позитивную регуляцию генов) при специфической транскрипции генов.

Впоследствии Хесин первым успешно

<sup>8</sup> Стент Г., Калиндар Р. Молекулярная генетика. М., 1978. С. 411.



Десять лет спустя. Слева — А. М. Уголев, справа — М. А. Мокульский. Можинка, 1969 г.

использовал генетические подходы к исследованию регуляции транскрипции. Первая мутация, повреждающая РНК-полимеразу, была получена в его лаборатории, а затем в течение многих лет и другие мутанты. Эти работы Хесина хорошо известны всему кругу исследователей, занимающихся РНК-полимеразой. Позднее выяснилось, что в основе механизма переключения синтеза ранних РНК на поздние лежит, как и предполагал Хесин, способность РНК-полимеразы различать гены, причем это свойство может и измениться за счет модификации компонентов самой РНК-полимеразы, а также благодаря взаимодействию с другими белковыми факторами. Исследования Хесина и сотрудников по РНК-полимеразе вошли в цикл работ, удостоенных Государственной премии СССР в 1982 г.

Придавая большое значение изучению РНК-полимеразы, Хесин отмечал, что к концу 60-х годов уже было открыто много ферментов, работающих на ДНК и участвующих в осуществлении ее генетических функций. Это направление исследований он назвал энзимологией генетических процессов и считал, что познание механизма действия этих ферментов представляет основной интерес. Он писал: «Тут нужно подчеркнуть принципиальное и, в то же время, увлекательное осложнение. Когда речь идет об обычных ферментах, достаточно выяснить только их строение, так как вещества, с которыми они взаимодействуют — коферменты, субстраты, имеют простую и уже известную структуру. Другое дело, когда мы встречаемся с ферментами, участвующими в генетиче-

ских процессах, т. е. работающими на ДНК. В этом случае приходится исследовать систему, в которой имеются два равноправных по значению сложных биополимера — фермент и нуклеиновая кислота» (Отчетная конференция РБО, 1969 г.).

В начале 60-х годов, когда в лаборатории Хесина полным ходом изучают регуляцию синтеза РНК на системе фаг — бактерия, когда рождается и получает свое подтверждение схема регуляции активности генов по Ф. Жакобу и Ж. Моно, Хесин не забывает и об эвкариотах, считая, что им свойственны особые принципы регуляции. Эти взгляды находят отражение в его итоговых заключительных докладах по результатам отчетных конференций Радиобиологического отдела Института атомной энергии. Хесин периодически вспоминает о дрозофиле и стимулирует в своей лаборатории исследования по биохимической генетике этой мушки.

Тогда, в 1966 г., это было единственное место, где начали заниматься биохимической генетикой эвкариот. Упомяну наиболее яркую работу Хесина и сотрудников на дрозофиле, связанную с изучением закономерностей транскрипции генов в X-хромосоме. Проблема была сформулирована генетиками еще в 1930 г., когда стало очевидным, что единственная X-хромосома самцов дрозофилы работает вдвое эффективнее, чем каждая из двух X-хромосом самок. Синтез РНК по длине X-хромосомы неоднороден — одни гены работают во много раз активнее, чем другие. Логика исследований во многом определилась предыдущим опы-

том работы с РНК-полимеразой. Гигантские политенные хромосомы фиксировали уксусной кислотой и на них как на матрицах с помощью чужеродной бактериальной РНК-полимеразы синтезировали РНК. Оказалось, что на X-хромосоме самцов синтез РНК идет вдвое активнее, чем на каждой из хромосом самок. Другими словами, чужеродная полимераз «чувствует» структуру X-хромосомы. Однако уровень синтеза РНК пропорционален содержанию ДНК в участке хромосомы, тогда как *in vitro* ситуация совсем другая. На основании этих наблюдений Хесин выдвинул предположение о двух уровнях регуляции транскрипции в хромосомах дрозофилы: первый — структурный, когда все генетические локусы хромосомы регулируются путем изменения общей ее структуры; а второй, более тонкий механизм, включает взаимодействие генов со специфическими белками-регуляторами. Этот пример демонстрирует свойственное Хесину сочетание принципов научного исследования: решается общая поставленная генетикой проблема: используется собственный экспериментальный оригинальный опыт; полученные результаты осмысливаются и интерпретируются в свете поставленной общей проблемы.

В 1979 г. Хесин тяжело заболел. Он очень любил работать руками, что не так часто встречается среди ученых его ранга. Если говорили, что Хесин показал то-то и то-то, это значит, что соответствующие эксперименты выполнены им самим. Теперь, находясь в больнице, он много читал, думал, писал обзоры и, наконец, накопил тот материал и те мысли, которые легли в основу его главной книги — «Непостоянство генома». Огромный материал был им продуман, переработан и систематизирован. Здесь, на фоне нездоровья, проявилась его огромная сила воли и фантастическая работоспособность. Судя по себе, Хесин никак не мог понять, как другие, вынужденно находясь на бюллетене длительное время, например, со сломанной ногой, не появлялись в лаборатории с готовым обзором на близкую им и волнующую их тему.

Написание книги определялось не только успехами в 70-х годах по изучению подвижных генетических элементов про- и эвкарриот. Хесин давно интересовался случаями так называемого «неканонического наследования», включая возможность локальной амплификации (умножения) и геномные перестройки. Ему представлялось привлекательным выявить локальную амплификацию определенных генов или участков генома, выполняющих специфические клеточные функции. Попытки, правда безуспешные,

выявить амплификацию бактериальных генов, например, в тех условиях, когда требуется большое количество их продукта, делались в его лаборатории еще в начале 60-х годов. Количество генов предполагалось оценивать по эффективности трансформации образцами ДНК, выделенных из опытных и контрольных клеток. Позднее Хесин вместе с А. Чернышевым и другими сотрудниками в оригинальном эксперименте показали возможность амплификации гистоновых генов при их недостатке в геноме дрозофилы. Книга «Непостоянство генома» нелегка для чтения, требует определенной затраты сил, и, естественно, не читается как роман. Она демонстрирует удивительное сочетание знаний автора в области классической биологии, теории наследственности и современной молекулярной генетики фагов, бактерий и эвкарриот.

Глубокий анализ этой книги дал М. Д. Голубовский<sup>9</sup>. Я приведу лишь последний неопубликованный заключительный фрагмент рецензии М. Д. Голубовского: «...о небольшой тайне или изящной уловке, которую мне, кажется, удалось разгадать. Известно, что повторы нуклеотидов на концах составляют отличительную особенность мобильных генетических элементов. И вот в предисловии и в заключении своей книги Р. Б. Хесин вводит повтор, одну и ту же цитату из гетевского «Фауста» (в двух разных переводах), которая имеет биологический подтекст, и, на мой взгляд, раскрывает побудительные мотивы подвижнического труда автора:

Рассудок пусть нам душу не стесняет:  
Пусть свой полет волшебный исполняет  
Фантазия, собой пленяя нас!

Пусть видит глаз, что дух желал без меры.  
Все это невозможно, и как раз  
Поэтому оно достойно веры.

(Перевод Н. Холодовского)

Да будет превознесена звезда,  
Которую нам этот час дарован.

Да будет заклинаньем разум скован  
И не теснит фантазии узда.

Старайтесь увидеть, что вам приятно.  
Что невозможно, то и вероятно.

(Перевод Б. Пастернака)

Говоря генетическим языком, этот повтор, фланкирующий монографию, несовершенен (неидентичен), как и у многих мобильных генетических элементов. Но в данном случае он еще больше подчеркивает совершенство новой книги Р. Б. Хесина».

Таков литературоведческий экскурс Голубовского. Подобные попытки раскрыть за-

<sup>9</sup> Голубовский М. Д. // Генетика. 1985. № 7. С. 1241.

мысел автора часто отражают лишь субъективный подход исследователя-литературоведа. В действительности Хесин ограничил книгу «Непостоянство генома» этими повторами неосознанно<sup>10</sup>. Однако позднее ему действительно пришлось в голову, что такая текстологическая структура книги напоминает структуру подвижного элемента, ограниченного повторами. Принципиально важный и в то время совсем новый вопрос, поднятый в книге и связанный с общей темой «Непостоянство генома», касался проблемы переноса генов у организмов разных классов. Четкая и в то же время достаточно осторожная, но аргументированная постановка вопроса вызывала тогда негативную реакцию многих коллег. Сейчас этому вопросу посвящаются книги, и он активно разрабатывается.

Хесин был яркой личностью, обладавшей большой внутренней силой и обаянием. Он горел работой и зажигал других. Он никогда не мог понять, почему опыт перенесен на завтра, когда его можно было поставить сегодня. Сам он не терял времени, как будто знал, что ему отмерено не так много лет. Всю жизнь он следовал своим принципам поведения, от которых не отступал и которые иногда даже можно было расценивать как формальные. Но он всегда присутствовал на защите диссертаций своих сотрудников и коллег, даже если не был их руководителем — это было традицией. Традицией было его присутствие во время как печальных, так и радостных событий. Уже будучи очень тяжелобольным, преодолевая физический недуг, он пришел в институт в начале июня 1985 г., за месяц до кончины, считая своим долгом быть на научном семинаре. Он любил своих друзей и помогал им, как мог, материально и духовно. Например, дефицитная подписка на «Новый мир» и некоторые другие издания, доступная ему как члену-корреспонденту АН СССР, пересылалась на Дальний Восток одному из известных диссидентов (теперь народному депутату).

Нельзя обойти вниманием роль Р. Б. Хесина как организатора. Он фактически создал научную программу, которой держался радиобиологический отдел Института атомной энергии, преобразованный в 1978 г. в Институт молекулярной генетики, названный так по инициативе Хесина. Проводимые там исследования по конформациям и структурным переходам в ДНК, а также работы по генетике соматических клеток осуществлялись



Директор школы по молекулярной биологии. Мезгинка, 1980 г.

при активном обсуждении с ним. Он вел институтские семинары и в течение многих лет ведущую роль играл при организации школ по молекулярной биологии. Продумывание программ школы, подбор докладчиков, предварительная коррекция докладов — все это отнимало у него много сил, но и давало свой результат. Эти школы и институтские семинары позволяли отделить «плохую» науку от хорошей, проверить свои силы и получить самую последнюю научную информацию в разделе «Новости молекулярной биологии». Сейчас сохранение этих традиций в условиях массовой научной эмиграции находится под угрозой.

Посмертно в 1986 г. члену-корреспонденту АН СССР Р. Б. Хесину была присуждена Ленинская премия за цикл работ «Молекулярные основы функционирования генома». В этот цикл были включены экспериментальные работы по регуляции активности генов, и книга «Непостоянство генома». Будем надеяться, что образ Романа Бениаминовича как личности и ученого, стиль его отношения к науке останутся в памяти многих — его учеников, друзей и коллег.

<sup>10</sup> Genetransfer in the Environment / Ed. S. B. Levy. N. Y., 1989.

## Перед смертью все равны

В. В. Вельков

**С**ОБСТВЕННО, ничего неожиданного в Р. Б. Хесине не было. Он был именно таким, каким и должен был быть. Таким, как описывают ученых в серии «Жизнь замечательных людей». Бескомпромиссно преданный науке, безусловно порядочный, до предела трудолюбивый, упорный, педантичный, корректный, выдержанный. Допоздна, включая субботу и воскресенье, ставит эксперименты. Тщательно конспектирует научные статьи и все, именно все, выступления на семинарах, выступления как «зеленых» аспирантов, так и иностранных маститых ученых.

Академически сух. И практически никаких личных особенностей. Или они специально глубоко запрятаны в глухой академический сюртук? Раз и навсегда? Чтобы уберечь свой внутренний мир?

Но постепенно у меня стало складываться впечатление, что этот человек надел на себя форму, необходимую для выполнения какой-то трудной должности, и выполняет этот долг, несмотря ни на что и вопреки всему. Может быть, несмотря на то, что советская наука, в особенности, наверное, советская молекулярная биология и генетика, в то время с каждым годом все безнадежней и безнадежней отставали от мирового уровня?

«Любую научную проблему можно решить с помощью палки и веревки», — любил говорить он, когда обсуждались те идеи, проверить которые никакой экспериментальной возможности не было. Безусловно, он прекрасно знал, что не любую. А что он мог еще сказать?

Практически никто в то время за «железный занавес» не ездил, ни на конференции, ни в командировки. Мы были отделены от мировой науки, от формирования новых идей, от зарождения новых методов, от нормального научного общения. Сделать в этой обстановке что-либо достойное мировой науки?.. Это был почти героизм. В те времена советская молекулярная генетика развивалась как бы в изоляции от мировой науки. Своя система ценностей, приоритетов и авторитетов. Свой механизм формирования формальных и неформальных (по

гамбургскому счету) оценок. И своя табель о рангах, как говорится, с учетом специфики соцреализма. (Как показал опыт, советская молекулярная биология и генетика могли развиваться только в условиях полной изоляции: как только вместе с тоталитаризмом рухнул и железный занавес, все сместилось, скажем так.)

Роман Бениаминович очень многое, если не все, сделал для того, чтобы планка отечественной науки была на максимально возможном высоком уровне. Это он организовал школы (теоретические семинары) по молекулярной генетике и молекулярной биологии, которые и были тем местом, где формировались и задавались наши научные стандарты. Только после предварительного отбора на «хесинских» семинарах давалось «добро». Эта была забота уже не о своей научной школе, а об отечественной науке в целом. В его формальные должностные обязанности заведующего отделом это не входило.

Но разве он не понимал, что мы все равно никогда не дотянем до мирового уровня? Безусловно, понимал. Разве он не знал, что при тоталитарном режиме наука нормально развиваться не может? Знал, конечно, и на своем опыте, и гораздо лучше, чем многие.

Так зачем же тогда, какой смысл? Так что же, нам зарабатывать на хлеб второсортной наукой?

В году, если не ошибаюсь, в 73-м, в три часа ночи, когда глаза устали от слепого машинписного текста на папиросной бумаге (А. Авторханов «Технология власти»), мы с другом затеяли спор: а можно ли вообще при тоталитарном режиме (сказано было резко) быть одновременно и порядочным человеком и ученым? И какая степень конформизма с преступной властью допустима ради дела, если допустима вообще?

Позже я стал понимать, что наука, кроме того, что она наука как таковая, — это существенная и неотъемлемая часть всей культуры. А культура должна существовать, несмотря ни на что. И пожалуй, это последнее, что самим своим существованием сопротивляется тоталитарному режиму и спа-





Одна из последних фотографий.

сает человека от полной и необратимой нравственной деградации. Помните, А. С. Солженицын в «Архипелаге Гулаг» описывает, как Н. В. Тимофеев-Ресовский организовал научный семинар в камере смертников?

А потом я переехал в другой город. Стал работать в другом институте. Старался не терять связи с Хесиним. Многие передумал. Как говорится, «большое видится на расстоянии». Где-то за два года до смерти Хесин приехал в Пущино, чтобы освоить новые методики. Говорили о многом, вдруг он сказал: «Я смерти уже не боюсь». Только позже я понял, что он предупредил, что уходит из жизни.

Но работал до последней возможности. Никаких поблажек себе не давал, единственная перемена, которая в нем произошла, как мне показалось, — стал мягче и теплее к окружающим, может быть, сентиментальнее. Все знали, что он смертельно болен, и он знал, что все знают. И все продолжалось так, как раньше. Ничто не должно влиять на исполнение долга — ни тоталитарный ре-

жим, ни смерть. В последнем письме из больницы благодарил всех и цитировал Александра Грина.

Ранней весной 86-го года в колумбарии при Донском монастыре устанавливали урну с его прахом. Везде еще лежал грязный снег, накрапывал мелкий дождь. Все молчали и ждали, когда начнется эта последняя церемония. В отдалении стояла мало кому знакомая женщина с полиэтиленовым пакетом веселой расцветки. «Родственница», — шепнули мне. В пакете была урна с прахом.

К первой годовщине со смерти Р. Б. Хесина я решил написать о нем, о судьбе ученого в тоталитарном обществе, о невозможности самореализации, о мучительной необходимости идти на компромиссы с совестью ради сохранения научной культуры, о трагедии личной жизни, о смертельной болезни, о горстке пепла, о том, что несмотря ни на что и вопреки всему... Писалось трудно, многословно, академически сухого и строгого стиля не получалось. Недавно я нашел этот текст «Памяти Р. Б. Хесина». Приведу только две последние строчки:

Перед смертью все равны,  
После смерти — нет.

# Сюрпризы вируса полиомиелита

В. И. Агол

Посвящается памяти Романа Бениаминовича Хесина — выдающегося молекулярного биолога и генетика, близкого друга.



Вадим Израилевич Агол, доктор биологических наук, член-корреспондент РАМН, член Нью-Йоркской академии наук, заведует лабораторией биохимии Института полиомиелита и вирусных энцефалитов РАМН и сектором взаимодействия вирусов с клеткой Института физико-химической биологии им. А. Н. Белозерского МГУ, профессор кафедры вирусологии МГУ. Область интересов — молекулярная биология РНК-содержащих вирусов животных.

## БОЛЕЗНЕТВОРНЫЙ АГЕНТ И «ЗОЛОТОЕ ЯИЧКО» МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ

Полиомиелит — заболевание, обусловленное поражением нервных клеток, главным образом в передних рогах спинного мозга. Эта болезнь, которая чаще поражает детей и может приводить к параличам и хромоте, известна с глубокой древности (сохранилось древнеегипетское изображение человека с явными признаками перенесенного полиомиелита). Эпидемии полиомиелита, прокатившиеся по всему свету в середине нашего века,

привлекли общественное внимание, сравнимое с тем, которое сейчас вызывает СПИД. И то и другое заболевание вызывается вирусами. Но найти управу на полиомиелит оказалось значительно легче.

В конце 40-х — начале 50-х годов американские ученые очень энергично работали над созданием средств борьбы с полиомиелитом и за несколько лет добились замечательного успеха: Дж. Солк разработал вакцину из инактивированного вируса, а А. Сзбин (скончавшийся в этом году) селекционировал ослабленные (аттенуированные) штаммы вируса, которые, не потеряв способности размножаться в организме человека, вместо параличей вызывали стойкий иммунитет. В том, что эти штаммы были признаны эффективной и безопасной вакциной — большая заслуга крупнейшего нашего вирусолога М. П. Чумакова, который пережил Сзбина всего на несколько месяцев. «Убитая» вакцина Солка и «живая» вакцина Сзбина резко снизили заболеваемость полиомиелитом в развитых странах (в некоторых из них его нет уже многие годы), хотя в ряде жарких стран с менее развитым здравоохранением (в том числе и в некоторых южных республиках бывшего СССР) полиомиелит — достаточно серьезная проблема. Тем не менее наличие эффективных вакцин позволило Всемирной организации здравоохранения поставить цель — полностью искоренить полиомиелит на земном шаре к 2000-му году.

Интерес к вирусу полиомиелита как возбудителю «громкой» болезни обеспечил в 50—60-х годах щедрое финансирование не только прикладных, но и фундаментальных исследований; интересно, что американский Фонд борьбы с детским параличом придерживался весьма широких (и как представляется, очень правильных) взглядов и поддерживал деньгами теоретические исследования как природы самого вируса полиомиелита, так и других вирусов (даже таких далеких, как бактериофаги), а также ряда невирусных проблем зарождавшейся в

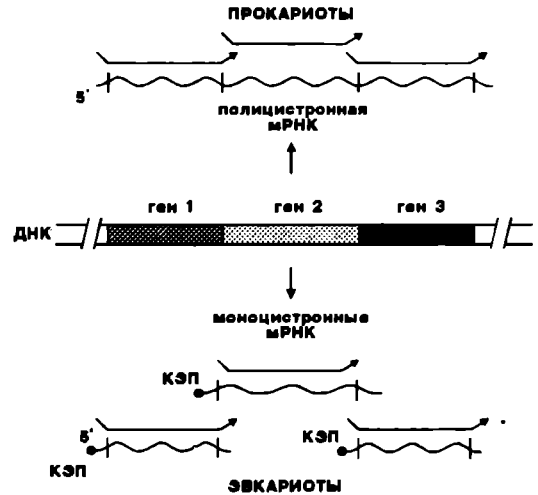
то время молекулярной биологии. Возможно, именно поэтому вирус полиомиелита стал одним из излюбленных и наиболее изученных объектов теоретической вирусологии.

Именно этот мелкий (диаметр — около 30 нм) сферический (точнее — икосаэдрический) вирус был первым среди вирусов животных, который удалось закристаллизовать. Выяснилось, что он состоит из одной молекулы РНК, одетой в белковую оболочку, и является членом группы сходно устроенных вирусов — пикорнавирусов, в которую входят также возбудители некоторых форм ОРЗ, гепатита А, ящура и др. Именно на пикорнавирусах была впервые продемонстрирована инфекционность РНК-генома вирусов животных, именно у них впервые доказана возможность синтеза РНК на матрице РНК и открыт ряд других общебиологических закономерностей. Несмотря на сравнительно детальную изученность, пикорнавирусы, и в частности вирус полиомиелита, продолжают преподносить сюрпризы. Эта статья — об одном из таких недавних сюрпризов.

### НЕОБЫЧНАЯ МАТРИЦА

Как известно, синтез белка, осуществляемый в рибосомах, — это перевод (трансляция) генетического послания с четырехбуквенного языка нуклеотидов, используемого матричной РНК (мРНК), на двадцатибуквенный язык аминокислот. Характерная черта прокариотической клетки (например, кишечной палочки) — независимый синтез нескольких белковых молекул на одной молекуле мРНК. Такая матрица — ее называют полицистронной — содержит ряд функциональных единиц (цистронов), каждый из которых имеет сигналы, обеспечивающие присоединение рибосомы (и связанную с этим инициацию трансляции) и их высвобождение (терминацию синтеза полипептида).

Эвкарियोты пошли другим путем. Более 20 лет назад, изучая синтез белков вируса полиомиелита (полиовируса), Д. Балтимор выдвинул идею о том, что эвкарйотические мРНК моноцистронны. Идея оказалась, в общем, правильной, хотя есть и исключения. Объяснить моноцистронность можно на основании модели трансляции, предложенной М. Козак. По этой модели, эвкарйотические мРНК, в отличие от прокариотических, имеют на 5'-конце (т. е. в начале молекулы) специальную структуру — особым образом ориентированный остаток метилированной гуаниловой кислоты, так называемый кэп (от англ. cap — шапка). Предполагается, что при участии рибосомных



Различия в трансляционной стратегии прокариот и эвкарйот. Характерная черта прокариот — наличие оперонов (групп рядом расположенных генов), которые в процессе транскрипции считываются в виде общей молекулы мРНК. Такая мРНК кодирует несколько (на рис. приведены три) различных полипептидов (белков) и называется полицистронной. При трансляции рибосомы независимо присоединяются к началу каждого цистрона перед инициаторным AUG кодоном, в когда синтез белка завершается, рибосома «соскальзывает» с матрицы. У эвкарйот типичных оперонов нет, как правило, с каждого гена считывается отдельная — моноцистронная — мРНК. Полагают, что рибосома присоединяется к так называемой кэп-структуре на 5'-конце мРНК, а затем передвигается по ней в поиске инициаторного AUG кодона.

белков, которые узнают этот кэп, рибосомная субъединица присоединяется к 5'-концу мРНК и передвигается по ней (сканирует) в поисках инициаторного триплета AUG. Найдя его, рибосома начинает синтез белка. Таким образом, трансляция данной матрицы начинается именно с первого AUG, а мРНК, по необходимости, моноцистронна.

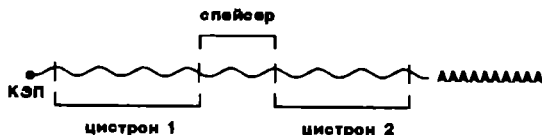
Модель Козак, хотя и не в столь прямой форме, общепринята. Но полиовирус — опять возмутитель спокойствия. Его геном — одноцепочечная РНК, содержащая около 7,5 тыс. нуклеотидов. При трансляции этой моноцистронной матрицы образуется весьма крупный белок — полипротеин, который в конечном счете разрезается на отдельные «зрелые» белки. Когда была выяснена структура полиовирусной РНК, оказалось, что она не подчиняется канонам, установленным для эвкарйотических матриц (хотя при размножении вируса для синтеза вирусных белков используется трансляционный аппарат клеток человека и обезьян). Во-первых, в полиовирусной РНК нет кэпа. Во-вторых, между 5'-концом РНК и началом последователь-

ности, кодирующей полипротеин (т. е. в 5'-нетранслируемой области — 5НТО, которая занимает примерно 10 % генома), есть семь-восемь AUG триплетов. Эти и некоторые другие факты, которые стали известны в конце 70-х — начале 80-х годов, давали основания полагать, что вышеприведенная схема эвкарриотической инициации трансляции для РНК полиовируса (и других родственных вирусов — пикорнавирусов) не годится. Носилась идея, что где-то в 5НТО таких вирусных РНК должен быть элемент, обеспечивающий присоединение рибосом к внутреннему району матрицы.

### ОСОБЫЙ РЕГУЛЯТОРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ

Первые «признаки жизни» этого элемента, позволившие локализовать место его обитания, были обнаружены в нашей лаборатории. Ю. Свиткин доказал, что если в середине 5НТО полиовирусной РНК произошли точечные мутации, эффективность синтеза белков снижается<sup>1</sup>. На основании этих наблюдений и некоторых общих соображений напрашивалось предположение, что в центральном районе нетранслируемой области РНК полиовируса есть элемент, ответственный за присоединение рибосом или белковых факторов инициации трансляции к внутреннему участку матрицы. Это предположение было подтверждено в работах других исследователей. Наиболее полное доказательство представила группа Н. Соненберга. Были сконструированы искусственные матрицы, которые содержали два цистрона, разделенные нетранслируемым сегментом — спейсером. Если в качестве спейсера использовали участок какой-либо клеточной мРНК, то, в соответствии с моделью Козак, при трансляции обнаруживался только белок, закодированный в первом цистроне. Если же межцистронным спейсером были протяженные участки 5НТО РНК полиовируса, то эффективно транслировался и второй цистрон, причем накопление кодируемого им белка не зависело от того, как работал первый цистрон. Таким образом, в 5НТО РНК вируса полиомиелита действительно есть особый элемент, который обеспечивает, независимо от кэпа, присоединение рибосомы к внутреннему участку матрицы<sup>2</sup>.

Опыты с пересадкой фрагментов раз-



Искусственная двуцистронная мРНК. С помощью такой генно-инженерной матрицы удалось доказать, что в 5'-нетранслируемой области (5НТО) полиовируса имеется элемент, который обеспечивает присоединение рибосомы к внутреннему участку матрицы.

ной длины из 5НТО полиовирусной РНК в межцистронный спейсер позволили оценить размеры этого элемента: оказалось, что он включает сотни нуклеотидов. Необычно большая длина элемента наводила на мысль, что он работает как компактное образование. И действительно, исследованиями нашей<sup>3</sup> и других лабораторий в этом районе вирусной РНК выявлена выраженная вторичная структура — спираль, характер которой оказался относительно постоянным у большой группы родственных вирусов.

В компактной трехмерной структуре регуляторного элемента, как только что упоминалось, должны быть участки, непосредственно вовлеченные во взаимодействие с рибосомами и (или) белковыми факторами инициации. Как их обнаружить?

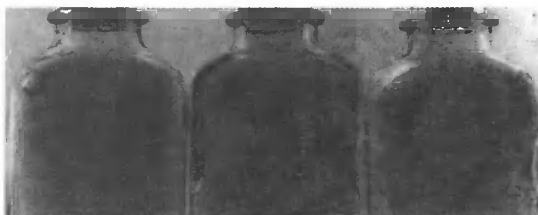
### ПОСЛЕДСТВИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ХИРУРГИИ

Из соображений удобства мы работали с полиовирусным геномом, находящимся в форме ДНК, а не РНК (получить при помощи такой ДНК вирусную РНК или вирус — дело техники). По некоторым причинам нас интересовал район регуляторного элемента в 5НТО полиовирусного генома, расположенный между двумя «шпильками» — спирализованными структурами. В это место Е. Пилипенко и А. Гмыль внесли «мутацию» (искусственный участок, расщепляемый определенным ферментом), которая сама по себе свойственна вирусу заметно не меняла, но существенно облегчала различные генно-инженерные манипуляции. В частности, сюда стало легко вставлять чужеродные олигонуклеотиды или, наоборот, удалять «родные» нуклеотидные фрагменты. Далее такие измененные ДНК (со вставками или изъятиями —

<sup>1</sup> Svitkin Y. V., Maslova S. V., Agol V. I. // *Virology*. 1985. V. 147. P. 243—252.

<sup>2</sup> Подробно библиографию по этому вопросу см.: Агол В. И. // *Молекул. биология*. 1991. Т. 25. Вып. 3. С. 581—592; Агол В. И. // *Adv. Virus Res.* 1991. V. 40. P. 103—180.

<sup>3</sup> Piliipenko E. V. et al. // *Virology*. 1989. V. 168. P. 201—209; Piliipenko E. V. et al. // *Nucl. Acids Res.* 1989. V. 17. N 14. P. 5701—5711; Пилипенко Е. В., Маслова С. В., Агол В. И. // *Молекул. биология*. 1992. Т. 26. Вып. 3. С. 565—572.



p23M

P23M - (7)58

pPV1

Бляшки — мертвые клетки обезьяньей почки, возникшие после заражения вирусом полиомиелита или вирусной РНК. Размеры бляшек при прочих равных условиях отражают эффективность размножения вируса. Видно, что самые большие бляшки образует вирус дикого типа (pPV1); мутантный вирус (p23M) со вставкой 19 нуклеотидов в 5-концевую нетранслируемую область из-за дефекта в регуляторном элементе почти не размножается и потому дает очень мелкие бляшки; но мутантный вирус легко изменяется и образует новый вариант — P23M-(7)58, который хорошо размножается, и в культуре клеток возникают крупные бляшки.

делециями<sup>4)</sup> мы использовали в качестве матрицы для синтеза мутантных РНК и уже их вводили в клетки, чтобы узнать, будет ли в результате образовываться потомство инфекционного вируса.

Во многих случаях мутации не лишали вирус жизнеспособности. Но бесследными их тоже нельзя было назвать — вирусы получались, как правило, «хилые»: размеры так называемых бляшек (стерильных пятен), образуемых вирусом в монослой чувствительных клеток, значительно уменьшались. Этот признак указывал, что вирус или медленнее размножается, или дает более скудный урожай, или проявляются оба дефекта сразу. Причина «инвалидности» вируса была понятна — ведь мы нарушили трансляционный регуляторный элемент. В том, что дефект касался именно синтеза белка, можно было легко убедиться: РНК, выделенная из мутантных вирусов, транслировалась в бесклеточных белоксинтезирующих системах гораздо хуже контрольной, полученной из нормального вируса.

Эти результаты подтверждали, что район 5НТО, который мы изменяли, действительно принимает какое-то участие в инициации синтеза вирусного полипротеина, но сказать что-либо более определенное о характере такого участия было трудно. Но тут нам сильно повезло. Оказалось, что полученные мутанты генетически нестабильны. После нескольких пассажей (пересевов) на культуре ткани обычно появлялись изме-

ненные варианты вируса, образующие крупные бляшки. Другими словами, здоровье вирусов восстанавливалось, пусть и не полностью (размер бляшек редко достигал нормы). Размножились такие частично поправившиеся вирусы (ревертаны, точнее, псевдоревертаны, т. е. варианты мутантного вируса, у которых возникла еще одна мутация, почти полностью возвращающая их к фенотипу дикого типа), мы выделили из них РНК и определили их нуклеотидные последовательности. И тут нас ожидал большой сюрприз.

## СТРУКТУРА ГЕНОМА РЕВЕРТАНТОВ

Геномы ревертантов оказались неожиданно разнообразными. Например, у десяти исследованных потомков одного из мутантов (имевшего вставку примерно из двух дюжин нуклеотидов) было обнаружено девять различных РНК. Ревертанты других мутантов (как со вставками, так и с делециями) были столь же различными. При реверсиях (повторных мутациях) либо происходили нуклеотидные замены, либо терялся или приобретался генетический материал. Поскольку РНК ревертантов транслировались лучше, чем РНК первоначально сконструированных мутантов, можно было заключить, что все изменения в геноме ревертантов (или по крайней мере, многие из них) улучшают работу трансляционного регуляторного элемента. Странно было, однако, что такое улучшение достигалось столь многими способами. Хотелось найти закономерности, которые могли бы придать некоторый порядок этому удивительному разнообразию. И такой порядок удалось обнаружить.

Мы обратили внимание, что произошедшие при реверсиях генетические изменения были двух типов. Первый — это точечные мутации, не менявшие длину мутированного участка (который, как уже сказано, имел вставку или делецию); такие мутации обязательно приводили к появлению нового AUG триплета. При другом типе реверсий длина мутированного участка менялась: за некоторыми важными исключениями (речь о них ниже), РНК со вставками укорачивались за счет «спонтанных» делеций, а РНК с делециями удлиннялись за счет столь же «самопроизвольно» возникающих вставок. Мы заметили также, что в «нормальной», неизменной вирусной РНК на определенном расстоянии от места, в котором производилась мутация, есть триплет AUG; он не выполняет функции инициаторного кодона, но тем не менее присутствует в геноме всех исследованных представителей двух

<sup>4</sup> Pilipenko E. V. et al. // Cell. 1992. V. 68. P. 119—131; Gmyl A. P. et al. // J. Virol. 1993. V. 67.



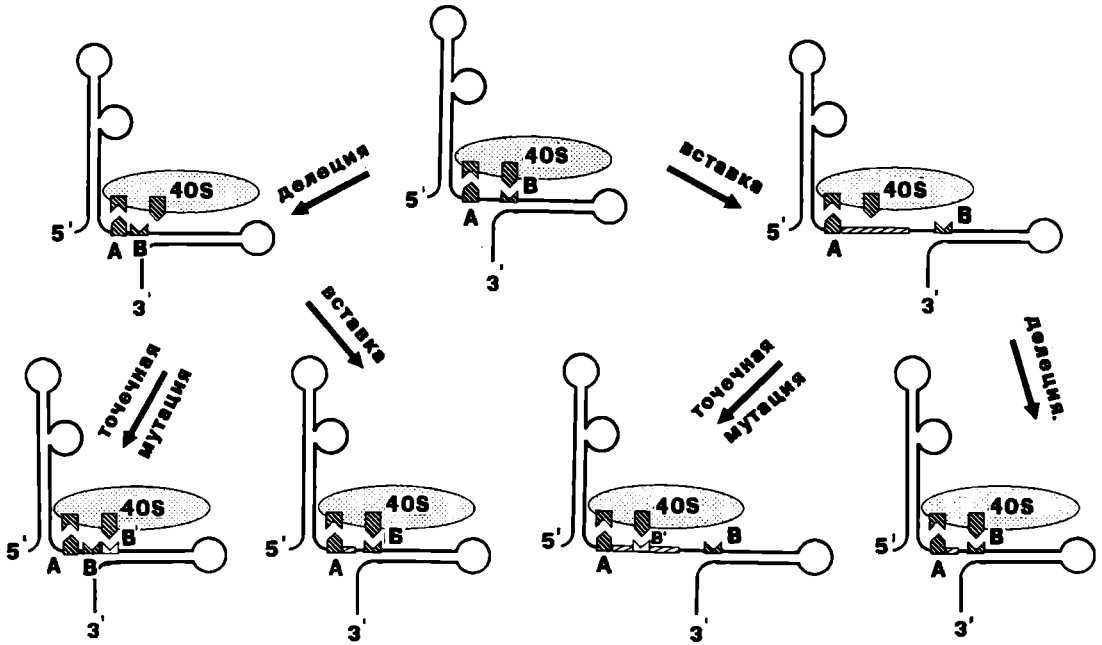
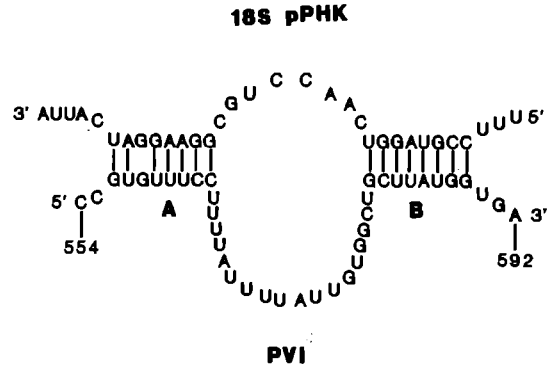


Схема узнавания рибосомой (40S субъединица) регуляторного элемента в 5НТО полиовирусной РНК. Имеющиеся в ней боксы А и В подпадают, как ключ к замку, к соответствующим участкам малой рибосомной субъединицы, но при искусственных манипуляциях возникают вставки и делеции, за счет которых меняется расстояние между этими боксами. В результате затрудняется взаимознание РНК и рибосомы и потому снижается эффективность синтеза белка, а значит, падает репродуктивная способность вируса. Если же такие ослабленные вирусы несколько раз «пересеять», то появляются и накапливаются (отбираются) ревертаны, жизнеспособность которых полностью или частично восстанавливается. Генетическая основа этого может быть разной: в результате точечных мутаций появляется новый триплет AUG на определенном расстоянии от бокса А и возникает как бы заместитель искусственного бокса В; частично восстанавливается исходное расстояние между боксами за счет новой вставки (у мутантов с делециями) или делеции (у мутантов со вставками). Нуклеотидная последовательность в 5НТО РНК полиовируса некоторых ревертантов приведена на предыдущем рисунке.

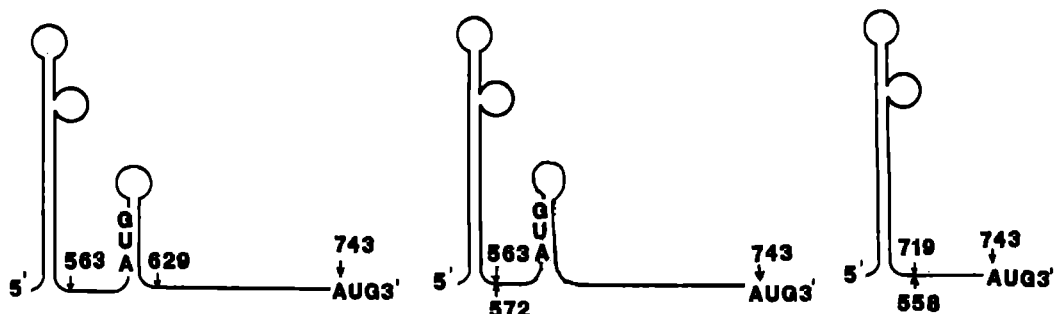
руса, конечно, нет; просто из многочисленных спонтанно возникающих мутантов отбираются наиболее жизнеспособные варианты). Многие стороны этой модели были проверены и подтверждены при помощи новых серий сконструированных мутантных вирусных геномов, на описании которых сейчас не будем задерживаться.

Как уже упоминалось, структура генома отдельных ревертантов не укладывалась в нарисованную картину. В одном из первоначально сконструированных мутантов расстояние между боксами А и В (обычно — 22 нуклеотида) было сокращено на восемь нуклеотидов. В результате вирус был почти



Комплементарность 5НТО вирусной РНК и участка 18S РНК из малой (40S) рибосомной субъединицы. А и В — боксы, т. е. узнаваемые рибосомой элементы вирусной РНК.

убит. Но в очень малой доле зараженных клеток потомство все же появлялось. Разумеется, это оказались ревертаны. Но наряду с ревертантами двух только что описанных типов обнаруживалось и нечто новое: функциональный дефект, вызванный делецией, вирус успешно исправлял значительно более простуженной делецией (как бы «вышибал клин клином»). Мы удаляли восемь нуклеотидов, а у ревертантов третьего типа (заметим, весьма энергичных) не хватало их около полутора сотен. Тем не менее модель, предполагающая важную роль определенным образом расположенных боксов А и В и их взаимодействия



Структура 5'-нетранслируемой области РНК полиовируса дикого типа (слева), генно-инженерного варианта с делецией из восьми нуклеотидов (в середине) и ревертанта с делецией более чем из полутора сотен нуклеотидов (справа). Вариант с небольшой делецией в зараженной клетке почти не проявляет признаков жизни (квазинфекционен). Но время от времени возникают ревертаны с разнообразными геномами, причем бывают и вполне жизнеспособные варианты. Несмотря на то, что в их геноме не хватает многих нуклеотидов, вирусный белок синтезируется, так как на месте бокса В с его критическим (инициаторным) триплетом AUG находится инициаторный AUG.

с соответствующими участками рибосомы, не была опровергнута. Дело в том, что на приемлемом расстоянии от бокса А у таких мутантов опять находился AUG триплет, но теперь это был инициаторный кодон, обычно удаленный от бокса А почти на две сотни нуклеотидов. У новых ревертантов инициаторный кодон, по-видимому, по совместительству выполнял и функции бокса В. Другими словами, мы предполагаем, что у таких мутантов инициаторный AUG кодон не только отдавал команду начать трансляцию, но и способствовал присоединению рибосомы к матрице.

#### ФРАГМЕНТ РНК, НУЖНЫЙ ТОЛЬКО IN VIVO?

Только что описанные ревертаны с протяженными делециями были не просто забавной находкой, подтверждающей нашу модель. Возникал естественный вопрос: если столь легко выбрасываемый кусок РНК не нужен (а, как уже говорилось, без него ревертаны чувствуют себя вполне прилично), то почему он сохраняется не только у всех природных штаммов полиовируса, но и всех других энтеровирусов? Значит, скорее всего, он все-таки нужен: висящее на стене ружье должно когда-нибудь стрелять.

Раздумывая о возможных причинах этого противоречия — в природе некоторый сегмент РНК всегда сохраняется, а в лаборатории может быть утерян без серьезных

последствий — мы естественно предположили, что этот сегмент важен именно для взаимодействия вируса с его естественным, природным «хозяином» (а таковым является только организм человека), но не нужен для размножения в стандартных тканевых культурах (даже если они «человеческого» происхождения). Одной из тканей, в которой вирус хорошо себя чувствует «на воле», является нервная ткань (полиомиелит — это прежде всего поражение двигательных нейронов). Поэтому предположение, которое мы сейчас упомянули, можно было сформулировать и следующим образом: в регуляторном трансляционном элементе полиовирусной РНК есть участок, необходимый для синтеза вирусных белков в нервных клетках, но не в клетках лабораторных тканевых культур. Если это предположение справедливо, то оно должно иметь существенные следствия. Здесь мы остановимся лишь на двух из них.

Первое могло бы означать, что в молекулах мРНК есть сигналы, которые облегчают или, наоборот, затрудняют использование этих мРНК белоксинтезирующим аппаратом определенных специализированных клеток. Но это одновременно значит, что специализация клеток включает и некоторую избирательность трансляционного аппарата. Другими словами, дифференцировка клеток (возникновение их разнообразия) может включать механизм, которому раньше не придавалось особого значения. К этому можно добавить, что в последнее время в ряде лабораторий обнаружены клеточные мРНК, начало трансляции которых осуществляется по механизму, напоминающему механизм синтеза вирусных белков. Так что проблема, которую мы обсуждаем, представляет отнюдь не только вирусологический интерес.

Второе следствие дает возможность рационально конструировать вакцинные штаммы полиовируса (а возможно, и других вирусов): для этого нужно удалить из регуляторного элемента вирусного генома



тот участок, который необходим для размножения вируса, скажем, в нервной ткани, но без которого вирус можно выращивать в лабораторных или производственных условиях, подобрав соответствующие хозяйские клетки.

В настоящее время мы выясняем, насколько это гипотетическое следствие справедливо. Пока результаты обнадеживают. Так, у наших ревертантов с протяженными делециями существенно снижается нейровирулентность, если ее испытывать на мышцах (с определенными ухищрениями это можно сделать, хотя мышцы обычно нечувствительны к полиовирусу). Конструируются специальные мутанты вируса, чтобы получить более детальную информацию о гипотетическом (пока) тканеспецифическом компоненте трансляционного элемента, обеспечивающем начало синтеза вирусных белков.

### ВЫСОКАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ ГЕНОМА ПРИ НИЗКОЙ ТОЧНОСТИ ЕГО РЕПЛИКАЦИИ

Поразительное разнообразие генетических изменений, которое мы наблюдали при пассировании искусственно сконструированных мутантов, ставит еще одну группу вопросов, которая хотя и не имеет непосредственного отношения к главной теме данных заметок, но для вируса достаточно важна<sup>5</sup>. Оказывается, что репродукция (воспроизведение) полиовируса осуществляется с огромным количеством ошибок. Эти ошибки носят разный характер. Иногда вирусная РНК-полимераза (фермент, строящий цепочку РНК) делает как бы описки — вместо одной буквы вставляет другую. В результате возникают точечные мутации. Однако в других случаях мы видим куда большую «рассеянность» фермента: он пропускает на матрице (вирусной РНК) значительные куски текста (образуя делеции) или вставляет в этот текст неизвестно откуда взявшиеся новые сочетания букв. Следует иметь в виду, что у ревертантов мы регистрируем только такие «ошибки», которые способствуют повышению жизненного потенциала вируса — именно они накапливались при отборе жизнеспособных вариантов. Но полимеразы заранее не знает, какие ошибки могут принести пользу, а какие — нет; можно полагать, что она столь же «невнимательна» и при переписывании других участков вирусного генома. Отсюда следует, что в зараженной клетке, наряду с точными копиями

родительских геномов, в значительных количествах накапливаются всевозможные «уродцы». Столь неаккуратная система воспроизведения вирусного генома может показаться чрезмерно расточительной; однако иногда, как мы видели, слабая «грамотность» его РНК-полимеразы может быть единственным спасением для вируса.

Частота ошибок, возникающая при репродукции полиовируса, свидетельство которой — легкость появления разнообразных спонтанных изменений вирусной РНК, противоречит другому хорошо известному факту — высокой стабильности полиовирусного генома. Действительно, по ходу нашей работы нам многократно приходилось определять нуклеотидную последовательность РНК разных штаммов полиовируса, ранее уже установленную в других лабораториях. Несмотря на то, что исследуемые популяции вируса были разделены многочисленными пассажами в культуре ткани, найденная нами и другими исследователями первичная структура практически не отличалась. О чем это говорит? Скорее всего кажущийся парадокс — высокая стабильность генома при низкой точности репродукции — объясняется сильным давлением отбора при размножении вируса в тканевых культурах. Явное преимущество получает потомство, у которого в точности сохранен родительский геном, поскольку именно этот геном наилучшим образом приспособлен (в результате предшествующего отбора) к размножению в данных клетках.

Однако в естественных условиях, т. е. при циркуляции полиовируса в человеческих популяциях, наблюдается достаточно быстрая эволюция вирусного генома. Очевидно, что здесь давление отбора меньше, это, по крайней мере частично, может быть связано с разнообразием условий, встречаемых вирусом в организмах разных людей.

Вернемся к нашей основной теме. Изучение способа синтеза белков полиовируса привело к открытию нового механизма — внутреннему, независимому от кэпа началу трансляции. Этот механизм реализуется также у некоторых других вирусов и некоторых клеточных мРНК. Интенсивные исследования по этой проблеме, которая разрабатывается во многих лабораториях мира, обещают создание новых вирусных штаммов — кандидатов для использования в качестве противовирусных вакцин. Не менее важно, что появилась надежда разобраться в механизмах регуляции синтеза некоторых белков в нормальных клетках, в частности, при их дифференцировке.

<sup>5</sup> Agol V. I. // *Develop. Biol. Standart.* 1993. V. 78. P. 11—16.

# Фигурные камни — «костырма»

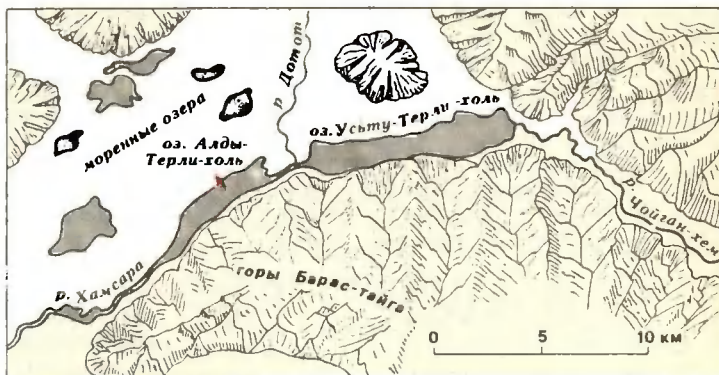
И. И. Белостоцкий

**П**РИ проведении геологических исследований в бассейне р. Хамсары в Северо-Восточной Туве автору пришлось столкнуться с чрезвычайно интересным случаем, когда игра природы может быть по ошибке принята за продукт фантазии и творение умелых рук человека.

Но сначала — несколько замечаний о самом бассейне Хамсары. Названная река представляет собой главный приток Бий-Хема, правой ветви Верхнего Енисея (Улуг-Хема). В эпоху максимального четвертичного оледенения весь бассейн Хамсары был занят ледниковым покровом щитового типа. Ледяной панцирь покрывал и вершины гор, и широкие долины, сеть которых образует относительно неглубокую Верхнехамсаринскую котловину. В период отступления ледников здесь во многих местах накапливались моренные, флювио-гляциальные и озерно-ледниковые отложения. А там, где длительно сохранялись мертвые льды, при их последующем вытаивании образовались реликтовые ледниковые озера, довольно узкие, но длинные, вытянутые по осевой линии долин на несколько километров.

Из двух таких озер, расположенных одно на продолжении другого, и берет начало Хамсара. В верхнее из них, Усть-Терли-Холь, с гор, расположенных восточнее, стекает р. Чойган-Хем, а в протоку, соединяющую это озеро с нижним, Алды-Терли-Холем, впадает с севера р. Дотот, правая ветвь Хамсары. Сама Хамсара, сразу в виде довольно многоводной реки, вытекает из западного конца Алды-Терли-Холя.

В пределах бассейна Хамсары и прилегающих к нему че-



Истоки р. Хамсары. Стрелкой показано место, где на берегу оз. Алды-Терли-Холь обнажаются озерно-ледниковые отложения.

стях Саяно-Тувинского нагорья кроме явных следов оледенения сохранились и следы недавнего базальтового вулканизма, в том числе свежие шлаковые конусы и кратеры голоценового возраста.

Озеро Алды-Терли-Холь, из которого вытекает Хамсара, весьма живописно. Южный его

Оз. Алды-Терли-Холь.

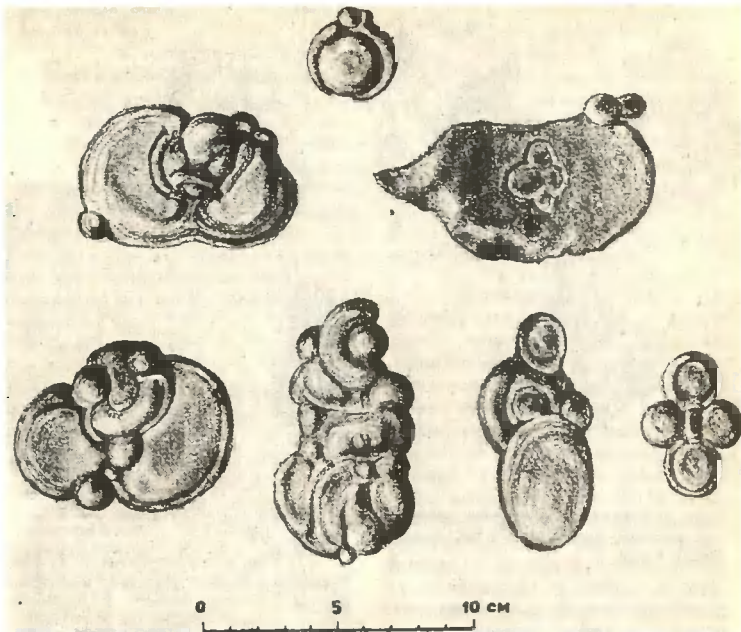
берег скалист, с бараньими лбами, обточенными ледником, северный же берег представлен озерно-ледниковыми отложениями — тонкослойными ленточными глинами. Впрочем, их обнажений на поверхности почти не видно, обычно они заматы или скрыты под дерновым или моховым покровом. Но когда над озером разгуливается западный ветер, гоня волны в направлении его длинной оси, эти волны при семикилометровой длине озера достигают значительной силы, перекачиваются через узкую полосу бечевника и подмывают подножие невы-



сокого берегового обрыва, оставая в прибрежной зоне вымытый оттуда материал. Если при наступившей вслед затем тихой погоде кому-то случается проходить по бечевнику, человек обнаруживает у себя под ногами разбросанные там и сям камни самой удивительной, фантастической формы.

Жители Северо-Восточной Тувы давно знают о существовании этих фигурных камней, хотя верховья Хамсары посещают только оленеводы, пащуа здесь своих оленей в летние месяцы, да охотники, добывающие осенью и зимой пушнину — белку, колонка, соболя. Ближайший населенный пункт — поселок Олбук — находится в 75—80 км (во всяком случае других населенных пунктов вблизи истоков Хамсары не было в те годы, когда автор проводил здесь свои маршруты). Но слухи о чудесных камнях с давних пор были распространены по всей округе. Поэтому каждый, кому доводилось побывать у истоков Хамсары, старался найти эти камушки, принести их на забаву своим детям. И неизбалованная местная детвора играла с ними, как с самыми дорогими игрушками.

О необыкновенных камнях, найденных на берегу Алды-Терли-Холя, создано немало легенд. Вот приблизительное содержание одной из них. «В большом каменном чуме живет великан — кузнец Овылын. Когда он кует свое железо, из отверстия вверха чума вылетают клубы дыма, огонь и раскаленные камни. После работы Овылын крепко засыпает, и тогда его дочери-великанши убегают из дома, пробираются тайным подземным ходом в озеро Алды-Терли-Холь и режутся в нем так, что по поверхности воды ходят огромные волны. А когда они узнают, что отец зашелел и скоро проснется, они спешат убежать из озера и впопыхах теряют много своих каменных украшений, а волны выбрасывают их на берег». Примечательно, что в этой легенде близкие два таких ярких природных явления (пусть несопоставимых по масштабам и значению), как вулканические извержения и образование фигурных камней, появляющихся на бере-



Основные морфологические разновидности фигурных камней, известных под названием «костырма».

гу озера после каждой бури.

Фигурные камни, о которых идет речь, известны у жителей Северо-Восточной Тувы под названием «костырма». Камни эти в самом деле способны поразить человеческое воображение. Признаться, и автор, когда ему случилось впервые увидеть их, в течение некоторого времени находился под впечатлением, что перед ним — произведение рук человеческих, какие-то неизвестные археологам предметы древней культуры. Нелегко было понять, что все это — результат случайной игры природы.

Представьте себе небольшие плоские кусочки серой тонкослоистой плотной известковой породы размером примерно 3×4 или 4×10 см, из которых как бы вырезаны разные причудливые фигуры. Впрочем, при всем разнообразии эти фигурки сохраняют некое единство стиля. Вот что-то вроде идеально круглого медальона в оправе. Вот какое-то странное существо, подобное утке или утконосу, вылепленное довольно небрежно, но с аккуратно прорезанным на его боку крестообразным зна-

ком или тавром, — тут уж создается полная иллюзия, что без резца дело не обошлось! А вот перед вами выполненная в духе авангардизма фигурка женщины с младенцем, из-за плеча которой, кажется, выглядывает еще один младенец, а внизу — собранная в крупные складки одежда с помпонами. Вот еще одна женская фигурка с пышной обнаженной грудью и прикрытой овальным щитом нижней частью тела. Вот неведомое чудище с вытарщенными круглыми глазами на обезьяньей морде, к которой сбоку прилеплены какие-то округлости. А еще один камушек напоминает бурдюк или мешок, из отверстия которого как будто бы торчит голова спящего ребенка.

Разнообразие фигурных камней поразительно. Но, пожалуй, наибольшее удивление вызывает фигура в виде креста, соединяющего четыре правильных овала. Вглядитесь в нее внимательно. Верхний и нижний овалы обведены выпуклым бордюром наподобие шнура или кольца. Эти овалы, расположенные вдоль длинной оси фигуры, покрупнее, а овалы, расположенные справа и слева, — поменьше и без бордюров. Все подчинено строгой симметрии: и параллельное положение



Еще несколько вариантов фигурных камней, найденных у оз. Алды-Терли-Холь.

длинных осей всех четырех овалов, и строгая перпендикулярность в положении пластинок или плоских пластинок, соединяющих эти овалы. Если на обращенной к нам стороне фигуры видна вертикальная планка — соединение крупных овалов, то на противоположной стороне имеется перпендикулярная к ней пластинка, соединяющая маленькие овалы.

Кроме тенденции к симметрии, достигающей в данном случае предельной степени выражения, для фигурных камней характерны такие элементы «орнамента», как правильные круги или диски (те многочисленные «помпоны» или круглые «головы», о которых уже упоминалось), слегка вытянутые овалы, своеобразные бордюры, концентрически обрамляющие элементы круглой или овальной формы (каждый такой бордюр в поперечном сечении имеет двояковыпуклую форму и напоминает кольца или шины велосипедного колеса, огибают по периметру дисковидное или плоскоовальное тело). Из более-менее случайного сочетания этих элементов и создается общий узор.

В поперечном сечении фигурных камней хорошо просматриваются тонкие слои, параллельные верхней и нижней границам каждого из них. Это сравнительно тонкие пластинки

не более 1 см (обычно 7—8 мм) толщиной.

Как же возникли эти фигурные камни? Какова их природа?

Установив их известковистый состав и связь с озерно-ледниковыми отложениями, откуда они вымываются водами современного озера, нетрудно понять, что это карбонатные конкреции, или стяжения карбонатного материала, образовавшиеся в тонкослоистых ленточных глинах.

Поскольку слоистость вмещающих глин проходит сквозь эти конкреции, не огибая их, можно утверждать, что они возникли уже после накопления глинистого осадка. Их формирование происходило за счет рассеянного в осадке известкового вещества, которое, мигрируя, концентрировалось в отдельных местах, где отвердело и цементировало глины, не вытесняя слагающего их тончайшего пелитового материала. Если перейти на строго научный язык, это эпигенетические конкреции цементации.

Известно, что глинистые породы почти непроницаемы для растворов, но при достаточно длительном действии даже медленное диффузионное перемещение коллоидального известкового вещества с наличием все новых и новых его порций на ранее отвердевших участках могло приводить к образованию небольших конкреций. Сложность же морфологии встреченных у Алды-Терли-Холь

фигурных камней связана с тем, что это не просто конкреции, а многочисленные конкреционные сростки.

Но как именно возникла необычайно причудливая форма этих конкреционных сростков? Почему при их формировании так, а не иначе располагались центры, вокруг которых в глине концентрировалось коллоидальное карбонатное вещество? Каким закономерностям должно было подчиняться движение этого вещества, чтобы появились симметричные фигуры? Ответить на эти и подобные им вопросы невозможно без более детальных исследований. Пока ясно лишь одно: «костырма» — это небольшие, сложно построенные известковистые конкреции, образовавшиеся в ленточных глинах озерно-ледникового происхождения.

Остается последний вопрос: можно ли образование таких фигурных камней отнести к явлениям уникальным? Похоже, что нет. Впервые нечто подобное, хотя и не в таком причудливом варианте, было описано еще в прошлом столетии П. А. Кропоткиным<sup>1</sup>, а затем П. Н. Венюковым<sup>2</sup> под названием «иматровских камней». Это встречающиеся в Финляндии близ водопада Иматра известковистые конкреции, которые также образовались в озерно-ледниковых ленточных глинах в период деградации материкового оледенения Европы. Они, как правило, крупнее, чем тувинская «костырма», и имеют в основном лепешковидную форму, осложненную не очень многочисленными конкреционными сростками. Аналогичные конкреции, связанные с позднеледниковыми ленточными глинами, по данным Венюкова, были уже в конце прошлого века известны в Швеции, Норвегии и в бассейне Ладожского озера.

З. В. Тимофеева<sup>3</sup> описала

<sup>1</sup> Кропоткин П. А. Исследования о ледниковом периоде // Зап. Русск. геогр. об-ва по общ. геогр. Вып. 1. Спб., 1876.

<sup>2</sup> Венюков П. Н. Иматра и иматровские камни // Тр. Санкт-Петербургского о-ва естествоиспытателей. Т. 12. Вып. 1—2. Спб., 1881.

<sup>3</sup> Тимофеева З. В. // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1960. № 7. С. 68—81.

очень похожие на «иматровские камни» известковистые конкреции из позднелплейстоценовых глин, слагающих высокую озерную террасу в долине р. Чегем близ поселка Актопрак на Кавказе. Плотинное озеро, в котором отлагались эти глины, возникло здесь в результате горного обвала, подпрудившего долину, перед краем ледника (ниже по течению Чегема) и просуществовало 16 тыс. лет, как это удалось определить по числу тончайших сезонных слоев в ленточных глинах. В процессе диagenеза — преобразования осевшей на дно озера тонкой мути (ила) в глинистую и алевроглинистую породу — в накопившихся осадках образовались конкреции. В нижней части толщи, где этот процесс был более длительным, конкреции, разрастаясь, успели достичь значительных размеров (до  $30 \times 40$  см), а в верхних горизонтах они оказались не более 1 см в диаметре. Как только плотинное озеро было спущено и река прорезала озерную террасу до

коренного ложа, рост конкреций прекратился.

В долине р. Кизельдон на Северном Кавказе также известны аналогичные конкреции, залегающие в верхнелплейстоценовых озерных отложениях. Наконец, в восточной части Горного Алтая, вблизи Тувы, в глинах приледниковых плейстоценовых озер Н. А. Ефимцев обнаружил известковистые конкреции такого же характера, как «иматровские камни» и конкреции из долины Чегема.

Как-то раз автор этой статьи во время поездки по Монголии остановился на ночлег в аймачном центре — городе Арбай-Хэрэ и увидел в гостинице украшающие ее холл плоские декоративные камни, чем-то напоминающие «костырма», но значительно более крупные (приблизительно  $20 \times 30$  см при толщине (до 3—4 см) и более простые по морфологии. Некоторые из них похожи на забавные человеческие фигурки с круглыми головками, пухлыми

ручками и ножками. Где именно найдены эти фигурные камни, выснить не удалось, но это несомненно конкреции, родственные перечисленным выше. Можно предположить, что они также связаны с озерно-ледниковыми отложениями: в Хангайском нагорье, у подножия которого расположен Арбай-Хэрэ, отмечаются следы значительного четвертичного оледенения.

В заключение остается добавить, что цель этой публикации — привлечь внимание исследователей к встречающимся в различных регионах своеобразным конкрециям, интересным прежде всего своей формой. Хотелось бы, например, выяснить, всегда ли фигурные камни связаны с однотипными отложениями определенного генезиса. Возможно, сообщения других авторов, которым приходилось встречаться с подобными конкрециями, позволят составить более полное представление об их природе.

## НОВОСТИ НАУКИ

Охрана природы.

Палеонтология

### Палеонтологическая контрабанда

Еще в 1986 г. в Австралии был принят закон, согласно которому лица, пытающиеся тайно вывезти из страны любые ископаемые остатки животных, оцениваемые выше 1 тыс. австрал. долл., подвергается штрафу в размере до 100 тыс. долл. и тюремному заключению на срок до пяти лет.

Первый такой случай отмечен в 1991 г., когда таможенные власти в западноавстралийском порту Перт обнаружили сотни палеонтологических образцов общей массой более 300 кг, запрятанные в бочки, предназначенные к вывозу в Японию. Почти одновременно другие ископаемые остатки «на-

шлись» в личном багаже пассажира, готовившегося к отлету из местного аэропорта.

Среди контрабандных грузов оказалось около 400 образцов ископаемой рыбы того, населявшей океан 400—350 млн. лет назад, а также представитель ископаемой фауны, относящейся к вендской геологической эпохе — более 700 млн. лет назад. Это наиболее древнее животное, именуемое морским пером, вероятно, родственное современным кишечнополостным (например, морским анемонам); полагают, что это были одни из первых многоклеточных, населявших моря нашей планеты. Перехваченные таможенниками образцы являются наиболее полными из всех, которыми располагают палеонтологи мира. Их цена на «черном рынке» могла бы составить до 600 тыс. долл.

Поиски этих научных ценностей начались с того, что ку-

ратор отдела ископаемых Южноавстралийского музея Н. Пледж (N. Pledge), работая на территории научного парка Флиндерс-Рейндж, обнаружил исчезновение блока кварцитов весом около 1 т, в котором были зафиксированы остатки морского пера. Можно предположить, что злоумышленники выпилили этот блок из массива пород и увезли на грузовике. Следствие по этому необычному делу продолжается. Уже известен случай, когда контрабандно вывезенный из Австралии образец был предложен одному японскому музею за 500 тыс. австрал. долл.

Палеонтологи страны настаивают на ужесточении закона, карающего за подобные преступления, предлагая к тому же изменить формулировку закона так, чтобы она включала не только рыночную, но и научную ценность тайно вывозимого предмета.

Космические исследования**«Магеллан» маневрирует около Венеры**

26 мая 1993 г. американский космический аппарат «Магеллан», запущенный Национальным управлением по аэронавтике и исследованию космического пространства США, успешно завершил после первого этапа торможения переход на новую орбиту вокруг Венеры. Из-за малого количества топлива торможение осуществлялось не бортовыми ракетами «Магеллана», а за счет трения аппарата при его многократном вхождении в верхние слои атмосферы планеты.

Весь процесс торможения рассчитан на 70 сут. По его завершении «Магеллан» перейдет с высокоэллиптической орбиты на круговую, с которой, в частности, будет измеряться гравитационное поле «Венеры». *New Scientist*. 1993. V. 138. N 1876. P. 10 (Великобритания).

Космические исследования**Гигантский магнит в космосе**

Группа специалистов, возглавляемая М. Кивелсон (M. Kivelson; Университет штата Калифорния, Лос-Анджелес, США), опубликовала результаты магнитных измерений, выполненных в октябре 1991 г. во время сближения американского космического аппарата «Галилей» с астероидом Гаспра.

За 1 мин. до момента, когда расстояние между ними стало минимальным (около 1,6 тыс. км), бортовой магнитометр зарегистрировал мгновенное изменение направленности магнитного поля окружающего пространства, а спустя 3 мин. после того, как аппарат

прошел расстояние в 1,3 тыс. км, поле обрело свою первоначальную направленность.

Известно, что любое тело, обращающееся вокруг Солнца, вносит изменения в структуру окружающего магнитного поля, нарушая поток заряженных частиц (солнечный ветер). Подсчеты показывают, что Гаспра, имеющая поперечник около 14 км, способна исказить магнитное поле в пространстве диаметром не более нескольких километров, однако наблюдавшиеся изменения охватывали область в тысячи километров.

На конференции Американского геофизического союза, состоявшейся в Балтиморе в мае 1993 г., Кивелсон предложила гипотезу, согласно которой столь значительное нарушение космического магнитного поля вызывается наличием у Гаспры собственной магнитосферы. По-видимому, интенсивность поля на поверхности астероида вполне сравнима с магнитным полем Земли и не отличается от магнитного поля, характерного для многих железных метеоритов, найденных на нашей планете. Для столь малого тела, как Гаспра, эту величину можно считать весьма значительной.

Очевидно, остывание Гаспры происходило в условиях

мощного магнитного поля, которое могло быть генерировано либо Солнцем, либо более крупным, чем сама Гаспра, телом, частью которого она тогда была, либо столкновением этого астероида с каким-то иным космическим объектом.

Разумеется, свидетельствова достаточно большой «намагниченности» Гаспры пока только косвенные. Однако они весьма правдоподобны, на что прежде всего указывает зарегистрированное приборами «Галилея» вращение этого поля как раз в том направлении, которое можно ожидать в случае, если что-то замедляет проходящий рядом с астероидом солнечный ветер. Примеры сильной намагниченности некоторых железосодержащих метеоритов и хондритов известны. Спектр отражения Гаспры свидетельствует о богатом содержании в ее теле железа.

Гаспра — первый астероид, подвергшийся магнитометрическим исследованиям. В конце августа 1993 г. «Галилей» должен сблизиться с астероидом Ида; соответствующие исследования ученые намерены провести и с этим космическим телом.

*New Scientist*. 1993. V. 138. N 1876. P. 16 (Великобритания).

Космические исследования**Совершенствуется метод измерения движений земной коры из космоса**

На симпозиуме по исследованию Земли из космоса (ноябрь 1992 г., Канн, Франция) сообщалось о результатах работы спутника «ERS-1», запущенного в июле 1991 г. Европейским космическим агентством. Наибольший интерес вызвали эксперименты с использованием метода радиолокационной интерферометрии: на борту ИСЗ



Астероид Гаспра с близкого расстояния.

установлен прибор SAR (Synthetic Aperture Radar — радиолокатор с синтезированной апертурой), который направляет микроволновый сигнал к земной поверхности и затем принимает его отражение; быстродействующий компьютер преобразует полученный сигнал в подробную карту при разрешающей способности около 25 м.

Антенна SAR не только определяет амплитуду отраженного сигнала, но и устанавливает его фазу. Методом радиолокационной интерферометрии получают два различных изображения одной и той же местности с близки друг от друга точек орбиты ИСЗ. Фазовую информацию, относящуюся к одному изображению, ЭВМ налагает на фазовую информацию другого, а затем «вычитает» их друг из друга, создавая интерферограмму — изображение, регистрирующее разность фаз, что позволяет установить различие высот на каждом изображении местности. (В принципе, это аналогично стереовидению: небольшие различия в картинках, запечатляемых левым и правым глазом, дают нам возможность представить картину во всей ее глубине.) В итоге получается компьютерная рельефная карта — числовая модель местности.

Специалисты полагают, что эта методика поможет без больших затрат строить рельефные карты труднодоступных районов Земли, при этом можно определять высоты с точностью до 4 м. Для достижения подобных результатов до сих пор приходилось проводить аэро съемки или вести оптические наблюдения со спутников (например, с французского ИСЗ «SPOT»). Однако эти методы дорогостоящие, оптический способ неприменим во время облачности, а спутник «SPOT» намного менее точен, чем «ERS-1».

В начале 1992 г. новая методика была усовершенствована введением дифференциальной радиолокационной интерферометрии, использующей три изображения одной и той же местности: из первых двух создается одна интерферограмма, а из второго и третьего — другая, затем производится «вычитание» одной интерферограм-

мы из другой, и в результате точность конечного изображения значительно повышается.

Интересный эксперимент провели сотрудники германского Института навигации (Штутгарт): четыре уголкового отражателя были размещены в районе Бонна; в течение месяца с помощью аппаратуры, установленной на «ERS-1», было получено 10 изображений этого района, переданных затем для обработки в Миланский политехнический институт (Италия). Но в ходе эксперимента немецкие исследователи сместили два из четырех отражателей на 1 см по вертикали. Проанализировав все изображения, миланская группа установила и сам факт перемещения, и его величину — 8 и 9 мм.

Геофизик С. Коулсон (S. Coulson; отделение Европейского космического агентства во Фраскати, Италия) подчеркивает, что благодаря дифференциальной радиолокационной интерферометрии можно регистрировать весьма малые движения земной коры даже без применения специальных отражателей. Подобные эксперименты уже ведутся во Франции к северу от Ниццы, где часты оползни, и в Италии рядом с Везувием, где вулканическая активность приводит к смещениям земной поверхности на несколько сантиметров.

Вулканологи уже располагают интерферометрическими данными о движениях земной коры около Этны (о. Сицилия, Италия), которые вызваны подземными перемещениями лавы.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1848. P. 19 (Великобритания).

#### Астрономия

### Существует ли десятая планета в Солнечной системе!

Если в Солнечной системе существует еще одна, десятая планета, то ее тяготение, естественно, должно влиять на движение других планет. Однако их отклонение было бы столь незначительным, что для его

обнаружения необходимы наблюдения по крайней мере в течение двух ее оборотов вокруг Солнца.

Некоторые данные о перемещениях Урана, Нептуна и Плутона, казалось бы, говорят о воздействии на них некоего неизвестного небесного тела. Однако Нептун и Плутон со дня своего открытия прошли слишком малую часть своего небесного пути вокруг Солнца; Уран же, открытый в 1781 г., известен теперь уже на протяжении примерно 2,5 лет существования на своей орбите.

Подробный анализ орбиты Урана по всем имеющимся данным завершил ныне М. Стэндиш (M. Standish; Лаборатория реактивного движения, Пасадена, штат Калифорния, США). Кроме того, он использовал информацию о поведении Сатурна и других планет, полученную во время пролета около них автоматической станции «Вояджер». Особенно важны новые данные о массе Нептуна, полученные «Вояджером-2» при их сближении в 1989 г.: оказалось, что она на 0,5% меньше, чем полагали до того.

Стэндиш установил, что, вопреки прежним утверждениям, Уран за последние 160 лет не отклонился от «предписанного» ему пути. Все сообщения о «неправильных» его перемещениях являются просто ошибками наблюдения. Например, в период между 1895 и 1905 г. поступали сведения, что Уран находится не на своем месте. Но большинство таких сообщений относилось к наблюдениям на одном и том же телескопе, в то время как данные двух других телескопов за тот же период не подтверждали подобные свидетельства. Нептун был открыт в 1846 г., и, не завершив с тех пор ни одного оборота вокруг Солнца, надежным свидетелем считаться не может.

Несмотря на все это, некоторые астрономы не теряют надежду когда-нибудь открыть планету Икс. Среди них — Р. Харрингтон (R. Harrington; Морская обсерватория в Вашингтоне, США). Он признает, что новые сведения о массе Нептуна опровергают утвержде-

ния об отклонении Урана от его нормального пути. Вместе с тем он полагает, что планета Икс может находиться в небе Южного полушария Земли, которое изучено хуже Северного. Шансы на открытие десятой планеты Харрингтон оценивает как 50:50.

The Astronomical Journal. 1993. May, (США); New Scientist. 1993. V. 138. N 1858. P. 18 (Великобритания).

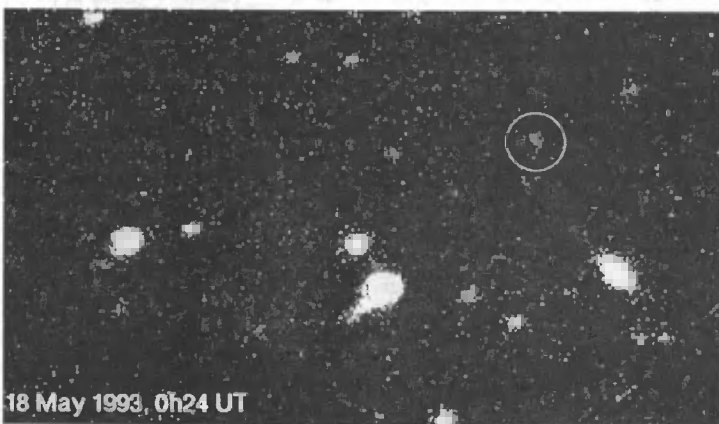
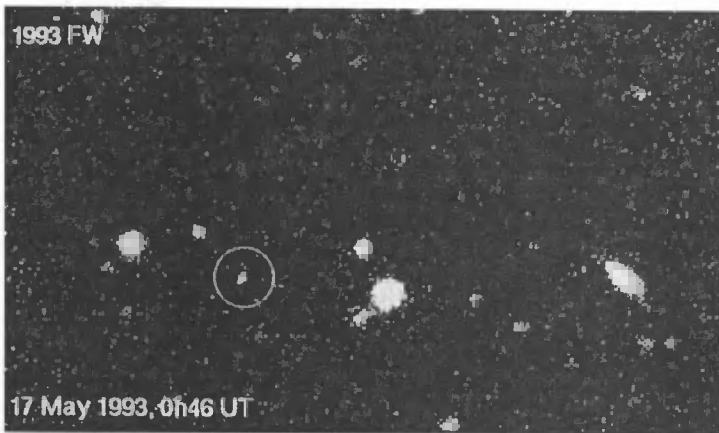
Астрономия

### Еще одна трансплутоновая малая планета

23 марта 1993 г. американские астрономы Д. Джевит и Д. Лу (D. Jewitt, J. Luu; штат Гавайи) открыли медленно движущуюся малую планету 23-й звездной величины. Дальнейшие наблюдения подтвердили необычный характер движения и показали, что она расположена на очень большом расстоянии от Солнца, возможно, значительно дальше Плутона — самой удаленной из больших планет Солнечной системы. Новая планета получила предварительное обозначение 1993 FW (IAU Circular 5730).

В мае 1993 г. новооткрытую планету наблюдали сотрудники Европейской южной обсерватории (ЕЮО). На полученных ими фотографиях О. Хейнот (O. Hainaut) обнаружил ее слабые изображения путем тщательного сравнения кадров и немедленно передал эти изображения по спутниковой связи в штаб-квартиру ЕЮО в Германии, где было вычислено точное положение объекта и послано сообщение в Бюро малых планет. Там Б. Марсдену (B. Marsden) удалось примерно рассчитать орбиту 1993 FW и показать, что расстояние от нее до Солнца в настоящее время должно находиться в пределах от 39 до 48 а. е. (5,8—7,2 млрд. км), в то время как среднее расстояние от Солнца до Плутона 39,8 а. е.

Скорость движения планеты 1,7" в час; ее диаметр, вычисленный по значениям яркости и расстояния, составляет несколько сот километров.



Изображения планеты 1993 FW, полученные на 1,5-метровом датском телескопе ЕЮО в Ла-Силла. На кадрах обозначены дни и часы наблюдений (по Всемирному времени).

1993 FW похожа на малую планету 1992 QB1, которая была открыта в прошлом году<sup>1</sup>.

Чтобы уточнить данные об орбите 1993 FW, наблюдения будут продолжены, пока она находится в пределах видимости с Земли.

ESO Press Photo. 02/93.

<sup>1</sup> ESO и Press Release. 08/92.



Астрономия

### Рухнул радиотелескоп

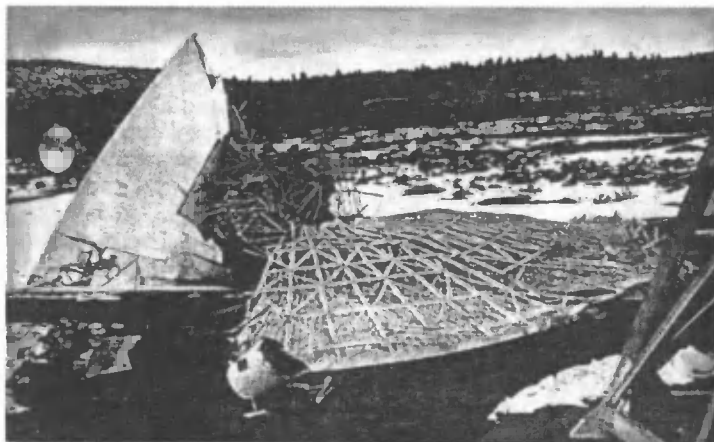
В 1960-е годы стал знаменитым радиотелескоп обсерватории Хат-Крик, расположенной в северной части штата Калифорния, на территории национального парка Лассен (450 км к северо-востоку от Сан-Франциско), — и не столько из-за своих размеров (хотя он и входил в число крупнейших по тому времени), сколько благодаря тому, что с его помощью впервые были обнаружены мазары — гигантские космические облака молекулярного газа, которые под воздействием ультрафиолетового излучения звезд сами излучают в микроволновом диапазоне. С этого открытия началось составление карты межзвездных облаков из атомарного водорода и поиски возможных сигналов от гипотетических внеземных цивилизаций.

Хотя за прошедшие 30 лет конструкция телескопа Хат-Крик существенно устарела, он все еще работал на благо науки вплоть до 21 января 1993 г., когда 20-метровая чаша его параболической антенны, не выдержав порывов ветра в 2500 м/с, рухнула с высоты 30 м и развалилась на куски (ни о каком ремонте даже речи идти не может).

Это событие, помимо прочего, прервало рассчитанные на длительное время исследования галактических магнитных полей, которые вел здесь К. Хейлс (С. Heiles; Университет штата Калифорния, Беркли, США), а ведь именно этот телескоп позволил ему установить, что внутри межзвездных водородных облаков возникают гигантские «пузыри», порождаемые очередным взрывом сверхновых звезд.

Надо сказать, что это не первый подобный случай: несколько лет назад рухнула аналогичная антенна Национальной радиоастрономической обсерватории Гринбек (штат Западная Вирджиния, США); эксперты поставили диагноз: «усталость металла».

New Scientist. 1993. V. 137. N 1859. P. 6. (Великобритания).



Обрушившаяся параболическая антенна радиотелескопа Хат-Крик.

Физика

### «Пингины» в детекторе CLEO

Группа CLEO, работающая на электрон-позитронном накопительном кольце CESR Корнеллского университета (Итака, США), обнаружила редкий распад В-мезонов — частиц, в состав которых входит прелестный b-кварк. Детектором CLEO зарегистрирован процесс, в котором В-мезон распадается только на высокоэнергетичный фотон и странный мезон K<sup>0</sup> в возбужденном состоянии. Графически он изображается диаграммой Фейнмана, в которой физики углядели сходство с очертаниями пингинов.

Такого типа диаграммы были введены в рассмотрение в середине 70-х годов А. И. Вайнштейном, В. И. Захаровым и М. А. Шифманом (ИТЭФ, Москва) для объяснения совершенно необычных правил отбора распадов странных K-мезонов. Тогда же стало ясно, что процессы, описываемые «пингвин»-диаграммами, могут играть существенную роль в нарушении CP-четности, наблюдаемом при распадах нейтральных K-мезонов. Механизм этого явления, которое, как полагают физики, может иметь

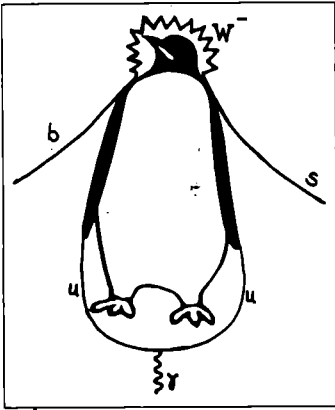
глобальные последствия, все еще остается загадкой. Отсюда и интерес к любым процессам, где оно может себя проявить<sup>1</sup>.

Однако, несмотря на все усилия экспериментаторов, система K-мезонов так и не подарила им «пингинов», для нее же и придуманных. Сферу поиска пришлось расширить. И вот наконец вклад «пингвин»-диаграмм обнаружен в исследованиях В-мезонов, физика которых оказалась на редкость богатой и разнообразной.

В- $\gamma$ K<sup>0</sup> — очень редкий процесс: он встречается не чаще одного раза среди 20 тыс. распадов. Для получения о нем достоверных данных понадобилось более миллиона В-частиц. На установке CESR они появляются парами, без нежелательных частиц-попутчиков, усложняющих регистрацию продуктов В-распадов. Кроме того, в этих условиях В-частицы рождаются со строго фиксированной энергией, что также облегчает выделение редких процессов.

Мезоны В и K<sup>0</sup> распадаются слишком быстро, чтобы в детекторе CLEO они могли быть непосредственно зарегистрированы. События приходится реконструировать по определенному набору продуктов распада, наблюдаемому в детекторе. Прежде всего, это должен быть фотон высокой энергии в сочетании с K- и  $\bar{\Lambda}$ -мезонами. Из этих троек отбира-

<sup>1</sup> Подробнее см.: Вардега Г. Л., Оконов Э. О. Слабые взаимодействия сокрушают симметрии // Природа. 1970. № 9. С. 8—16.



«Пингвин»-диаграмма, описывающая редкий распад В-мезона на странный К-мезон и фотон высокой энергии (показан только процесс превращения b-кварка; его партнер по В-мезону, u- или d-кварк, в этом случае выступает в роли наблюдателя и в процессе не участвует). Когда кварк претерпевает превращения под действием слабых сил, в обязательном порядке изменяется его электрический заряд и «аромат» (тип кварка). В процессах, описываемых «пингвин»-диаграммами, происходят два таких превращения [в данном случае  $b \rightarrow u + W^-$  и  $W^- \rightarrow u + s$ ], в результате чего эффективно заряд кварка не меняется ( $q_b = q_u = -1/3$ ), но меняется аромат.

ются только те, в которых К- и д-мезоны могли образоваться в результате распада  $K^*$ . Через следующее «сито» пропускаются лишь те события, в которых суммарная масса  $K^*$ -мезона и фотона высокой энергии равна полной энергии электрон-позитронных пучков CESR, т.е., по существу, массе В-мезонов. И вот когда тройки частиц таким образом уже тщательно отобраны, можно определить массу частицы, от распада которой они произошли. Пик в спектре масс надежно указывает на то, что их происхождение можно с уверенностью связать с распадом В-мезона.

Изучение редких распадов В-мезонов представляет большой интерес в связи с возможностью проверки стандартной модели, поскольку в этих случаях отклонения от нее особенно заметны. Уже из проведенных измерений ясно, что массы заряженных хиггс-бозонов (частиц, присутствующих в так называемой минимальной

суперсимметричной модели, являющейся расширением стандартной модели) не могут быть меньше 100 ГэВ.

Эксперименты продолжают, и статистика распадов В-мезонов будет увеличена, поскольку в ближайшее время светимость установки CESR предполагается поднять по крайней мере в пять раз. В перспективных планах — создание на базе CESR асимметричной В-фабрики.

CERN Courier. 1993. V. 33. N 5. P. 1 (Швейцария).

#### Физика

### Новая методика измерения электронной релаксации

Группа ученых Института спектроскопии РАН (г. Троицк Московской обл.) разработала прямой метод оценки разогрева электронной подсистемы медной пленки, которая возбуждалась лазерными импульсами фемтосекундной длительности. Нарушенное равновесие между электронами и кристаллической решеткой восстанавливается благодаря электрон-фононному взаимодействию, а динамика восстановления может быть изучена по изменению пропускания или отражения от поверхности образца зондирующего импульса, задержанного во времени по отношению к возбуждающему. Характерное время процесса установления теплового равновесия в металле — время электрон-фононной релаксации — определяется параметром электрон-фононной связи, играющим исключительно важную роль в физике твердого тела.

Исследуемый образец представлял собой пленку Си толщиной 20 нм на стеклянной подложке. Лазерное излучение на длине волны 605 нм в виде последовательности импульсов длительностью 120—180 фс делилось на два канала: возбуждения и зондирования. Пучок возбуждения пропускался через линнию задержки и фокусировался на образце. Энергия возбуждения достигала 50 мкДж в импульсе. Зондирующий пучок

фокусировался в кювете с тяжелой водой для генерации импульсов в непрерывном спектре от 500 до 690 нм. По временной зависимости изменения пропускания было определено время релаксации, оказавшееся равным  $1,8 \pm 0,1$  пс. Электронная температура, достигнутая в эксперименте, была определена из анализа зависимости пропускания от температуры на выбранной длине волны. Она составила  $810 \pm 30$  К. Значения температуры и времени релаксации позволили определить константу электрон-фононного взаимодействия, значение которой совпадает с данными, полученными другими способами. Это свидетельствует в пользу корректности предложенной методики.

Письма в ЖЭТФ. 1992. Т. 55. С. 445.

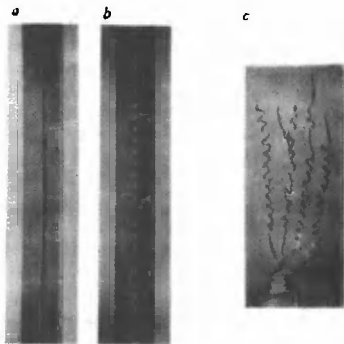
#### Физика

### Периодические трещины

Разрушение напряженных твердых материалов приводит к образованию разнообразных систем трещин. Вспомните, например, об узорах кракелюра (целка) на поверхности керамических изделий. Виды этих систем и их статистические свойства уже давно составляют предмет внимательного изучения. Исследования трещин важны для многих сопряженных научных дисциплин, например для оценок надежности сложных систем и прогнозирования землетрясений. Лишь относительно недавно сложилось понимание того, каким образом возникновение и распространение трещин приводит к морфологии фрактального типа: системе трещин, статистически повторяющей себя в разных масштабах.

Экспериментальное исследование трещин, как правило, весьма осложняется невозможностью наблюдения процесса трещинообразования. Этой трудности удалось избежать японским ученым А. Юзе и М. Сано из Исследовательского института электросвязи. В их работе развит оригинальный

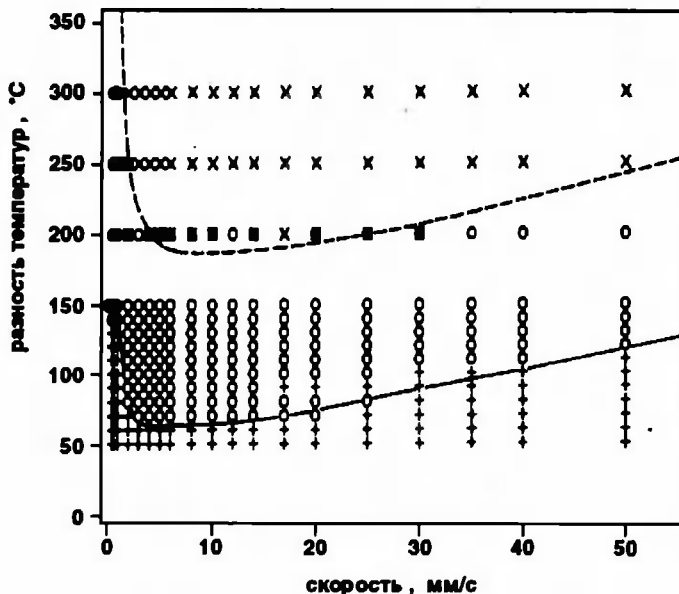
<sup>1</sup> Yuse A., Sano M. // Nature. 1993. V. 362. N 6418. P. 329—331.



Типичные примеры трех типов трещин: прямые (а), осциллирующие (б) и ветвящиеся (с). Размеры образцов  $10 \times 100 \times 0,11$  мм в первых двух случаях и  $14 \times 60 \times 0,13$  мм для ветвящихся трещин.

метод изучения роста трещин — как воспроизводимого динамического процесса. Тонкие (0,11—0,13 мм) длинные стеклянные пластины шириной от 1 до 6 см протягивались с постоянной скоростью (изменяющейся в опытах в пределах от 0,05 до 5 см/с) между термостатом и нагревателем, расположенными на расстоянии около 1 см друг от друга. Разность температур фиксировалась в каждом отдельном эксперименте в пределах 50—300 °С. Возникающий при таких условиях температурный градиент достаточен для того, чтобы напряжения в стекле превосходили предел его прочности и поддерживали развитие трещины. Для однозначности начальных условий в середине нижней части пластин делалась насечка, инициирующая начальную трещину.

Обнаружено, что в зависимости от скорости протяжки и величины температурного градиента возможны три различных режима развития трещин. При малой (но достаточной для раскола) разности температур трещина растет прямолинейно; увеличение температурного градиента приводит к появлению однозначно воспроизводимых периодических трещин с периодом, равным 0,28 ширины пластины; наконец, при еще больших градиентах температуры нелинейные явления настолько усиливаются, что становится возможным последовательное раз-



Морфологическая диаграмма в плоскости скорость — разность температур. Знаком + обозначены прямые трещины, кружками — осциллирующие, крестиками — ветвящиеся. Прямая и штриховая линии проведены по границам перехода.

двоение трещин (воспроизводимое только статистически).

Попытки объяснить это явление теоретически, предпринятые в статье авторов, а также в комментариях к ней<sup>2</sup>, увы, пока далеки от желаемой ясности. Качественно тенденцию к искривлению трещины можно понять следующим образом. Естественно, что при малых температурных напряжениях и достаточной скорости их перемещения трещина должна распространяться прямолинейно по вектору скорости (вертикально — в экспериментах Юзе и Сано). Напротив, в случае нулевой скорости при увеличении температурного градиента трещина должна пройти горизонтально. (Заметьте, что раздвоение трещин при высоких градиентах температуры происходит в момент, когда ее направление почти горизонтально.) Конкуренция этих двух тенденций и приводит к периодическому поведению.

Поскольку эта задача не выглядит чересчур сложно, можно высказать уверенность, что ее теоретическое объяснение не заставит себя ждать. В теории трещин существует один параметр — поверхностное натяжение твердого тела, — исключительно трудно поддающийся прямому измерению. После теоретического объяснения эксперимент Юзе и Сано может стать одним из надежных методов анализа материалов по отношению к образованию трещин, в частности, определения поверхностного натяжения твердых веществ.

© А. В. Бялко  
Москва

Биохимия

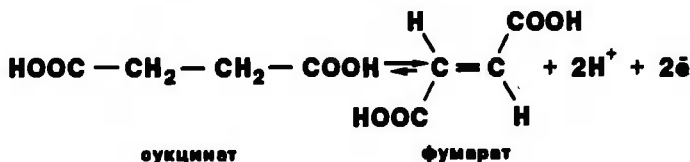
Ферменты — диоды!

Группа ученых под руководством А. Сучета (A. Sucheta; химический факультет Калифорнского университета), исследуя свойства фермента сукцинатдегидрогеназы, пришла к оригинальному выводу: этот биологический катализатор работает как молекулярный диод, т. е. перенос электронов в этой системе возможен только в одном направлении. Сукцинатде-

<sup>2</sup> Marder M. // Nature. 1993. V. 362. N 6418. P. 295.

гидрогеназа — митохондриальный фермент, прочно связанный с мембраной. Молекула фермента содержит ковалентно связанный флавинадениндинуклеотид (ФАД) и железосерный кластер. Сукцинатдегидрогеназа катализирует окисление сукцината (янтарной кислоты) в фумарат (фумаровую кислоту):

одном направлении: сукцинат → фумарат. Окисление сукцината в фумарат происходит очень хорошо, а обратная реакция почти не идет даже при подаче сильного восстановительного потенциала. Фермент работает как молекулярный диод, перенося электроны только в одном направлении.



Для протекания этой окислительно-восстановительной реакции необходимы дополнительные вещества — переносчики электронов (их называют промоторами или медиаторами). Сучета и его коллеги продемонстрировали, что сукцинатдегидрогеназа может сорбироваться на поверхности графитового электрода и осуществлять электронный транспорт без посредников (промоторов или медиаторов).

Перенос электронов в системе графитовый электрод — фермент происходит только в Фермент сукцинатдегидрогеназа, содержащий флавинадениндинуклеотид (ФАД) и железосерный кластер, расположен на поверхности графитового электрода.

Авторы считают, что это открытие имеет физиологическое значение, не допуская прохождения цикла Кребса в обратном направлении, а также технологическое, для развития нового поколения биоэлектронных приборов.

Интересно отметить, что другой митохондриальный фермент — фумаратредуктаза, катализирующий обратную реакцию  $\text{фумарат} + 2\text{H} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{сукцинат}$ , имеет прямо противоположные электрохимические характеристики при сорбции на графитовом электроде.

Валки не имеют свойств полупроводников, находящихся в твердофазном состоянии. Диодные свойства в этом случае —

следствие микроскопических транспортных реакций в белковых молекулах. Поиски электронных тропь (часто с односторонним движением) — одна из интересных задач современной биохимии и биоорганической химии.

Nature. 1992. V. 356. N 6367. P. 361—362 (Великобритания).

## Медицина

### Вспышка эпидемии полиомиелита в Нидерландах

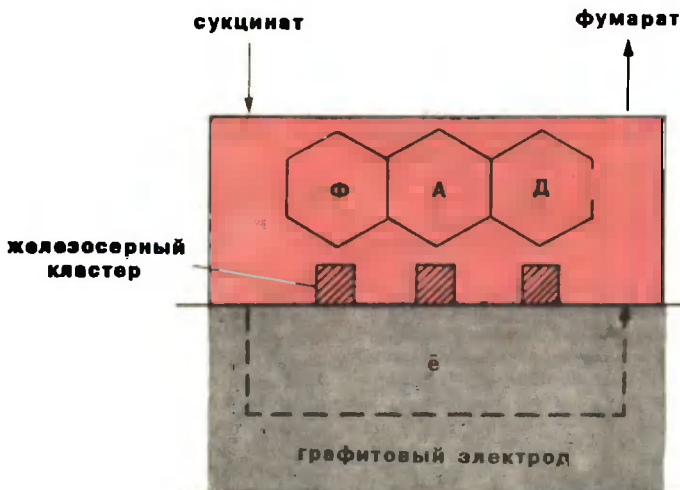
В феврале 1993 г. в Нидерландах зарегистрирована вспышка эпидемии полиомиелита. За одну неделю здесь было выявлено 68 случаев этого заболевания у детей в возрасте, проживающих в 7 из 12 провинций страны.

И это несмотря на то, что служба здравоохранения Нидерландов по праву занимает лидирующее положение среди европейских стран. Подавляющее большинство населения этой страны привито против полиомиелита, но все же есть небольшие группы людей, проживающих в разных провинциях и принадлежащих к религиозным общинам, которые отвергают иммунизацию в принципе. Во время февральской вспышки эпидемии все заболевшие оказались членами пяти общин крайне консервативного течения фундаменталистов.

Предыдущая вспышка полиомиелита в Нидерландах произошла 15 лет назад. Тогда, как и теперь, пострадали те же группы населения. А в 1979 г. вирус был занесен из Нидерландов в Северную Америку членами религиозных сект, посещавших своих родственников в Канаде и США.

В связи с этим ВОЗ предупреждает об опасности неполной иммунизации. До тех пор, пока есть хотя бы небольшие группы непривитых людей, риск внезапной вспышки полиомиелита существует даже в хорошо развитых странах мира.

В 1988 г. ВОЗ провозгласила о своем намерении избавить мир от полиомиелита к 2000 г. Программа борьбы с этим



заболеванием предусматривает в первую очередь организацию массовых прививок, эпидемиологический контроль и развитие лабораторных служб. Результаты этих мероприятий казались обнадеживающими: в Западном полушарии, например, за последние полтора года не было ни одного случая полиомиелита, охват иммунизации детей первого года жизни в мире достиг к 1990 г. 80 %, и число новых случаев заболевания резко упало. Однако недавняя вспышка полиомиелита в Нидерландах свидетельствует о том, что в программе ВОЗ не все было учтено. И теперь, по мнению экспертов ВОЗ, для осуществления глобальной иммунизации населения земного шара в ближайшие 10 лет потребуется 11 млрд. доз вакцины.

World Health Organization. Press Release. 1993. N 16 (Швейцария).

#### Медицина

### Эпидемия гриппа в мире

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в период эпидемии 1991/92 г. практически повсеместно преобладал грипп, вызываемый вирусом А (H3N2), хотя в отдельных странах (Бельгия, Япония, Новая Зеландия) чаще регистрировался грипп типа А (H1N1). Грипп В, превалявавший в сезоне 1990/91 г., в 1991/92 г., несмотря на то, что вирус выделялся редко, оставался широко распространенным и в конце сезона стал причиной вспышек эпидемий в Японии и Панаме.

Вирусы гриппа А подтипа H3N2 первыми были обнаружены в Европе и Северной Америке в октябре, а в Азии и Африке в ноябре и декабре 1991 г. В последние два месяца года возросла активность этого типа гриппа в Европе и Северной Америке, в конце декабря 1991 г. — январе 1992 г. она достигла пика, а к марту 1992 г. в Северном полушарии сохранялась только спорадическая заболеваемость. В конце марта вспышки возникли в Южном полушарии, в частности в Новой

Зеландии. В летние месяцы вспышки регистрировались в нескольких странах, но широкое распространение грипп А (H3N2) в это время года имел лишь в Новой Зеландии.

Эпидемия гриппа А (H3N2) привела к высокой смертности людей пожилого возраста, а во многих странах — школьников и молодежи.

Weekly epidemiological report. 1992. V. 67. N 50. P. 373—379 (Швейцария).

#### Медицина

### Успехи в борьбе с онхоцеркозом

Пять лет назад Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) начала сотрудничество с фармацевтической компанией «Mergsk» по обширной программе борьбы с онхоцеркозом («речной слепотой»).

Это тяжелое заболевание, уже поразившее около 17 млн. жителей планеты, угрожает еще 90 млн. Распространено оно на территориях с тропическим и субтропическим климатом — в странах Центральной и Западной Африки, Центральной и Южной Америки.

Возбудитель этой болезни — *Onchocerca volvulus* — нитевидный гельминт (подотряд паразитических нематод отряда Spirurida). Промежуточный хозяин, мошка рода *Simulium*, заражается личинками этого паразита (микрофиляриями) при сосании крови больного человека, окончательного хозяина, и таким же образом заражает новых людей. В засушливые месяцы года мошки активны как утром, так и вечером, в холодные и дождливые периоды — только вечером. Местами выплода мошек служат порожистые реки.

Взрослые онхоцерки (макрофилярии) локализируются в подкожной клетчатке человека. Через 10—15 мес. появляются тысячи личинок, которые мигрируют в кожу, вызывая нестерпимый зуд, нарушения пигментации, изъязвления и другие поражения. Когда микрофилярии достигают глаз, возникают

поражения, приводящие к слепоте.

Фармацевтическая компания разработала препарат мектизин (ивермектин), однократное применение которого парализует и убивает микрофилярии, не вызывая побочных действий, приводит к обратному развитию ранних поражений роговицы, приостанавливая развитие слепоты. При применении ивермектина раз в шесть месяцев восстанавливается внешний вид кожи и ее эластичность. Однако препарат не эффективен на поздней стадии заболевания и не приводит к обратному развитию уже возникшей слепоты и застарелых поражений кожи. Кроме того, ивермектин не убивает макрофилярий, которые продолжают производить микрофилярий, поэтому препарат следует принимать по крайней мере ежегодно.

Борьба с онхоцеркозом с помощью обработки инсектицидами мест выплода переносчиков, проводившаяся с 1975 г., уже позволила избавиться от онхоцеркоза 80 % всех пораженных площадей.

Внедрение ивермектина в сочетании с инсектицидами или отдельно значительно облегчает борьбу с онхоцеркозом. В настоящее время в силу ряда технических и финансовых причин программой борьбы охвачены не все страны, тем не менее ивермектин — главное средство против «речной слепоты» в 30 странах мира, основным очагом болезни среди которых является Нигерия.

World Health Organization. Press Release. 1992. N 56 (Швейцария).

#### Медицина

### Рост заболеваемости туберкулезом в индустриальных странах

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), в последние несколько лет в десяти странах Западной Европы и в США произошло увеличение заболеваемости туберкулезом, находившимся на рубеже почти полного искоренения в этих странах.

Страна	Самая низкая заболеваемость (на 100 тыс.)	Заболеваемость в последние годы (на 100 тыс.)	Процентное увеличение
Швейцария	13,8 (1986)	18,4 (1990)	33,3
Дания	5,2 (1984)	6,8 (1990)	30,7
Италия	5,7 (1988)	7,3 (1990)	28,0
Норвегия	7,0 (1988)	8,5 (1991)	21,4
Ирландия	15,1 (1988)	17,9 (1990)	18,5
Австрия	17,8 (1989)	20,8 (1990)	16,8
Финляндия	15,5 (1990)	18,1 (1991)	16,7
США	9,3 (1985)	10,4 (1991)	11,8
Нидерланды	8,4 (1987)	9,2 (1990)	9,5
Швеция	6,4 (1988)	6,7 (1990)	4,6
Великобритания	10,1 (1987)	10,5 (1991)	3,9

Ежегодно в индустриальных странах регистрируют более 400 тыс. новых случаев туберкулеза и около 40 тыс. смертей, вызванных этим заболеванием, особенно распространенным среди пожилых людей, этнических меньшинств, мигрантов и инфицированных ВИЧ. В общей сложности в мире от туберкулеза все еще погибают более 3 млн. человек в год, из них 98 % случаев смерти и 96 % новых случаев заболевания приходится на развивающиеся страны.

Большую роль в возврате в США туберкулеза играет СПИД. Не вызывает сомнения, что двойная инфекция *Mycobacterium tuberculosis* и ВИЧ приводит к активации туберкулеза из-за ослабления иммунной системы.

В Европе причины роста заболеваемости туберкулезом более сложны и разнообразны. В Дании, Нидерландах, Норвегии, Швеции и Швейцарии заболеваемость растет главным образом за счет чужестранцев и не связана с ВИЧ.

World Health Organization. Press Release. 1992. N 39 (Швейцария).

#### Медицина

### СПИД в Индии

По мнению М. Мерсона (M. Merson; Всемирная организация здравоохранения, Швейцария), возглавляющего программы по борьбе со СПИДом в мире, распространение ВИЧ-

инфекции в Индии, если не будут приняты срочные меры, в ближайшие три года достигнет уровня, характерного в настоящее время для стран Африки.

На реализацию национального проекта борьбы со СПИДом в восьмом пятилетнем плане развития здравоохранения Индии (1992—1997 гг.) выделено 15 % бюджета (100 млн. амер. долл.), что не намного меньше, чем ассигновано на борьбу с малярией, но значительно больше, чем на борьбу с лепрой и туберкулезом. Причем большую часть средств составляет ссуда Мирового банка (84,5 млн. долл.), а 1,5 млн. долл. выделила ВОЗ на «техническую помощь». Однако встал вопрос, как рационально использовать эти средства. Не решено, как будет проводиться обследование населения: будет ли оно добровольным и анонимным или же обязательным. Много средств потребуется и на обеспечение безопасности донорской крови и препаратов на ее основе. При этом эксперты ВОЗ полагают, что острота проблемы в стране до конца не осознана, а времени уже упущено много.

The Lancet. 1992. V. 340. N 8834—8835. P. 1533—1534 (Великобритания).

#### Биология

### Яд бледной поганки разрушает лимфоциты

Сотрудники Киевского медицинского института им. А. А. Богомольца И. С. Чекман и

С. А. Кузьменко впервые с помощью электронно-микроскопического исследования изучили влияние яда бледной поганки на лимфоциты человека. С этой целью была использована кровь доноров, предварительно обработанная гепарином (антикоагулянт), которую инкубировали с ядом бледной поганки. Установлено, что этот яд вызывает дезорганизацию и деструкцию лимфоцитов: лимфоциты утрачивали обычную форму, ядро уменьшалось в размерах, редуцировалось ядрышко, появлялись разрывы ядерной оболочки с выходом гетерохроматина в цитоплазму, наблюдалось просветление цитоплазмы с образованием очагов аутолиза до полного отсутствия органелл, разрушение митохондрий, гранулярного эндоплазматического ретикулула. Причем выраженность деструкции лимфоцитов возрастала с увеличением дозы яда и продолжительности воздействия.

Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1992. № 9. С. 291—299.

#### Зоология

### Ящерица находит свою добычу по вибрации почвы

Известно, что ящерицы, как и другие пресмыкающиеся, определяют местонахождение добычи, используя зрение и обоняние. Другие органы чувств этих животных изучены пока плохо.

Американский исследователь Т. Э. Хетерингтон (Th. E. Heterington; Университет штата Огайо) получил интересные данные об одной из ящериц — аптенном сцинке (*Scincus scincus*), широко распространенном в Северной Африке и на Ближнем Востоке. Этот сцинк почти всю жизнь проводит в слое песка, не образуя постоянных нор, и на поверхность выходит лишь изредка.

Как показали лабораторные эксперименты, сцинк определяет местоположение своей добычи (насекомых) по вибрациям, производимым ими в песке при движениях. Сцинк способен находить таким путем на-

секомых, не только роющихся в песке, но и ползающих по его поверхности в 15 см от него. Благодаря хорошему развитию таких способностей сцинк может даже оценивать размеры и скорость движения добычи. Сцинки обладают еще одной интересной чертой поведения: ползая, они часто опускают голову в слой песка. Ученые считают, что именно это позволяет им почувствовать вибрацию слоя песка и найти добычу. Восприятие же таких вибраций, видимо, осуществляется структурами внутреннего уха сцинка.

Ethology, Ecology and Evolution. 1992. V. 4. P. 5—14 (США).

Зоология

**Ядовитая птица**

В 1991 г. студент-эколог Д. Думбахер (J. Dumbacher; Чикагский университет, штат Иллинойс, США), работая в экспедиции на о. Новая Гвинея, изучал образ жизни райских птиц (Paradisidae), когда в установленную им сеть попала одна особь певчей птички — хохлатый питогуи (Pitohui dichrous). Когда Думбахер попытался освободить птицу из сети, она его поцарапала. Студент инстинктивно высосал кровь из ранки и почувствовал во рту жжение и онемение. Он предположил, что птица где-то потерялась об ядовитое растение, каких в лесах Папуа — Новой Гвинеи растет немало. Однако вскоре другой участник экспедиции испытал то же самое.

Лишь в конце 1992 г. им удалось поймать еще одного питогуи. Выдернув из хвоста перо, Думбахер лизнул его. Ощущение немедленно повторилось.

По химическому составу яд, собирающийся в коже и перьях птицы, почти идентичен тому, который был обнаружен в теле ядовитых лягушек, обитающих по берегам Амазонки. Экстракт этого яда, полученный всего из 10 мг птичьей кожи, введенный в тело мыши, приводил к гибели через 20 мин.

Это — первый случай обнаружения ядовитости у пернатых. Впрочем, местные жители знали об этом задолго до ученых. Недаром они называют уч-



Хохлатый питогуи.

латого питогуи «мусорной птицей». Папуасам известно, что в пищу эту птицу можно употреблять, лишь хорошенько ощипав и освежив ее, после длительного кипячения.

Очевидно, яд служит хохлатому питогуи для защиты от змей и хищных птиц.

New Scientist. 1992. V. 136. N. 1845. P. 10 (Великобритания).

Этология

**Крысы, сменившие образ жизни**

В Израиле большие площади заняты насаждениями сосны алеппской, или иерусалимской (Pinus halepensis). Зоологи Р. Айзнер и Дж. Теркели (R. Aisner, J. Terkely; Тель-Авивский университет) установили, что экологическую нишу, принадлежащую традиционно грызунам, в этих сосновых лесах начали занимать черные крысы (Rattus rattus). Подобно белкам, они строят на деревьях гнезда, редко опускаются на землю и шелушат сосновые шишки, добывая из них семена, прямо на дереве. Крысы удивительно ловко отдирают от шишки твердую чешую, следуя спиральному расположению.

Ученые наблюдали, как матери обучали этому искусству молодых крысят. В лабораторных условиях зоологи продемонстрировали, что взрослые крысы, никогда ранее с шишками не соприкасавшиеся, не могли научиться их «обмолачиванию»

даже за три месяца. Детеныши же овладевают этим искусством благодаря урокам очень быстро. К этому их поощряло то, что никакой иной пищи здесь природа предложить им не может: в таких лесах другой растительности почти нет.

New Scientist. 1992. V. 135. N. 183. P. 17 (Великобритания).

Ботаника

**Новые свойства дурмана**

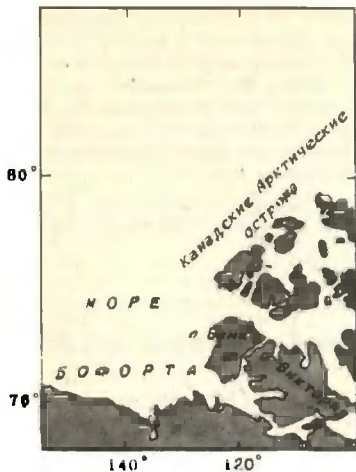
На протяжении многих лет дурман вонючий (Datura stramonium) считается ядовитым растением, вызывающим галлюцинации и неприятные ощущения, а потому подлежащим уничтожению. Однако сейчас, после исследований, проведенных сотрудниками Лос-Аламосской лаборатории (Нью-Мехико), отношение к дурману в Министерстве сельского хозяйства США начинает меняться. Ученые установили, что дурман способен поглощать и накапливать вредные изотопы плутония, кадмия, бора и меди, содержащиеся в воде с высоким уровнем радиации. Биохимик лаборатории П. Джексон (P. Jackson) считает, что металлы концентрируются в стенках клеток дурмана. Он предполагает, что сам дурман или даже фильтр, изготовленный из высушенного или измолотого в порошок дурмана может быть использован для очистки радиоактивных стоков. По оценкам Джексона, методика, предложенная лабораторией, способна сократить радиоактивные отходы Отделения энергетики объемом почти в 1 млрд. галлонов до 100 тыс. галлонов (1 галлон = 3,785 литра).

Environment. 1992. V. 34. N 7. P. 22 (США).

Охрана природы

**Национальный парк на о. Банкс**

Инувиалунты — коренные жители о. Банкс, который расположен в западной части Канадского Арктического архипелага,



Местоположение национального парка «Аулавик».

подписали соглашение с федеральными и провинциальными властями об устройстве на этом острове национального парка. Площадь, выделенная под парк, составит более 10 тыс. км<sup>2</sup> гористой территории острова. Новый парк «Аулавик» — часть «Зеленого плана» правительства Канады, в задачи которого входит сохранение 39 различных экосистем природы этой страны. К настоящему времени Канада располагает 35 национальными парками, в которых находятся под охраной 22 типа экосистем. Инувиалиты получают исключительные права на пользование естественными ресурсами парка.

Environment. 1992. V. 34. N. 8. P. 24 (США).

#### Охрана природы

### Лягушка с о. Джерси

На британском острове Джерси (Нормандские о-ва) живет очень подвижная лягушка (*Rana dalmatina*) размером со сливу. Несмотря на это, она может прыгать в длину чуть ли не на 70 см.

О. Джерси — самое северное место ее обитания; на Больших Британских о-вах ее нет, хотя на соседнем полуострове Нормандия встречается она нередко.

Сейчас численность этой лягушки упала до опасного уровня, и главным образом по вине тех, кто ее любит. Основное место обитания лягушки — обрамленные можжевельником низины на берегах залива Сент-Уэн — каждую весну подвергается нашествию школьников. Рукотворимые учителями биологии, они собирают полные банки и кувшины лягушачьей икры, чтобы дома и в классе наблюдать за тем, как из нее вылупляются головастики, а потом и лягушата.

К этим набегам добавилась засуха в течение двух лет подряд. Пресной воды в низину поступало очень немного, и выводить молодь было практически негде. Все это и привело к почти полному исчезновению этого вида лягушек в северном ареале.

Пытаясь спасти положение, местные органы просвещения издали циркуляр, в котором призывают учителей воздержаться пока от сбора лягушачьей икры.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1810. P. 57 (Великобритания).

#### Охрана природы

### Носорог под охраной ООН

За последние 20 лет численность носорогов в мире упа-

Э. Б. Мартин у черепа носорога.

ла на 85 %, но и сохранившаяся часть стада находится под угрозой, так как животных продолжают уничтожать браконьеры, привлекаемые высокой ценой в Азии за их рог (около 50 тыс. долл. за 1 кг). Только в Китае более 500 кг этого рога ежегодно идет на производство традиционного лекарства от лихорадки. В 70-х годах в Северном Йемене около 8 т рога в год использовались на изготовление ручек для кинжалов, считающихся неотъемлемой частью мужского национального костюма. Одно это привело к гибели 22 тыс. животных. В Африке же считают, что шкура носорога излечивает от носоовых кровотечений и змеиных укусов.

Недавно борьба за сохранение носорога в природе обрела нового могучего союзника. М. Толба (M. Tolba), глава Программы по охране природной среды при ООН, создал должность специального посланника по делам носорога и назначил на этот пост эколога Э. Б. Мартина (E. Bradley Martin), консультанта Всемирного фонда охраны дикой природы. В его задачи входит в первую очередь разрушение цепи, связывающей скупщиков рога и его потребителей. Мартин уже объехал страны (Китай, Южная Африка, Объединенные Арабские Эмираты, Йемен, Замбия и Зимбабве), где особенно сильно развиты браконьерство и торговля этим нелегальным товаром, для того чтобы попытаться убедить потребителей в том, что от лихорадки не хуже помогают и иные средства, на-





пример рога сайги, численность которой в Азии пока беспокоит не вызывает.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1841. P. 10 (Великобритания).

Организация науки.  
Геофизика.

## Против оползней и лавин

Как известно, 90-е годы объявлены Международным десятилетием снижения ущерба от стихийных бедствий (Россия и другие республики бывшего СССР также принимают в нем участие).

Не проходит дня, чтобы где-то на Земле не случились оползень или лавина, нередко катастрофические. «Спускосовым крючком» для них служат ливневые осадки, землетрясения, извержения вулканов, волны цунами либо неразумные действия человека, нарушившего стабильные условия на склоне горы. С ростом во всем мире промышленного, сельскохозяйственного и жилого освоения побережий и возвышенностей растет и число жертв от подобных катастроф. В последние десятилетия мощные оползни отмечались там, где прежде историей не зарегистрировано ни одного такого случая. Например, в районе залива Сан-Франциско (штат Калифорния, США), где с 1955 по 1982 г. численность населения удвоилась и многие новые поселения застраивались вплотную к каньонам, оврагам, в холмистой или предгорной местности, обильные дожди в 1982 г. привели к ряду трагических последствий, равных которым здесь никогда не было.

Известную роль в возбуждении лавин и оползней играет изменение климатических условий. Так, в сентябре 1987 г. в Альпах сошло несколько каменно-грязевых потоков: сильные дожди активизировали морену, оставленную ледником, отступившим под влиянием потепления. Нестабильность морских побережий, вызванная наступлением моря, учащением мощных штормов, вследствие общих климатических изменений привела к катастрофическим оползням в Корее (сен-

тябрь 1990 г.) и Калифорнии (1983 г.).

Нарастание природных катастроф вызвало потребность в создании каких-то структур, не только собирающих сведения о числе подобных явлений, но и в какой-то мере координирующих усилия метеорологов, гидрологов, геоморфологов, сейсмологов, вулканологов и других специалистов по сокращению их пагубных последствий. Так в 1990 г. был организован в рамках Геологической службы США Национальный центр информации об оползнях (Голден, штат Колорадо). Это комплексное учреждение, включившись в работу по программе Международного десятилетия снижения ущерба от стихийных бедствий, собирает, анализирует и распространяет соответствующую информацию. К настоящему времени этот центр располагает уникальной (более 9 тыс. единиц хранения) коллекцией карт, отчетов, публикаций по данному вопросу; компьютеризованной библиографической программой на базе ключевых слов, имен авторов, географических названий и т. п.; здесь хранятся фотографии, слайды, газетные и журнальные сообщения о лавинах во всем мире, вызванных ими жертвах и причиненном ущербе; тексты различных постановлений и распоряжений местных властей в связи с подобными бедствиями и т. д. Все это доступно любому исследователю.

С 1991 г. центр по поручению ЮНЕСКО создает глобальную базу данных, относящихся к строительству и функционированию селезащитных дамб; в ее основе — сведения, получаемые от 300 корреспондентов со всех континентов. Это позволило к VI Международному симпозиуму по лавинам, состоявшемуся в феврале 1992 г. в Крайстчерче (Новая Зеландия), издать первый Всемирный перечень лавин, высоко оцененный специалистами.

Центр организует семинары, устраивает передвижные выставки, способствует обмену информацией, охотно вступает в контакт со специалистами в любой стране. Адрес Центра: National Landslide Information Center, USGS, BGRA, P. O. B. 25046, MS-966, Denver Federal Center,

Denver, CO, 80225-0046, USA. Fax: (303)273-8600.

Earthquakes and Volcanoes. 1992. V. 23. N 2. P. 52 (США).

Геофизика

## Уроки урагана «Эндрю»

В августе 1992 г. на американский штат Флорида обрушился ураган «Эндрю». Причиненные им убытки превысили 30 млрд. долл., что беспрецедентно даже для столь значительного стихийного бедствия. Это заставило специалистов особенно тщательно изучить материалы, собранные во время шторма и после него.

Т. Фудзита (Т. Fujita; Чикагский университет, США) на конференции Американского метеорологического общества в Анахайме сообщил о результатах своего анализа тысяч аэрофотоснимков района разрушений. На них он обнаружил полосы шириной всего до 150 м, где повреждения были особенно сильными. Характер разрушений позволяет утверждать, что на этих участках скорость ветра в порывах достигала 320 км/ч, что на 130 км/ч превышало среднюю скорость движения урагана.

Очевидно, внутри воронки воздуха, образованной ураганом, возникли короткие, но наиболее губительные «всплески». Воронки формировались непосредственно у внешней границы «глаза бури» из сравнительно медленно вращающихся масс воздуха поперечником около 100 м.

Вовлеченный в вихрь разогретый воздух вызывает его подъем и укрепляет структуру воронки, причем ее вращение все ускоряется. Воздушная масса движется с установившейся скоростью, но внутри нее временами возбуждаются кратковременные порывы. То, что ураганы порождают смерти, известно издавна, но последние обнаружены в 250—300 км от «глаза бури», там, где конвекция идет интенсивно, а скорость ветра слабее.

Открытие факта существования высокоскоростных участков в воронках урагана ста-

вит вопрос о необходимости усовершенствования строительных правил в областях, где эти катастрофические события не редкость. При принятии новых правил в США исходили из того, что максимальные «всплески» могут превосходить установившуюся скорость ветра на 10—20 %. Согласно сведениям Национального центра по изучению ураганов США (Майами, штат Флорида), установившаяся скорость «Эндрю», определенная по данным об атмосферном давлении, достигала 232 км/ч. Фудзита считает, что максимальная скорость ветра в это время была на 40 % выше. И все же он полагает, что нет необходимости проектировать все здания в районах, подвергающихся воздействию ураганов, с тем расчетом, чтобы они могли противостоять ветру, имеющему скорость 320 км/ч, — в любом случае такая скорость возможна лишь на очень ограниченных участках. Подобные требования, по его мнению, могут быть предъявлены лишь к сооружениям особого рода — таким, например, как больницы и атомные электростанции.

New Scientist. 1993. V. 137. N 1860. P. 10 (Великобритания).

#### Океанология

### Воздействие урагана «Эндрю» на морское дно

Морские геологи Университета штата Северная Каролина (США) обследовали дно северной части Большой Багамской банки методом сейсмического профилирования с целью изучить характер воздействия тропического урагана «Эндрю» на морское дно и состояние его биоты.

Результаты гидрографических работ и сравнение полученных результатов с подробной съемкой этого же участка банки, выполненной в 1976 г., не показали каких-либо значительных нарушений. Геологи объясняют это обстоятельство высокой скоростью перемещения урагана. По мнению сотрудника этого университета К. Неймана (С. Neumann), при

меньших скоростях движения урагана ущерб дну был бы гораздо большим.

Даже на глубине менее 2 м от «Эндрю» почти не пострадали губки, кораллы и другие донные животные. Зато мощный тропический ураган Хьюго (Hugo) в 1989 г. вызвал значительные смещения в залеганиях донных осадков.

Environmental Science and Technology. 1993. V. 27. N 2. P. 208 (США).

#### Вулканология

### Взорвался вулкан Майон

Совершенно неожиданное для специалистов стало извержение взрывного типа, происшедшее 2 февраля 1993 г. на вулкане Майон (центральные Филиппины). Гигантский выброс раскаленного пепла и грязекаменные потоки, быстро сплывавшие со склонов горы высотой 2462 м над ур. м., привели к гибели более 60 человек и к многочисленным разрушениям в окрестных населенных пунктах.

Научные сотрудники Филиппинского института вулканологии и сейсмологии (Манила) объясняют неожиданность катастрофы для них тем, что они не располагают достаточно современным оборудованием для наблюдений за активностью глубинных недр. Хотя на склонах Майона постоянно действуют три вулканологические станции, лишь одна из них снабжена наклономером, регистрирующим подвижки земной коры. Для примера: на действующем вулкане Сакурадзима в Японии установлены десятки наклономеров; один из них длиной 28 м, обошелся в 170 тыс. фунт. ст.— подобные расходы не может себе позволить развивающаяся страна.

По мнению вулканолога Х. Икада (H. Ikada; Хоккайдский университет, Саппоро, Япония), будь вокруг вершины Майона развернута сеть наклономеров, это позволило бы заблаговременно обнаружить опасные деформации земной коры.

Мэр города Легаспи, расположенного вблизи вулкана, намерен через суд потребовать от Филиппинского института вулканологии и сейсмологии возмещения убытков.

New Scientist. 1993. V. 137. N 1860. P. 8 (Великобритания).

#### Палеонтология

### Древнейшее из панцирных существ

Китайские палеонтологи, проводившие раскопки на северо-западе своей страны, в предгорьях Тянь-Шаня, обнаружили остатки неизвестного ранее динозавра, достигавшего в длину 3 м. Дун Чжимин (Dong Zhiming; Институт палеонтологии позвоночных и палеоантропологии, Пекин) отнес это животное к числу ранних анкилозавров (группа панцирных растительноядных динозавров), живших около 170 млн. лет назад.

Анкилозавры были весьма распространены в меловую эпоху, между 65 и 145 млн. лет назад. Длина их тела достигала 8 м. Но от тех из них, которые жили в середине юрского периода (юрассозавры, чьи размеры были более скромными), в руки ученых до сих пор попало очень немногое, что и делает тянь-шаньское открытие весьма интересным. Кроме того, установлено, что «новичок» представляет собой древнейшего из известных специалистам динозавров, чье тело было покрыто панцирем.

Животному присвоено трудно произносимое название «юрассозаврус недегоаферкиморум». Оно образовано от первых букв фамилий артистов, играющих в нашумевшем фантастическом фильме, сюжет которого построен на рассказе о динозаврах, выведенных в наши дни при помощи генетической инженерии.

Режиссер фильма Стивен Спилберг выделил 25 тыс. долл. на строительство при пекинском институте нового палеонтологического музея и лаборатории.

New Scientist. 1992. V. 136. N 1852/1853. P. 10 (Великобритания).

## Палеонтология

**Эмбрион мамонтенка со стоянки Шестаково**

Весной 1993 г. в Институте истории и этнографии СО РАН (Новосибирская обл.) при разборе костей животных, собранных ранее на позднепалеолитической стоянке Шестаково (Россия, Кемеровская обл.), были обнаружены фрагменты скелета мамонтенка исключительно мелких размеров. Все кости (правая бедренная, левая большеберцовая, правая лопатка и плечевая кость, левая лучевая, шесть фрагментов черепа, пять фрагментов позвонков и 17 фрагментов ребер) принадлежали одной особи и были найдены вместе с кухонными остатками (костями других млекопитающих и взрослых мамонтов) в культурном слое стоянки Шестаково, возраст которой по  $^{14}\text{C}$  больше 22 тыс. лет. На костях взрослых мамонтов и почти на всех костях мамонтенка обнаружены следы порезов и расколов, сделанных древним человеком, иначе говоря, мамоненок был использован в пищу.

При сравнении с аналогичными костями от двух полных скелетов 1—1,5-месячного мамонтя из местонахождения Севск (Брянская обл.), хранящихся в Палеонтологическом институте РАН, нами установлено, что кости мамонтенка из Шестакова имеют значительно меньшие размеры (например, длина лопатки у мамонтенка из Шестакова 146 мм, а у месячного мамонтенка из Севска 185 мм; длина плеча мамонтенка из Шестакова 168 мм, а у мамонтенка из Севска — 204 мм). Пропорционально меньшими оказались и все остальные сохранившиеся кости скелета сибирского экземпляра. Эти реальные, довольно значительные различия в размерах между костями 1—1,5-месячных мамонтя из Брянской обл. и мамонтенка из Шестакова свидетельствуют о том, что скелет сибирской особи принадлежал эмбриону, находившемуся на одной из последних стадий внутриутробного развития. По степени сохранности, сформированности костей и их размеру

можно предположить, что его эмбриональный возраст достигал 20—22 мес. Это предположение делается при допущении, что срок беременности у мамонтов был, вероятно, близок сроку беременности современных азиатских слонов — ближайших ныне живущих родственников этой вымершей группы хоботных.

Эмбрион мамонтенка из Шестакова — пока единственная в мире подобная находка. Правда, несколько отдельных изолированных костей эмбриона мамонта ранее были обнаружены на позднепалеолитической стоянке в Костенках (Воронежская обл.), а две кости (плечевая и бедренная), принадлежащие 12—14-месячному эмбриону, — в упомянутом севском местонахождении, однако по степени сохранности и полноте эти находки заметно уступают уникальному скелету эмбриона из Шестакова.

Остатки ископаемых животных всегда представляют большой научный интерес, а изучение находок, подобных шестаковской, вдвойне интересно, поскольку дает редкую возможность сравнить особенности индивидуального развития у вымершего и близких ему современных видов хоботных. Некоторые общие черты эволюции какой-либо группы животных повторяются только на определенных стадиях эмбрионального развития, поэтому оценка их различий у вымершего и близкого современного видов может быть весьма перспективной.

© Е. Н. Мащенко  
Москва

## Палеонтология

**Вездесущ ли динозавры?**

По существующим представлениям, динозавры — те или иные их виды — встречались в меловой период (144—65 млн. лет назад) повсеместно. Однеко палеонтолог Д. Рассел (D. Russel; Музей естественной истории в Оттаве, Канада) и Т. Холц (T. Holz; Геологическая служба США в Рестоне, штат Вирджиния, США) утверждают,

что после раннеюрской эпохи (200—180 млн. лет назад) единая для всех континентов динозавровая фауна не существовала. Например, тиранозавры (крупнейшие среди наземных хищников всех времен), рогатые динозавры, анкилозавры (панцирные динозавры) и гадрозавры (утконосые динозавры) населяли лишь запад Северной Америки и восток Азии.

Поскольку ящеры западных территорий США и Канады хорошо изучены (так как их остатки многочисленны и отлично сохранились), ряд палеонтологов и полагают, что эти животные в меловой период были распространены повсюду. Авторы же новой гипотезы указывают: в середине мелового периода западная часть Северной Америки была изолирована от всего остального мира, вследствие чего здесь возникло множество уникальных видов. С другой стороны, за время изоляции там успели вымереть многие группы динозавров, в первую очередь гигантские завроподоы (например, бронтозавры).

К подобным выводам Холца привело изучение родственных связей между различными семействами ископаемых ящеров. Возник вопрос, почему в меловую эпоху в Северной Америке отсутствовали завроподоы, хотя во всех остальных регионах они, по-видимому, изобиливали. Он предложил классифицировать динозавров по двум крупным группам: «азиатскоамериканская фауна» Северной Америки и Восточной Азии и «еврогондванская фауна» Европы, Африки, Южной Америки, Австралии, Индии и Антарктиды. Первая, возникнув на нынешней территории Китая, распространилась на запад Северной Америки, когда в начале мелового периода сформировался сухопутный «Берингов мост». Некоторые животные приобрели там весьма «экзотические» формы (такие, например, как трехрогий трицератопс, который в Азию так и не вернулся).

Связь разнообразия видов животных с дрейфом континентов изучал Рассел. Динозавры появились на Земле, когда существовал единый суперконтинент Пангея. Однако в



Тиранозавр [меловой период].

юрский период (202—144 млн. лет назад) он раскололся на Лавразию и Гондвану, а в дальнейшем — на еще более мелкие составляющие. Территория нынешнего Китая оказалась первым массивом суши, изолировавшимся от Пангеи; за ним последовала Северная Америка. Раскопки в Китае показали, что тамошние виды динозавров оставались уникальными с середины юры до начала мелового периода. Именно в то время азиатские динозавры и сумели по недавно возникшему «Берингову мосту» переместиться в Северную Америку. Среди них были предки рогатых динозавров и тиранозавров, а также ранние гадрозавры.

Анализ недавних находок в Южной Америке, Европе и других местах свидетельствует, что в меловую эпоху существовали и иные формы ископаемых ящеров. Расселу удалось показать, как по мере отдаления южных континентов друг от друга «оформлялись» все новые семейства животных. Так, в меловой период массивные и неповоротливые завроподы во множестве встречались и вне Северной Америки; их остатки недавно обнаружены в Антарктиде. Только к самому концу мела они вновь появляются в Северной Америке. По всей видимости, это были уже переселенцы из Южной Америки.

Так или иначе, взгляд на историю и эволюцию ископаемых ящеров в наши дни про-

должает изменяться. Кстати, палеонтология здесь способна помочь геологии, геофизике, геотектонике и палеоокеанологии в определении времени и особенностей процессов разделения континентов, вариаций уровня моря в самые отдаленнейшие эпохи.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1831. P. 15 (Великобритания).

#### Археология

### Археологические древности под Лувром

Реставрации и расширению Лувра — одного из крупнейших королевских дворцов Европы, основные здания которого построены в XVII в., предшествовали в 1991—1992 гг. ширококомасштабные раскопки. В них приняли участие 40 квалифицированных археологов во главе с П. ван Осселем (P. Van Ossel; Национальный центр научных исследований Франции, Париж).

Основная часть раскопок, проведенных на очень значительную глубину, осуществлялась на территории Сада Карусель, непосредственно примыкающей к дворцу. В опубликованном ныне отчете объемом в 3500 страниц сообщается, что археологами обнаружена стоянка человека эпохи неолита (возраст около 7 тыс. лет). Очевидно, это было время первого поселения на берегах Сены, на территории современной французской столицы, одного из пришедших с юга неолитических племен, уже занимавшегося земледелием. Жили здесь эти люди до середины IV тысячелетия до н. э.; принадлежавшие им каменные орудия труда и зернотерки найдены на глубине около 10 м.

В вышележащих культурных слоях обнаружены следы жизнедеятельности человека бронзового века и остатки домохозяйства, относящегося к железному веку. Анализ пыльцы и остатков растений свидетельствует, что к этому времени на расчищенных от леса и зарослей кустарников полях люди выращивали зерновые культуры,

чечевицу и горох, фруктовые деревья.

В I в. н. э. в этой местности римляне устроили каменоломню. При раскопках вскрыты остатки построенного около 300 г. жилого дома с подвалом и чердаком. Характер этого строения заметно отличается от современных ему построек, известных в северной части Франции. В римское время эта земля хорошо обрабатывалась; видны четко проведенные межи и границы участков, по-видимому, сохранившиеся еще и в середине эпохи средневековья.

Обнаружено строение, относящееся к XIV в. Его стены были украшены рисунками и геометрическим орнаментом. В это же время началось строительство новой городской стены. Известны старинные карты Парижа, на которых показано ее местоположение, но сама стена обнаружена теперь впервые. Раскопки свидетельствуют о существовании более мощной фортификации, чем полагали до сих пор. Очевидно, строительство стены продолжалось до XVI в.

Наконец, археологи вскрыли части так и не достроенного дворца Тюильри, служившего продолжением Лувра. Его строительство по заказу вдовы короля Генриха II Екатерины Медичи вел с 1564 г. известный французский архитектор Ф. Делорм. Хотя замысел Тюильри и не был полностью осуществлен, теперь очевидно, что современники не преувеличивали, говоря о его грандиозности.

New Scientist. 1992. V. 135. N 1831. P. 8 (Великобритания).

## Иллюзия прогресса

Б. М. Миркин,  
доктор биологических наук  
Уфа

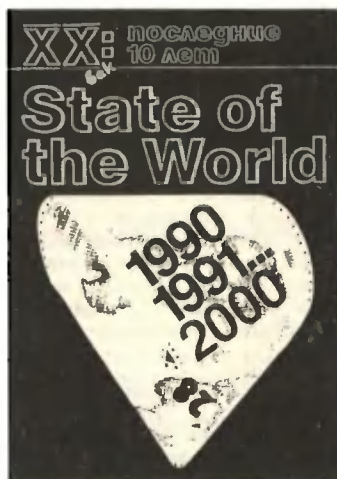
**А**МЕРИКАНСКИЙ научно-исследовательский институт Worldwatch, созданный в 1974 г., решает примерно те же задачи, что и родившийся шестью годами раньше знаменитый «Римский клуб». Однако сегодня американский институт играет несравненно большую роль, чем явно поблекший после смерти А. Пачетти международный синклит маститых экспертов.

Деятельность Worldwatch отличается демократизм, а его оценки и прогнозы — оптимизм. Этот оптимизм даже чрезмерен и, видимо, подосознательно подпитывается благополучием «места обитания».

Имея в своем составе около 50 сотрудников, Институт издает журнал «World Watch», брошюры, монографии, а с 1984 г. — ежегодники «State of the World». Популярность этих ежегодников очень велика. Достаточно сказать, что они выходят на 20 языках.

Рецензируемый сборник включил 14 статей из двух ежегодников — за 1990 и 1991 гг. Подбор их так тщательно продуман, а подходы авторов столь близки, что сборник воспринимается как целостная монография.

В книге опубликовано предисловие для русского издания, написанное директором института Л. Р. Брауном, его же предисловие к восьмому сборнику (за 1991 г.) и четыре статьи-главы (две написаны в соавторстве). Эти главы составляют наиболее ценную часть книги и задают ее общую мажорную тональность, далекую от алармизма отчетов «Римского клуба». Другие авторы — также сотрудники института: К. Флейшиг, Дж. Л. Джэкобсон, Х. Ф. Френч, С. Поустел, Дж. К. Рьян, Дж. Э. Янг, А. Дюрнинг, М. Реннер.



**XX ВЕК: ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ. 1990—1991.** Сборник статей из ежегодников «State of the World», издаваемых Институтом Worldwatch под руководством Лестера Р. Брауна. Послесловие доктора географических наук Г. В. Сдаюк. М.: А/О Издательская группа «Прогресс». «Пангея», 1992. 324 с.

Современная экология как социальное явление немислима без взаимодействия с экономикой, энергетикой и политикой. Авторы анализируют тенденции взаимопроникновения этих составляющих жизни общества и, кроме того, делают попытку экстраполировать будущее.

Сборник в значительной мере политизирован в силу того, что процессы, происходящие в Восточной Европе и на территории бывшего СССР (в момент написания статей даже к восьмому сборнику это государство еще существовало), в значительной мере влияют и на состояние экологической среды во всем мире. «Эта книга, — пишет Браун, — выходит в свет в то время, когда мир до конца осознал критическое состояние

атмосферы, водных ресурсов и почв в Восточной Европе и Советском Союзе. Как только над политической сценой приподнялся занавес, скрывавший этот регион от обзора, выявились беспрецедентные факты ужасающего состояния окружающей среды в нем» (с. 5).

«Ужасающему состоянию окружающей среды» посвящены не только специальные разделы во многих главах. Оно удостоено сомнительной части стать сюжетом специальной главы «Оздоровление окружающей среды в странах Восточной Европы и СССР».

Сотрудники американского института искренне озабочены экологическими бедами постсоциалистических стран и хотели бы, чтобы эти страны использовали полезный опыт контроля за состоянием среды стран рыночной экономики, не повторяя при этом ошибок США или Японии, погрязших в потребительстве, превратившихся в «мир одноразовых вещей», требующий для своего поддержания огромного количества ресурсов и энергии и, кроме того, засоряющий биосферу умопомрачительными объемами отходов. Авторы видят и опасность превращения СНГ в «экологическую колонию», предупреждают нас от предпринимчивых «партнеров», которые могут внедрить грязные производства, и анализируют возможности оказать помощь странам бывшего социалистического лагеря в разработке и реализации экологических проектов. Они считают, что большую роль в координации этой деятельности должен сыграть Международный банк реконструкции и развития. Кредо авторов книги — приоритет общечеловеческих экологических ценностей, защитить которые может только международное сотрудничество.

Однако если страны СНГ уже несут крест печального ли-

дерства разрушителей природы, допустивших катастрофы в Кыштыме, Чернобыле и гибель Арала, то далеко не все безоблачно и в перспективах наиболее развитых стран, а тем более стран «третьего мира». Ресурсы их истощаются, показателем чего является стагнация роста производства зерна после 1984 г., когда исчерпали себя возможности зеленой революции. Почвы с подорванным естественным плодородием перестали отвечать повышением урожайности на орошение, увеличенные дозы минеральных удобрений и на затраты по созданию новых сверхпродуктивных «биотехнологических» сортов высеваемых культур. Опасным контрастом этой тенденции стала крутая экспонента роста народонаселения планеты. За 30 лет с 1970 по 2000 г. (прогнозные данные) наблюдается ежегодный прирост с 68 до 98 млн. человек. В результате, если в 1980 г. на каждого землянина было произведено 322 кг зерна, в 1990 — 316, то к 2000 г. ожидается уже только 295.

Тем не менее сотрудники Worldwatch прогнозируют некоторое увеличение производства продуктов после 2000 г. Это маловероятно. Если в мире возобладает обоснованная им же тенденция повышения устойчивости и сохранения агроресурсов, то за нее придется платить сокращением площади пашни, уменьшением доли разрушающих почву зерновых в севооборотах и сокращением поголовья скота. Сегодня поголовье избыточно в большинстве районов планеты и разрушает естественные экосистемы саванн, пустынь, тундр. Кроме того, книга не касается вопроса о необходимости расширения площадей особо охраняемых территорий (заповедников, национальных парков и др.). По рекомендациям экспертов ЮНЕСКО, охраняться должна примерно треть территории. Этой рекомендации уже следуют многие страны, в том числе США, ФРГ, Польша. Россия и тут в устойчивом арьергарде: у нас охраняется...1% естественных экосистем!

Иными словами, если сельское хозяйство перейдет на

принципы поддержания устойчивости экосистем и будет увеличена доля особо охраняемых территорий, то производство сельскохозяйственных продуктов стабилизируется на уровне (или, увы, даже ниже) 1990 г. и прогнозируемое на 2030 г. население в 8—10 млрд. будет, очевидно, избыточным. Демографически неблагоприятные страны ожидают массовый голод, а демографически благоприятные — резкое ужесточение иммиграционной политики для защиты от наплыва экологических беженцев. Название первой главы книги «Иллюзия прогресса» как нельзя более точно выражает предгрозовую ситуацию, сложившуюся на планете, где, в соответствии с напоминанием В. Коммонера «все связано со всем», не может быть абсолютного процветания в одной отдельной взятой стране.

Чтобы развеять «иллюзию прогресса», Л. Браун рекомендует оценивать прогресс не валовым национальным продуктом (ВНП) на одного жителя страны, а альтернативными, более сложными комплексными показателями, такими как индекс гуманитарного развития (Human Development Index), индекс устойчивого экономического благосостояния (Index of Sustainable Economic Welfare) или, наконец, количеством зерна, производимого на душу населения в год (последний показатель особенно информативен для оценки ситуации в развивающихся странах). Комплексные показатели оценки прогресса включают также среднюю продолжительность жизни, издержки экологического характера, связанные с нерациональным хозяйствованием, и даже контрасты в уровне жизни, так как не может быть устойчивым обществом, где небольшой кучке благоустроенного населения противостоит нищее большинство, толкаемое голодом на разрушение среды.

При использовании таких оценок для изучения развития хозяйства США оказалось, что даже в этой процветающей стране, несмотря на продолжающийся рост ВНП, кривая комплексной оценки устойчивости уже более десяти лет медленно, но верно падает вниз.

Развиваемое авторами книги понимание прогресса изменяет ориентиры развития общества. Оно должно отказаться от эгоистической гонки за возрастающим ВНП и многих атрибутов потребительства (вакханалии рекламы, лавины одноразовых пластиковых и бумажных упаковок, возрастания среднего числа цветных телевизоров, микроволновых печей и автомобилей на одну семью и т. д.) в пользу значительно более скромного и здорового образа жизни, обеспечивающего устойчивое сохранение ресурсов и окружающей среды. Право на жизнь имеют и будущие поколения, причем в не меньшей мере, чем нынешнее, и аморально жить за их счет.

Значительная часть книги посвящена различным аспектам создания устойчивого общества — возможным изменениям климата и уровня морей вследствие парникового эффекта, загрязнению атмосферы и ресурсо- и энергосбережению, созданию устойчивого лесоводства и сельского хозяйства. Две главы представляют читателям последствия холодной войны, причем одна из них названа весьма символично: «Военные против окружающей среды», вторая затрагивает вопросы конверсии.

Заключающие главы носят футурологический характер. Они рисуют картину развития устойчивого общества (включая переход на экологически чистую солнечную энергетику, регулирующую демографию, возрождение «биологической базы», использование в качестве основного сырья вторичных ресурсов, организацию потребления в разумных пределах), рассматривают экономические механизмы преобразования современного антиэкологичного хозяйства в экономику экологически устойчивого типа.

Авторы убеждены, что относительно экологическое благополучие Швеции, Японии и ФРГ в первую очередь связано с продуманной налоговой политикой и возрастанием цен на энергию и ресурсы. Это сделало выгодным использование новых ресурсо- и энергосберегающих малоотходных технологий с реутилизацией и фракционни-

рованием отходов вместо их захоронения и сжигания. Сжигание отходов, которое сегодня многим городам кажется панацеей, на самом деле — всего лишь полумера. Мусороперерабатывающие предприятия загрязняют среду и создают новые проблемы с захоронением золы, часто содержащей токсичные компоненты. Даже в экономике СССР авторы увидели первые результаты повышения цен на энергоносители и удобрения; экономия и того и другого не замедлила сказаться на сниже-

нии уровня загрязнения окружающей среды.

Концептуальная основательность книги сочетается с обилием фактического материала, причем часто совершенно нового для российского читателя (чего стоит, скажем, указание на то, что 2 % территории США занято военными, а за время пребывания в странах Восточной Европы советские войска практически вывели из строя 10 % территорий этих государств...).

У этой книги должен быть

широкий контингент читателей. Она заинтересует всех, кто преполагает экологию и практически занимается ею в местном и государственном масштабе, активистов зеленого движения и, наконец, всех, кто не безразличен к сегодняшнему состоянию и будущему нашей планеты.

Остается лишь поблагодарить коллектив издательства «Лангея», выпустивший этот сборник.

## КОРОТКО

● Московские медики в результате анонимного анкетирования старшеклассников четырех средних общеобразовательных школ Москвы выяснили, что 50,7 % мальчиков и 48,6 % девочек пристрастились к спиртным напиткам еще в 9-м классе. По мере взросления пристрастие к алкоголю возрастает: в 10-м классе пьют 56 % мальчиков и 65,3 % девочек, а в 11-м — 65 % и 77,7 % соответственно.

Такая же печальная статистика обнаружена и в отношении курения: процент курящих школьников увеличивается по мере перехода из класса в класс и достигает максимума у выпускников школы: с 11,4 % у мальчиков и 0,6 % у девочек 6-х классов до 51,1 % у мальчиков и 20,9 % у девочек 11-х классов.

Здравоохранение Российской Федерации. 1992. № 9. С. 19—21.

● Французские медики проанализировали факторы риска психогенных головных болей, возникающих в условиях привычной профессиональной среды, и установили, что основными причинами их возникновения могут быть прежде всего шум и слишком быстрый ритм работы, а также психологиче-

ские, социальные и экономические факторы (в частности, финансовые заботы и отсутствие семейной поддержки).

Archives des Maladies professionnelles. 1992. V. 53. N 4. P. 275—278 (Франция).

● Сотрудники Российского научного центра реабилитации и физической терапии (Москва) установили, что воздействие малых доз ультразвука на воротниковую зону у больных гипертонической болезнью стабилизирует артериальное давление после 10—12 процедур. Механизм лечебного действия, возможно, связан с улучшением мозговой и центральной гемодинамики, состояния симпатико-адреналовой системы, сосудорасширяющим эффектом. Все это может приводить к ослаблению сосудосуживающих реакций и нормализации центральных регуляторных механизмов, которые обеспечивают улучшение мозгового кровообращения.

Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 1992. 1 З. С. 3—6.

● Для получения чистой дешевой питьевой воды из насыщенных влагой туманов, которые часто наблюдаются на высо-

когорьях, группа канадских и чилийских инженеров создала экспериментальную установку, состоящую из больших полотнищ пластиковой сетки, и смонтировала ее на одной из вершин чилийских Анд. Работа установки оказалась весьма эффективной, и жители деревни Чунунго впервые получили чистую питьевую воду. Поскольку установка не требует энергоснабжения и легко может быть собрана самими жителями, инженеры считают, что она найдет широкое применение во многих развивающихся странах, особенно в Латинской Америке и в Африке.

International Wildlife. 1992. V. 22. N 6. P. 27 (США).

● В Брюсселе (Бельгия) создается штат Европейской климатологической опорной сети (European Climate Support Network) с целью объединить усилия климатологов и метеорологов Европы. О готовности участвовать в этом начинании заявили метеорологические службы 13 государств, выразивших согласие бесплатно обмениваться метеоданными и информацией, связанной с климатическими изменениями.

New Scientist. 1992. V. 137. N 1855. P. 10 (Великобритания).

## Русский немец, приумноживший славу России

К 200-летию со дня рождения П. И. Кеппена

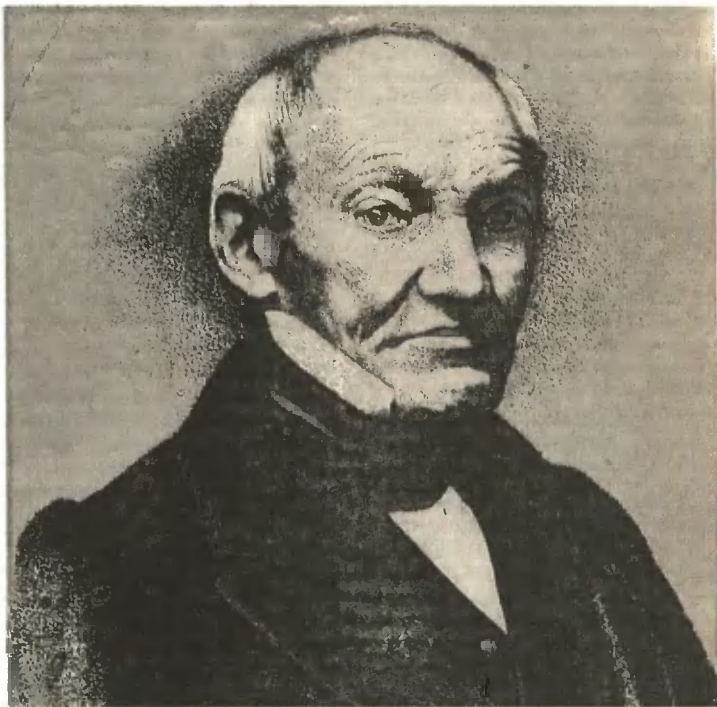
Н. Б. Келлер,

кандидат геолого-минералогических наук  
Москва

**И**МЯ Петра Ивановича фон Кеппена было известно просвещенным людям России и Западной Европы прошлого века. В сборнике «Портретная галерея русских деятелей. Сто биографий» (СПб., 1869, т. 2) он представлен как выдающийся статистик и этнограф. Действительно, его исследования о численном составе и распределении народонаселения, пространстве уездов и губерний Российской империи были настолько точны и основательны, что «служили основой мер, принимаемых Государством»<sup>1</sup>. Однако деятельность Кеппена была гораздо более многогранной и охватывала разнообразные стороны знаний, причем везде он был «первым, прокладывая новые пути, не затронутые другими».

В его квартире в Санкт-Петербурге, как пишет его сын Ф. П. Кеппен<sup>2</sup>, основано Российское географическое общество, где Петр Иванович вначале нес обязанности секретаря, а затем возглавлял отдел статистики. Он издал первую этнографическую карту России, за что был удостоен двух научных наград, генеральную карту России и географическо-статистический словарь Российской империи. Известен ряд его статей по частным вопросам географии: «Главные озера и лиманы Российской Империи», «Об Алешиковских летучих песках», «О Крымских пещерах» и др.

Трудно сказать, какой из областей знания он отдавал предпочтение. Во всяком случае его заслуги в филологии высоко оценены Россией и Европой. Он активно участвовал в учреждении Вольного общества любителей российской словесности. В



Петр Иванович фон Кеппен (1793—1864).

течение всей жизни собирал и изучал русские и древнеславянские памятники письменности.

С молодых лет Кеппен начал работать над составлением русского словаря, первым занялся изучением всех славянских наречий. Издавал «Библиографические листы», которые давали информацию о работах русских славистов и знакомили их с достижениями европейских ученых. Ему принадлежит первая книга по русской археологии — «Список русским памятникам, служащим к составлению истории художества и отечественной палеографии», им составлен «Список известнейшим курганам

России». Много лет Петр Иванович проводил археологические изыскания в Крыму, результатом которых стал «Крымский сборник», начинающийся с главы «О древностях Южного берега Крыма и гор Таврических» и сопровождаемый картой и первым в России указателем к карте.

Кеппен опубликовал ряд оригинальных энтомологических исследований, которые оценил известный зоолог Г. И. Фишер фон Вальдгейм, и за них в 1816 г. был принят в Московское общество испытателей природы.

Кеппен был настроен на разработку вопросов практических, полезных для ведения хозяйства. С 1842 г. он член Вольного экономического общества. Известны его труды: «О разведении сарачинского пшена в Кавказской области», «О вино-

© Келлер Н. Б. Русский немец, приумноживший славу России.

<sup>1</sup> Юбилей Петра Ивановича Кеппена. 29 декабря 1859 г. СПб., 1860.

<sup>2</sup> Кеппен Ф. П. Биография П. И. Кеппена. СПб., 1911.



дели на Южном берегу Крыма», «О потреблении хлеба в России», «О шелководстве в России», «О запасах вод и лесов в верховьях Волги», «О лесных промыслах», «О мочальной промышленности» и др. Он состоял членом 28 самых разных научных обществ России, Европы и Америки, в частности Минералогического общества Петербургской академии наук, Варшавского общества любителей наук, Общества исследователей северных древностей в Копенгагене, Общества наук физических и химических в Париже, Географического общества в Вене, Берлинского общества землеведения, Американского общества ориенталистов в Нью-Йорке и др.

Энергию и трудолюбие Петр Иванович унаследовал от своего отца, уроженца бранденбургского городка Шведт на Одере. Это был один из врачей, выписанных Екатериной II в Россию, где ему была поручена «медицинская часть» Харьковской губернии и даровано потомственное дворянство.

Петр Иванович родился 19 февраля 1793 г. в Харькове. Старший из «девяти недорослей и малолеток», он в 13 лет начал работать в губернской чертежной, где занимался межеванием и изготовлением планов, а в 1809 г. поступил в только что открывшийся Харьковский университет на отделение, где должен был изучать политическую экономию и законоведение. Однако кроме гуманитарных наук он слушал лекции по физике, химии, геологии, математике, энтомологии, картографии. Прекрасный состав европейских образованных преподавателей вполне соответствовал необыкновенной любознательности Кеппена. «Какие возвышенные мысли рождались тогда в уме моем», — писал он в «Дневниках»<sup>3</sup>.

Получив звание магистра правоведения, Кеппен переехал в Петербург, где поступил на службу в Почтовый департамент и сразу же был принят в нескольких высокообразованных семьях, что благотворно сказало на его дальнейшей судьбе.

Особо следует отметить дом известного своей ученостью Ф. фон Аделунга, воспитателя младших сыновей императора Павла I. Благодаря ему Кеппен познакомился со многими знаменитыми представителями науки и литературы, с иностранными путешественниками и дипломатами. На дочери Аделунга Кеппен впоследствии женился.

Путешествовать он любил страстно и начиная с 1810 г. почти ежегодно отправлялся в экспедиции, несмотря на трудности и нередко опасности, с ними связанные. Обследовал северо-запад России, Украину, Белоруссию, Крым, Кавказ. И привозил различные записи по истории края, археологии, этнографии, а также карты, зарисовки, памятки письменности.

Интерес к русским древностям усилился у Петра Ивановича после знакомства с графом Н. П. Румянцевым, обратившим внимание на еще малоизвестного автора исследования «О Югорской земле». Крупный государственный деятель, канцлер Н. П. Румянцев после своей отставки в 1814 г. целиком посвятил жизнь собиранию ставшей знаменитой коллекции русских и славянских древностей, книг, рукописей, произведений искусства и объединил вокруг себя многих талантливых ученых. На свои средства он организовал ряд экспедиций, в частности археографических, богатых открытиями древних памятников, в которых участвовал и молодой Кеппен.

Граф Румянцев предложил Кеппену план исследований, когда тот решился ехать в длительное путешествие по Европе. Он отправился в 1821 г. и посетил основные научные центры своего времени, где познакомился не только с видными археологами, славистами, писателями, музыкантами, но и естествоиспытателями. Перед Кеппеном стояла задача, объехав все области со славянским населением, отыскать древнейшие рукописи, летописи, словари, провести изыскания в архивах и библиотеках. Но кроме того, он записывал сведения о географическом положении посещаемых им стран, климате, почвах, полезных ископаемых, истории просвещения, истории

древнейших переселений народов в связи с изменениями рельефа и берегов моря, об экономике и многом другом. «Этот смелый, любопытный шаг в жизни предприимчивого Кеппена, как писал близкий к Румянцеву митрополит Евгений (Е. А. Болховитинов), увенчался полным успехом. Его путешествие «составило известного рода эпоху в развитии славяноведения... Он стал, верный себе, энергичным посредником между молодой наукою России и славянскими учеными силами Австрии — словом и делом»<sup>4</sup>.

Вернувшись, Кеппен поступил на службу в Департамент народного просвещения, а затем в учрежденный императором Николаем I Комитет устроения учебных заведений. В 1826 г. он был избран членом-корреспондентом Петербургской академии наук, а в 1843 г. ординарным академиком.

В 1827 г. он перешел в Министерство внутренних дел и переселился на юг, в Крым, красота которого потрясла его еще в студенческие годы и родила желание «дожить там век свой». К этому решению его побудили еще и смерть Румянцева, и события 1825 года. В качестве помощника главного инспектора по шелководству он начал объезжать ежегодно пространство между Волгой и Днестром, а потом по поручению графа М. С. Воронцова, новороссийского и бессарабского генерал-губернатора, также и Крымский полуостров, где открыл ряд небольших укреплений византийского времени.

Семь лет в Крыму Кеппен провел в неутомимой и разнообразной деятельности. Им написана история виноделия в России, составлены список селений в Крыму, топография Крыма, измерены высоты над уровнем моря, температура ключей, описаны урочища Крыма, перевалы и их названия, особенности деревьев, наблюдения над шелковичными червями и их коконами. Кроме того, опубликованы статистические данные об «инородцах на Юге России» и многое другое. На Южном берегу, в районе Алушты, Кеппен купил маленькое имение, на-

<sup>3</sup> Никулина М. В. Архив П. И. Кеппена // *Studia Slavica*. М., 1991.

<sup>4</sup> Кеппен Ф. П. Цит. соч. С. 54, 81.

званное им Карабах. Сюда он привез в 1830 г. молодую жену Александру фон Аделунг, и здесь родились их дети.

В 1834 г. Кеппен по приглашению президента Академии наук графа С. С. Уварова возвратился в Петербург и поселился с семьей в квартире при Академии «с отоплением, на 7-й линии». Он исполнял должность редактора немецких «Санкт-Петербургских ведомостей».

«Служить с пользою Отечеству я почитаю главною целью моего бытия», — писал Петр Иванович в своих «Дневниках». Несомненно, это искреннее признание, но далеко от квасного патриотизма. Многочисленные его исследователи, посвященные «инородцам», пронизаны вниманием и интересом ко всем народам. В нем соединялись качества российского гражданина и европейца — широко образованного и одаренного, не терпящего посягательства на свою волю, образ мыслей и действий. Как только такие посягательства начинались (а это случалось довольно часто), Кеппен тут же отправлялся путешествовать, менял место жительства и работы. Так, когда в Министерстве внутренних дел воцарился князь А. Н. Голицын, принесся с собой дух ханжества и мистицизма, Кеппен находит способ отправиться в путешествие по Европе. После возбуждения духовенством суда над Кеппеном в 1825 г., который был спровоцирован мракобесом М. Л. Магницким, обнаружившим ересь в «Библиографических листах», глубоко оскорбленный Петр Иванович собирается уехать из

России навсегда. Вмешательство митрополита Евгения, способствовавшее оправданию Кеппена, удержало его. Однако после декабрьских событий, потрясших Кеппена, близкого знакомого Кюхельбекера, а также отца несчастных братьев Муравьевых-Апостолов, он оставляет столицу, куда возвращается лишь спустя семь лет.

В 1864 г. Петр Иванович скончался в Крыму, в своем любимом Карабахе, и похоронен на семейном кладбище Челике в чудесной кипарисовой роще над морем. Суть его отношения к жизни полно выражают строки Р. Киплинга (в переводе Л. С. Чекина, потомка Кеппена, родившегося в США, ныне профессора Колгейтского университета): «О, как прекрасен этот свет! Его покинуть нету сил...» Прекрасен во всех проявлениях. И работа ума, и люди. Прекрасна музыка, театр, искусства, до которых, по свидетельству его сына, при своих разнообразных интересах Петр Иванович был большой любитель.

Таков был П. И. Кеппен, русский немец, приумноживший славу России, являвший неожиданную, но гармоничную связь сухости, точности и романтизма, неизменно порядочный в помыслах и поступках. Многие из этих качеств Кеппена, так же как и его страстная потребность путешествовать, передавались его многочисленным потомкам, составившим крепкое родословное древо целой плеяды русских ученых. Среди естествоиспытателей наиболее известен его сын, Владимир Петрович, один из зачинателей аэрологических

исследований, оказавший большое влияние на развитие климатологии (в частности, теории климата океана) и метеорологии в конце XIX — начале XX в.

Сейчас в научном мире знают правнуков Петра Ивановича. Это москвич Б. М. Келлер, геолог-стратиграф, специалист по докембрийским отложениям, постоянный автор «Природы»; М. М. Москвин, геолог и палеонтолог; В. М. Москвин, специалист по железобетонным конструкциям; Р. Ф. Геккер, палеонтолог, которого считают основателем палеоэкологии; А. К. Кеппен, специалист по лесной промышленности, ныне живет в штате Мичиган (США).

В текущем году отмечалось 200-летие со дня рождения П. И. Кеппена. Этой дате в Санкт-Петербурге было посвящено заседание Географического общества. В Симферополе и Алуште проходили Кеппеновские чтения, организованные местными краеведческими музеями.

А имение Карабах, любимый уголок Кеппена, нижний и верхний сады с деревьями, по преданию, посаженными еще Петром Ивановичем, «превратились в мечту, обожаемую Родиной многих поколений, объединяющую всех нас, разбросанных по белу свету». Так писала Эльза Вегенер-Кеппен, дочь В. П. Кеппена и супруга Альфреда Вегенера, автора теории «плавления материков», погибшего во льдах Гренландии<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Wladimir Köppen. Grobe Naturforscher // Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft MB-H. Stuttgart, 1955. В. 18.

Над номером работали  
 Ответственный секретарь  
 Л. П. БЕЛЯНОВА  
 Заместитель ответственного секретаря  
 В. И. ЕГУДИН  
 Научные редакторы  
 И. Н. АРУТЮНЯН  
 О. О. АСТАХОВА  
 А. Н. ГРИЦУК  
 М. Ю. ЗУБРЕВА  
 Г. М. КАРАСЕВА  
 Г. В. КОРОТКЕВИЧ  
 Л. Д. МАЙОРОВА  
 Н. В. УСПЕНСКАЯ  
 О. И. ШУТОВА

Литературный редактор  
 Г. В. ЧУБА

Младший редактор  
 Е. Е. БУШУЕВА

Художественные редакторы  
 Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Корректоры  
 Т. Н. МОРОЗОВА,  
 Р. С. ШАЙМАРДАНОВА

В художественном оформлении номера принимала участие  
 В. С. КРЫЛОВА



Ордена Трудового Красного  
 Знамени Всероссийское  
 объединение «Наука»

Адрес редакции:  
 117810, Москва, ГСП-1  
 Мароновский пер., 26  
 Тел.: 238-24-56, 238-26-33

Сдано в набор 8.10.93.  
 Подписано в печать 9.11.93.  
 Формат 70×100 1/16  
 Бумага типографская № 2  
 Offsetная печать  
 Усл. печ. л. 10,32  
 Усл. кр.-отт. 630,1  
 Уч.-изд. л. 15  
 Тираж 23 529 экз.  
 Зак. 1634  
 Цена 50 р.

Ордена Трудового  
 Красного Знамени  
 Чеховский полиграфический  
 комбинат  
 Министерства печати  
 и информации  
 Российской Федерации  
 142300, г. Чехов  
 Московской области

# ПРИРОДА

# 12

# 93

Самый важный компонент живой клетки — информация, записанная в молекуле ДНК. Появившись на безжизненной Земле, эти структуры, отделенные от внешней среды оболочкой, породили живые существа, заселившие Землю. Информация обеспечила изменчивость и эволюцию и в конечном итоге сформировала биосферу Земли.

**Корогодин В. И., Корогодина В. Л.**  
**ОСНОВА ЖИЗНИ — ИНФОРМАЦИЯ**



«Он знал всех в тесном мирке физиков предвоенных лет и восхитительно рассказал о своих многочисленных друзьях», — так отзывался Н. Мотт о книге воспоминаний Рудольфа Пайерлса «Перелетная птица. Воспоминания физика», главы из которой мы публикуем в следующем номере.

**Пайерлс Р. ПЕРЕЛЕТНАЯ ПТИЦА.** Воспоминания физика

Введение «хаоса» в динамическое описание, классическое или квантовое, приводит к новой формулировке законов природы, которая применима только к распределениям вероятности или матрице плотности, и включает в себя нарушение симметрии во времени.

**Пригожин И. Р. ОТ КЛАССИЧЕСКОГО ХАОСА К КВАНТОВОМУ**

**Блох А. М. К ПУБЛИКАЦИИ ЛЕКЦИИ И. Р. ПРИГОЖИНА**

**Данилов Ю. А. ДЛЯ ТЕХ, КТО НЕ БЫЛ НА ЛЕКЦИИ**



В экспериментах по скрещиванию животных семейства куньих не только получены новые гибриды с роскошным мехом, но и уточнен систематический статус, выявлены закономерности размножения, роста и развития этих животных.

**Терновский Д. В., Терновская Ю. Г.**  
**ПРИРОДНАЯ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ**



Иллюстрация

ISSN 0032 - 874X. Природа, 1993. № 11. Т. 126.