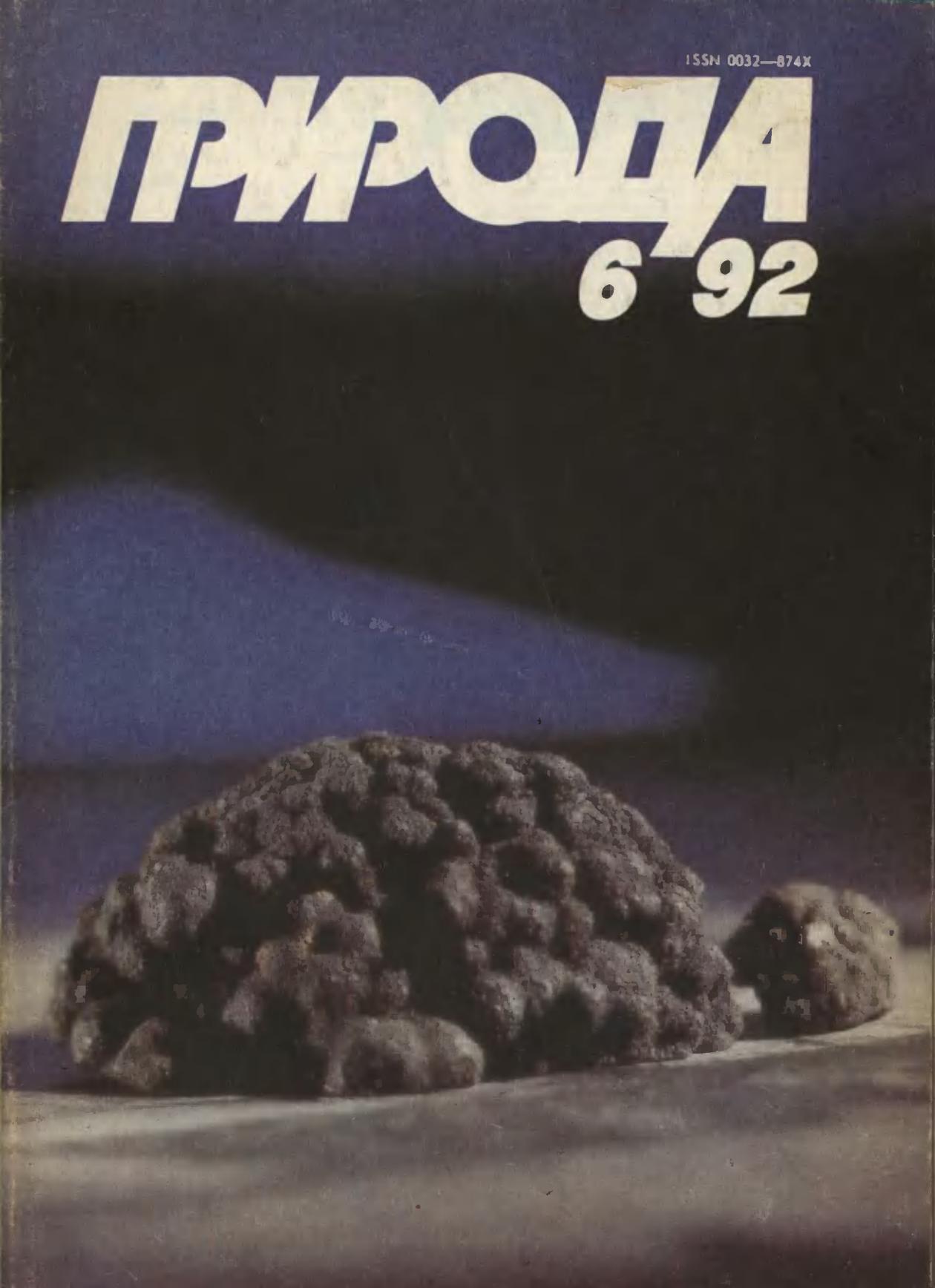


ISSN 0032-874X

ПРИРОДА

6 '92



Главный редактор академик Л. Д. ФАДДЕВ
Заместитель главного редактора Ю. Н. ЕЛДЫШЕВ

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И. Н. АРУТЮНЯН (редактор отдела физико-математических наук), О. О. АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), кандидат химических наук Л. П. БЕЛЯНОВА (редактор отдела экологии и химии), член-корреспондент РАН В. Б. БРАГИНСКИЙ (физика), член-корреспондент РАН А. А. БЫЗОВ (физиология), доктор географических наук А. А. ВЕЛИЧКО (палеогеография), доктор физико-математических наук Л. П. ВИННИК (геофизика), доктор географических наук Н. Ф. ГЛАЗОВСКИЙ (география), доктор физико-математических наук А. А. ГУРШТЕЙН (астрономия, история науки), член-корреспондент РАН Г. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), член-корреспондент РАН Л. П. ЗОНЕНШАЙН (геотектоника), М. Ю. ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), член-корреспондент РАН С. Г. ИНГЕ-ВЕЧТОМОВ (генетика), доктор физико-математических наук М. И. КАГАНОВ (физика), доктор физико-математических наук Н. П. КАЛАШНИКОВ (физика), доктор физико-математических наук А. А. КОМАР (физика), Л. Д. МАЙОРОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), доктор биологических наук Б. М. МЕДНИКОВ (биология), Н. Д. МОРОЗОВА (редактор отдела научной информации), доктор технических наук Д. А. ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН И. Д. 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 СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Железо-марганцевая конкреция с океанского дна. Подобная форма характерна для конкреций зоны Кларифон-Клиппертон в Тихом океане. См. в номере: Глузов И. Ф. Минеральные ресурсы Тихого океана.

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Золотой корень на скалистом берегу Рогозинки. См. в номере: Матвеева Н. В., Чернов Ю. И. Оазис в тундре.

Фото авторов.



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



© Издательство «Наука»
журнал «Природа» 1992

В НОМЕРЕ

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

- 3** **Дольник В. Р.**
СУЩЕСТВУЮТ ЛИ БИОЛОГИЧЕСКИЕ
МЕХАНИЗМЫ РЕГУЛЯЦИИ ЧИСЛЕН-
НОСТИ ЛЮДЕЙ?

Природным законам, регулирующим численность популяций животных, подчиняется, как считают этологи, и «царь природы» — человек.

- 17** **Мандыч А. Ф., Шапоренко С. И.**
ПРИБРЕЖНЫЕ ВОДЫ — ИНДИКАТОР
ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА
ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Прилегающие к берегу акватории, куда поступают загрязненные воды рек и стоки с побережий, выполняют роль своеобразного буфера, уже с трудом сдерживающего антропогенное воздействие на море с суши.

- 25** **Ростоцкий С. Б.**
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НА
КАРТЕ МИРА

В Институте географии РАН составлена карта «Экологические проблемы мира». Она построена на основе сопоставления возможного развития процессов деградации окружающей среды в различных типах ландшафта с реальными их проявлениями.

- 32** **Глумов И. Ф.**
МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ОКЕАНА

Многие специалисты считают, что массовая добыча минерального сырья в океане будет значительно дешевле «сухлутной» и тем самым составит ей серьезную конкуренцию. Но на этом пути немало проблем — международно-правовых, технических, эксплуатационных, экологических.

- 42** **Матвеева Н. В., Чернов Ю. И.**
ОАЗИС В ТУНДРЕ

В тундрах Таймыра, «мохом зарослых», своей особой жизнью живут богатейшие сообщества луговых трав.

- 47** **Курочкин Е. Н.**
ПОЛЕТ АРХЕОПТЕРИКСА

- 48** **Арутюнян И. Н.**
ФИЗИЧЕСКИЙ ВАВИЛОН В ЦЕНТРЕ
ЕВРОПЫ

В 1949 г. Л. де Бройль предложил создать общеевропейскую лабораторию для изучения физики элементарных частиц. Аргументы его были просты: вместе европейские страны осилит то, что тяжело или даже недоступно поодиночке. Мировое признание Европейской организации ядерных исследований (ЦЕРН) — блестящее тому подтверждение.

**Арутюнян И. Н. ДУБНА — МЛАДШАЯ
СЕСТРА ЦЕРНА (63)**

- 66** **Худолей В. В.**
ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОНКОЛОГИЯ

Растущее загрязнение окружающей среды, вызывающее широкий спектр негативных биологических эффектов и прежде всего канцерогенез, привело к появлению нового научного направления, возникшего на стыке онкологии и экологии.

- 72** **Авакян С. В., Коваленок В. В.**
НЕОПОЗНАННЫЕ ЯВЛЕНИЯ — «ПРО-
ДЕЛКИ» ПЛАЗМЫ?

Наблюдавшийся с «Салюта-6» в мае 1981 г. взрыв неопознанного объекта под орбитальной станцией, видимо, мог быть связан с плазменным образованием магнитосферного происхождения.

- 78** **Каменский А. А.**
ТРАНСПОРТ РЕГУЛЯТОРНЫХ ПЕПТИ-
ДОВ

Эффективность терапевтического действия лекарств, созданных на основе регуляторных пептидов, не в последнюю очередь зависит от способа введения препарата.

- 82** **Горбунов А. В.**
МЫШЕВИДНАЯ СОНЯ

- 84** **Пономаренко Е. В., Пономаренко С. В.,
Офман Г. Ю., Хавкин В. П.**
ЗЕЛЕНАЯ СТЕНА РОССИИ: МОСТ ИЗ
ПРОШЛОГО В БУДУЩЕЕ

Когда-то засечные леса спасали Московское государство от набегов кочевников. Теперь, если на основе бывших засек создать сеть лесных полос, она может защитить русские земли от деградации.

НАСЛЕДИЕ

- 93** **Григорьян Н. А.**
Н. К. КОЛЬЦОВ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬ-
НАЯ ГЕНЕТИКА ВЫСШЕЙ НЕРВНОЙ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- 98** «ПРИРОДА» — «NATURE»

- 105** НОВОСТИ НАУКИ

- 120** КОРОТКО

- 121** РЕЦЕНЗИИ

- 123** НОВЫЕ КНИГИ

ВСТРЕЧИ С ЗАБЫТЫМ

- 125** **Золотницкая Р. Л.**
НЕКАНОНИЧЕСКИЙ ВОЕЙКОВ

CONTENTS

GLOBAL PROBLEMS

- 3** Dolnik V. R.
ARE THERE THE BIOLOGICAL MECHANISMS OF HUMAN QUANTITY REGULATION?

The ethologists are confident that the laws of nature which control the animals population quantity are equally good for "the Tsar of Nature" — a man.

- 17** Mandych A. F., Shaporenko S. I.
COASTAL WATERS AS INDICATORS OF ECONOMIC ACTIVITY ON BLACK SEA SHORE

The littoral areas to where polluted river and shore waters come are a peculiar kind of buffer that hardly persists the anthropological influence of the land upon the sea.

- 25** Rostotsky S. B.
THE ECOLOGICAL PROBLEMS ON THE WORLD MAP

In the Geographical Institute of Russian Academy of Sciences (RAS) "The Ecological Problems of the World" map is compiled. It is based on comparison of possible development of degradation process of environment in various types of landscapes with their manifestations in reality.

- 42** Glumov I. F.
THE OCEAN MINERAL RESOURCES

Many experts consider mass extraction of mineral raw materials in the ocean to be much cheaper than that in the land and by this to present a serious competition to the latter. But going along this way one could meet many problems of technical, operational and ecological origin as well as those connected with international legal rules.

- 32** Matveyeva N. V., Chernov Yu. I.
THE OASIS IN THE TUNDRA

The richest communities of meadow herbs make their special way of living in Taimyr tundras covered by mosses.

- 47** Kurochkin E. N.
THE FLY OF AN ARCHAEOPTERYX

- 48** Harootunian I. N.
PHYSICAL BABYLON IN THE CENTRE OF EUROPE

In 1949 L. de Broglie proposed that all-European laboratory for elementary particles studies be founded. His reasons were simple: European countries together will be able to do what is difficult or even impossible to be done for any one of them alone. The world-wide recognition that European Laboratory for Particle Physics (CERN) has won is a brilliant confirmation to this.

Harootunian I. N. DUBNA — CERN'S JUNIOR SISTER (63)

- 66** Khudolej V. V.
THE ECOLOGICAL ONCOLOGY

The growing environment pollution causing the wide spectrum of negative biological effects, first of all the carcinogenesis, gave birth to a new field of science on the joint between the oncology and the ecology.

- 72** Avakyan S. V., Kovalenok V. V.
THE UNIDENTIFIED PHENOMENA — PLASMA "TRICKS"?

The explosion of an unidentified object under the orbital station "Salyut-6" in May 1981 could be connected with plasmic formation of magnetospheric origin.

- 78** Kamensky A. A.
THE TRANSPORT OF REGULATORY PEPTIDES

The efficiency of therapeutic action of drugs made of regulatory peptides is strongly affected by the method the medicine is introduced into the organism.

- 82** Gorbunov A. V.
THE DORMOUSE

- 84** Ponomarenko E. V., Ponomarenko S. V., Ofman G. Yu., Khavkin V. P.
THE GREEN WALL OF RUSSIA: A BRIDGE FROM THE PAST TO THE FUTURE

Formerly the incessant Abatis forest lines had protected the State of Moscovites from nomadic peoples raids. Now the network of forest belts redeveloped on the place of the old Abatis forest lines could protect Russian lands from ecological degradation.

HERITAGE

- 93** Grigoryan N. A.
N. K. KOLTSOV AND THE EXPERIMENTAL GENETICS OF HIGHER NERVOUS ACTIVITY

- 98** PRIRODA — NATURE

- 105** SCIENCE NEWS

- 120** NEWS IN BRIEF

- 121** BOOKS REVIEWS

- 123** NEW BOOKS

- 125** MEETING THE FORGOTTEN PAST
 Zolotnitskaya R. L.
 UNCANONICAL VOEJKOV

Существуют ли биологические механизмы регуляции численности людей?

В. Р. Дольник

Об угрозе перенаселенности Земли и грядущем голоде предупреждал еще Т. Р. Мальтус. В нашем веке к этому добавилась надвигающаяся глобальная экологическая катастрофа, ибо человечество в добыче хлеба насущного и разных для себя благ соскребает плодородную землю и все сущее на ней, как кожуру с яблока. Многие ученые считают, что нужны срочные меры в масштабе всей цивилизации, которые позволили бы регулировать численность людей, например, «сертификаты» на право родить ребенка. Тогда лет через сто будет достигнуто желаемое снижение народонаселения, а затем и стабилизация на уровне 500 млн. чел.¹

Но существует и ненасильственный способ снизить численность человечества. С такой задачей «справляется» любой биологический вид, размножившийся чрезвычайно, а человек, хоть он и «царь природы», остается зоологическим видом, и ничто зоологическое ему не чуждо.

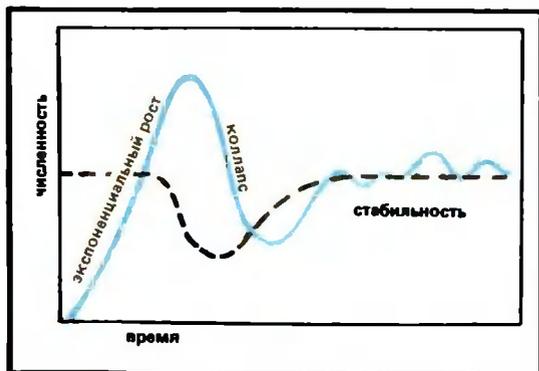
¹ Горшкова В. Г., Кондратьев К. Я., Шерман С. Г. Устойчивость биосферы и сохранение цивилизации // Природа. 1990. № 7. С. 3—16.



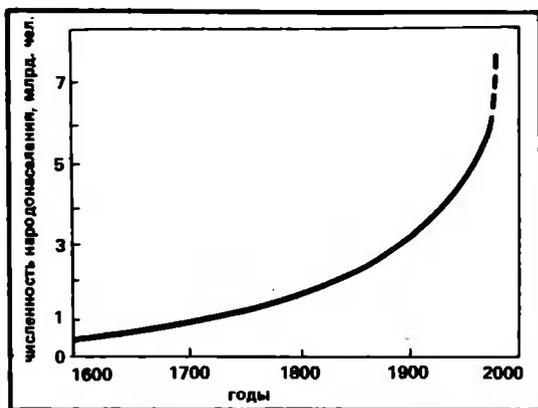
Виктор Рафаэльевич Дольник, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник Зоологического института РАН. Вице-президент Российского орнитологического общества, почетный член орнитологических обществ США, Германии и Нидерландов. Научные интересы связаны с экологией и поведением животных.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ взрыв, экологический кризис, коллапс — еще недавно эти понятия употреблялись в узком кругу биологов, потом вошли в лексикон общественных и государственных деятелей, а теперь упоминаются всеми, причем, как правило, без ясного понимания, что стоит за этими понятиями. А стоит за ними общий для всех видов на Земле экологический закон: взрыв — кризис — коллапс — стабилизация.

Популяции любых видов — бактерий, растений, животных, попав в благоприятные условия, увеличивают свою численность по экспоненте взрывным образом. Рост численности с разгона переходит значение, соответствующее биологической емкости среды обитания вида и продолжается еще некоторое время. Из-за избыточной численности популяция обедняет и разрушает среду обитания. Наступает экологический кризис, в течение которого численность популяции обрушивается, стремительно снижается до уровня, более низкого, чем деградировавшая емкость среды. Это и есть коллапс. За время коллапса среда постепенно восстанавливается, а вслед за этим возрастает и численность популяции. Она входит в фазу стабилизации, когда ее численность будет коле-



Природные колебания численности популяции. Рост численности (показана цветом) популяций любого вида в избыточной по биологической емкости среде обитания (штриховая линия) происходит по экспоненте и продолжается из-за большой инерции и после достижения уровня, соответствующего емкости среды. В результате избыточной нагрузки последняя деградирует, численность популяции сокращается (коллапс), что способствует восстановлению емкости среды. Всягда этим численность снова растет, пока не достигнет предела емкости среды и стабилизируется, т. е. колеблется вблизи допустимого уровня.



Рост народонаселения Земли. В последние 400 лет численность человеческой популяции увеличивалась экспоненциально, так же как происходит с популяциями любого биологического вида, обитающими в избыточной по емкости среде.

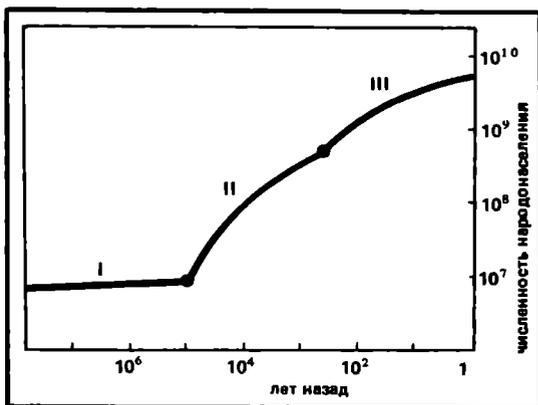
баться на уровне, задаваемом емкостью среды. Человеческие популяции унаследовали эту биологическую особенность. В наше время человечество находится в экспоненциальной фазе роста.

НАРОДОНАСЕЛЕНИЕ РАСТЕТ

Всякий раз, когда емкость среды увеличивалась — осваивалась охота, возникало земледелие, скотоводство или заселялись новые территории — численность людей возрастала. Нам известно три глобальных периода повышения численности. Первый — в конце плейстоцена, порожденный освоением охоты на крупных животных и быстрым расселением охотников далеко за пределы ойкумены собирателей, почти по всему земному шару. Второй — около 10 тыс. лет назад, после открытия земледелия, позволившего людям увеличить свою численность в 20—30 раз. И третий — связанный с начавшейся несколько столетий назад промышленной революцией. Процесс продолжается и в наши дни. Успехи науки и техники позволили увеличить площадь обрабатываемых земель в два-три раза, а урожайность в семь раз. Население земли увеличилось еще в 20 раз.

Десять тысяч лет назад на Земле было 10 млн. людей, к началу нашей эры их стало 200 млн.; к 1650 г., условному началу промышленной революции, — 500 млн.; к XIX в. — 1 млрд., в начале XX в. — 2 млрд. Сейчас нас 5 млрд., и мы увеличиваемся на 2 % в год. Чтобы достигнуть первого миллиарда, человечеству понадобилось более миллиона лет. Второй миллиард был достигнут за 100 лет, третий — за 40, четвертый — за 15, пятый — за 10, а шестой и, возможно, седьмой могут быть достигнуты за оставшиеся до начала второго тысячелетия годы. Все это время рост численности строго следовал экспоненте с одними и теми же коэффициентами, т. е. был тем же. Но назвали его «демографическим взрывом» недавно, когда его отрицательные последствия стали очевидны.

Человечество растет на 2 % в год, удваиваясь каждые 35 лет. Производство пищи на Земле растет на 2,3 % в год, удваиваясь каждые 30 лет. Численность человечества, как и всякого биологического вида, строго следует за изменением количества пищи, главного показателя биологической емкости среды. А она увеличивается не сама по себе; ее увеличивает человек, распахивая новые земли, выводя новые, более урожайные сорта, внося удобрения, применяя ядохимикаты. С каждым годом обеспечивать рост суммарного урожая становится все труднее. Опережающий рост вложений в производство продуктов питания ясно виден из того, что связанное с ним потребление энергии растет на 5 % в



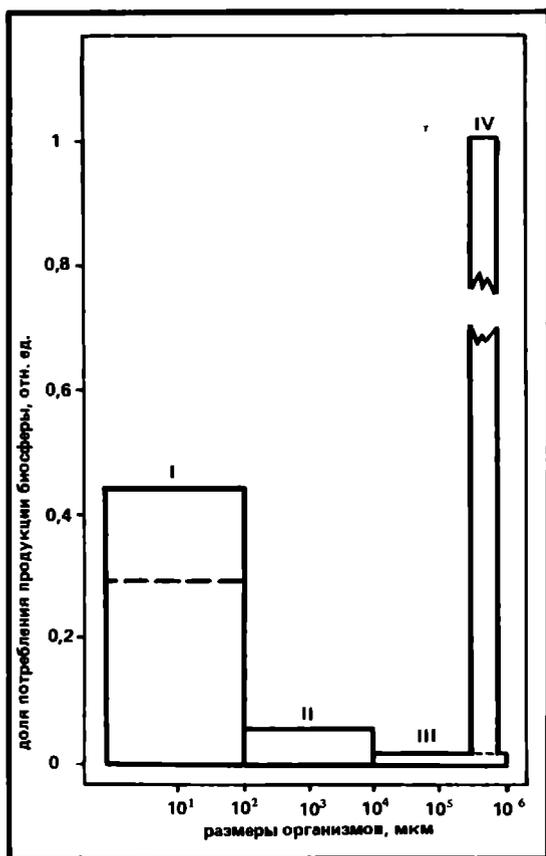
Изменение численности людей на Земле в зависимости от биологической емкости среды. Численность начинала расти всякий раз, когда обнаруживался какой-либо способ увеличить биологическую емкость среды — добыть больше пищи. Известно три таких глобальных эффекта: освоение огня и начало охоты на крупных животных [I], освоение земледелия и скотоводства [II], возникновение земледелия, основанного на использовании энергии ископаемого топлива [III].

год, с временем удвоения 14 лет; потребление воды возрастает на 7%, удваиваясь каждые 10 лет; производство удобрений — тоже на 7% в год, а ядохимикатов — даже на 10%. Эти усилия истощают ресурсы, разрушают среду¹ и все более ее загрязняют.

Такой рост обеспечивается тем, что человек интенсивно использует запасы угля, нефти, газа, минерального сырья, накопленные за всю предшествующую историю биосферы. Запасы конечные и невозобновимые. Поэтому нынешняя почти безграничная мощь человечества конечна во времени. Если спросить биолога, что будет, когда ресурсы кончатся, он ответит однозначно: разрушится среда обитания, упадет производство пищи (глобальный экологический кризис), а вслед за этим сократится численность до уровня, который будет обеспечен возобновимыми ресурсами. Так было бы с любым видом. Но человек изобретателен, и поэтому утверждать, что численность людей сократится до первобытного уровня, мы не можем. С другой стороны, и расти бесконечно она не может.

НА СКОЛЬКО ЧЕЛОВЕК РАССЧИТАНА ЗЕМЛЯ?

Оказывается, на этот несколько странный вопрос экологи могут ответить вполне определенно. Дело в том, что в устройстве



Потребление продукции биосферы гетеротрофными организмами в ненарушенной (сплошная линия) и возмущенной человеком биосфере (штриховая линия). Видно, что доля потребления обратно пропорциональна размерам организмов: бактерии, низшие грибы и простейшие [I] потребляют наибольшую часть, за ними идут черви, членистоногие и моллюски [II], потом — наземные позвоночные животные [III]. Доля потребления человеком и домашними животными вместе с вырубкой лесов сейчас намного выше разрешенного биосферой уровня для всех позвоночных и выросла благодаря сокращению потребления микроорганизмами — основным элементом биосферной машины.

биосферы соблюден простой закон, связывающий размеры потребляющих органическую пищу видов с их численностью. Главную роль в потоках вещества и энергии в биосфере играют мелкие организмы, а крупные — лишь незначительную, вспомогательную. Главные потребители в биосфере — микроскопические бактерии, грибы и простейшие. За ними следуют мелкие животные — черви, моллюски, членистоногие. Доля потребления дикими позвоночными

животными (земноводные, пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие) очень низка — лишь около 1 % продукции биосферы. Человек со своими домашними животными и потреблением леса должен входить в эту группу крупных потребителей, т. е. потреблять менее 1 %, и то при этом другие члены его группы будут обречены на вымирание. Современный же человек потребляет (вместе с домашними животными и изъятием леса) 7 % продукции биосферы, т. е. вышел далеко за пределы того, что в биосфере отведено для крупных потребителей. Он нарушил, возмутил биосферную закономерность.

Но биосфера — саморегулирующаяся система, и она стремится вернуть численность людей к дозволению уровню. А он в 25 раз ниже современного — 200 млн. на всю планету (за счет постоянного и возобновимого источника энергии могут жить 500 млн. чел.). Вымирание нужных человеку животных и растений, падение продуктивности самых ценных для нас экосистем, отторжение от биосферных круговоротов производимых нами загрязнений — все это может быть понято как действие обратной связи, биосферного механизма, стремящегося ограничить численный рост человечества.

ДЕМОГРАФИЧЕСКИЙ КОЛЛАПС

Ожидаемое снижение численности может принять несколько форм. Во-первых, решающим фактором может стать голод, вызванный сокращением пищевых ресурсов. Этот механизм хорошо известен, он и сейчас «работает» в некоторых странах. На планете только 500 млн. чел. имеют полноценную пищу в избытке, а 2 млрд. питаются плохо или голодают. Ежегодно от голода умирают 20 млн. чел. Численность же человечества увеличивается на порядок больше. Если число умирающих от голода возрастет всего на порядок, рост численности остановится, а если еще возрастет, численность начнет сокращаться. При этом люди будут умирать «далеко и нечисто», поэтому мировое сообщество может делать вид, что не замечает этого. Это самый «естественный» вариант коллапса.

Второй вариант небиологический: одна из ядерных стран попытается захватить остатки невозобновимых ресурсов, а другие начнут с ней ядерную войну. Именно к критическому моменту демографического взрыва человечество путем огромных усилий изобрело и накопило атомное оружие в достаточном количестве, чтобы в любое время довести себя до сколь угодно малой

численности. Случайное ли это совпадение или безжалостное проявление неких законов эволюции? Пусть гадают философы. Есть надежда, что как ни примитивно мышление политиков, они все же не допустят такого сценария.

Третий вариант сугубо политический: страны сознательно вводят ограничение рождаемости и постепенно снижают численность населения. Но плодовитость человека определяется популяционными биологическими механизмами, и поэтому до сих пор все попытки государственного стимулирования или ограничения рождаемости оказывались безрезультатными.

И, наконец, четвертый сценарий коллапса, самый мягкий и потому самый желанный. Биосфера подает нам все более сильные сигналы о том, что мы опасно превысили свою численность. Но эти сигналы адресованы не политикам, ученым или вообще разумным людям. Они адресованы нам всем как биологическому виду и должны, минуя наше сознание, действовать на наши популяционные механизмы. Если человечество в целом и составляющие его популяции остаются нормальным биологическим видом, они должны реагировать на эти сигналы. Иное дело, что форма нашего восприятия и реакция будут внешне мало похожи на реакции других видов, поскольку замаскированы всем комплексом наших особенностей как людей (цивилизированных). Но эколог в состоянии дать картину того, как может происходить демографический коллапс.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ СОКРАЩЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ

Возрастая численно, вид как бы усиливает давление на среду обитания, экосистему и биосферу. В ответ среда обитания, включающая в себя уйму видов, в том числе пищевых объектов, конкурентов и потребителей данного вида, отвечает увеличением встречного давления. Биосфера как сумма всех видов на Земле много сильнее любого из них, поэтому она всегда рано или поздно стабилизирует численность вида или сократит ее до приемлемого для других уровня. Биологи знают много о том, как биосфера «осаживает» чрезмерно размножившийся вид. Они разделяют воздействующие на численность вида факторы на две группы. В первую объединяются первичные (ультимативные) факторы среды, такие как пища, конкуренты, паразиты, хищники, загрязнение и небиологические, но контролируемые биосферой факторы (газовый состав атмо-

сферы, осадки, климат и т. п.). Действие ультимативных факторов прямое и беспощадное. Во вторую группу объединяются **вторичные (сигнальные)** факторы, косвенно указывающие виду на избыточность его численности. Если вид имеет генетические программы слежения за изменением сигнальных факторов, заблаговременно сообщающих о возросшей плотности особей или о снижении биологической емкости среды обитания, он может заблаговременно, до удара ультимативными факторами, стабилизировать свою численность или начать ее сокращать. В то время как контроль первичными факторами неизбежен для любого вида, предупреждающим сигналом вторичных факторов могут воспользоваться только те виды, у которых естественный отбор выработал специальные механизмы реагирования на них. Эти механизмы проявляются на популяционном уровне, на индивидуальном они не действуют.

Ультиматум первичных факторов. Всякий вид приспособлен к своей пище. Если потребление ее увеличивается, то ее запасы в природе не успевают возобновляться, и количество пищи сокращается. Если какой-то вид растения потребляет слишком много питательных веществ, почва истощается. Если данный вид животных чрезмерно поглощает свои излюбленные виды растений или животных, их численность снижается. Из-за недостатка пищи увеличивается смертность, снижается плодovitость, и численность падает. Популяции людей с незапамятных времен подвергались такому воздействию. Первобытные охотники на крупных животных очень быстро истощали охотничьи угодья. И сейчас постоянно выходят из использования, опустыниваются, засоляются или сдуваются ветром пашни, выбиваются пастбища.

С исчезновением лучших объектов питания вид переключается на иные. Но к ним он менее приспособлен физиологически. Поэтому качество пищи ухудшается. Не лучший, но всем видный пример: еще недавно чайки питались рыбой, а теперь кормятся отбросами. Исходная, естественная пища человека как вида-собирателя была весьма разнообразной: съедобные корневища, плоды, орехи, насекомые, моллюски, мелкие позвоночные животные, изредка более крупные. Поэтому в пределах полноценного по содержанию белков и витаминов питания человек может сильно менять свой рацион: у эскимосов пища в основном животного происхождения, а у некоторых племен в Индии — в основном растительного. Но если рацион обедняется витаминами или

протеином, как у голодающих народов, если в хлеб начинают подмешивать траву и кору, здоровье людей подрывается, причем в первую очередь детей.

Нехватка полноценной пищи и переход к питанию неполноценной нарушают **энергетический баланс**. С пищей поступает меньше энергии, чем нужно организму для того, чтобы ее добыть и усвоить. В результате активность поиска пищи снижается. Этот эффект очень силен в недоедающих популяциях человека. Специалисты ЮНЕСКО пришли к выводу, что охватывающие недоедающие популяции безынициативность, апатия, подавленность настолько усиливают распространение голода и так затрудняют борьбу с ним, что оказываются губительнее самого голода.

Избыточная плотность популяции любого вида **ухудшает его среду обитания**. Не успевая восстанавливаться, среда становится все менее пригодной не только для данного вида, но и для всех полезных ему соседей. Ухудшают свою среду обитания и бактерии, и растения, и животные. После «цветения» синезеленых водорослей (цианобактерий) в отравленном ими же водоеме не могут жить и они сами. После вспышки численности шелкопрядов леса в Сибири стоят буквально голые. **Загрязнение** — одна из форм ухудшения среды. В сбалансированной природной среде все результаты жизнедеятельности одного вида устраняются другими. Кучи навоза растаскивают насекомые, а окончательно перерабатывают бактерии и грибы. Если баланс нарушен, загрязнения накапливаются. Залежи каменного угля — это огромные скопления погибших деревьев, стволы которых не успели переработаться в ту эпоху. В наше время по той же причине образуются торфяники.

Человек всегда загрязнял среду обитания, но пока людей было мало, природа успевала перерабатывать или погребать загрязнения. Например, вода в реке очищалась через три километра ниже деревни. Современный человек увеличил объем привычных для природы загрязнений настолько, что она не успевает их перерабатывать. Мало того, он стал производить такие загрязнители, для переработки которых в природе пока нет видов, а для некоторых загрязнений, к примеру радиоактивных, они никогда и не появляются. Поэтому «отказ» биосферы перерабатывать плоды человеческой деятельности неизбежно будет действовать как все более нарастающий ультимативный фактор в отношении человека.

Загрязнение среды ранее редкими или

новыми веществами — не новость для биосферы. Трудно даже представить себе, какая экологическая катастрофа сопровождала появление фотосинтеза с выделением в качестве загрязнителя кислорода. Он был губителен почти для всех обитавших в те времена на Земле видов. Биосферное решение было найдено в распространении дышащих кислородом видов. Но чтобы они возникли и размножились, потребовалось геологическое по масштабам время. У человечества такого времени нет.

Чтобы уйти от ограничивающих факторов, часть популяций вида расширяет ареал, заселяя незанятые и неблагоприятные области. Существование в таких условиях неустойчивое, выживание низкое, и поэтому популяция поддерживается благодаря постоянной подпитке из основного ареала, причем главным образом молодыми особями. Очень интенсивная экспансия ведет к неблагоприятному возрастному составу в основной части ареала и высокой смертности в периферийных частях. Так, в наше время белые аисты в Европе сильно продвинулись на восток (где условия существования для них ненадежны), и численность их в Западной и Центральной Европе — традиционных, но перенаселенных частях ареала — сократилась. С аистами катастрофы пока не произошло, но с другим видом — скворцами, применявшими сходную тактику — она случилась несколько лет назад: всего две неблагоприятные весны подряд в Восточной Европе в сочетании с морозами на освоенных путем экспансии новых местах зимовки вызвали падение их численности.

Человек всегда прибегал к сходной тактике, иногда успешно (при освоении викингами Исландии, например), но чаще трагически (как при освоении Гренландии теми же викингами). Современный человек может перевозить продукты питания на огромные расстояния, поэтому создает на неблагоприятных для сельского хозяйства территориях (например, на севере) большие по численности поселения людей, не обеспеченных собственным производством пищи. И если вдруг из-за какого-либо кризиса подпитка их из основного ареала прекратится, они обречены.

Высокая численность вида-прокормителя создает благоприятные условия для размножения питающихся им хищников, паразитов и возбудителей болезней. Есть виды, для которых хищники — главный регулятор численности: если жертв много, хищники хорошо питаются, быстро размножаются и пожирают все большую часть жертв, но,

истребив их, коллапсируют сами, при низком уровне численности жертвы вновь размножаются, вслед за чем повышается численность жертв — и цикл повторяется вновь. Человеку этот фактор не страшен уже много тысяч лет, иное дело эпидемии. У многих видов, например у кроликов, в достигшей высокой численности популяции возникает и распространяется эпизоотия (массовое заражение), сокращающая популяцию в десятки и даже тысячи раз. Для них эпизоотия — нормальный регулятор численности. Человеческие популяции многократно подвергались сильному воздействию эпидемий. Всем известный пример — эпидемия чумы, сократившая в XIV в. население Европы за два года вдвое. В наше время эпидемиям «старых» болезней успешно противостоит медицина, поэтому, несмотря на небывало высокую численность людей, не проявляется вся сокрушительная сила эпидемий. Но свято место пусто не бывает. Экологи уже давно предсказывали, что рано или поздно должен появиться новый для человека вид возбудителя болезни, к которому медицина будет не готова, и он может вызвать мощную пандемию. Такой возбудитель теперь появился в образе вируса СПИДа. Он обладает всем необходимым набором качеств, позволяющих сократить численность людей во много раз.

Развивая давление на избыточный по численности вид всеми перечисленными ультимативными факторами или хотя бы частью их, биосфера увеличивает его смертность, снижает плодовитость и вводит в состояние коллапса. Механизм снижения численности вида науке теперь хорошо известен. Но от этого он не стал для нас менее грозным.

Тридцать лет назад приближение экологической катастрофы и демографического коллапса обдумывали всего несколько экологов на всей планете (а публика, обозвав их алармистами, потешалась над ними, как могла). Теперь огромные массы простых людей самостоятельно почувствовали нарастающее давление первичных факторов. Массовое сознание поразительно быстро перекинулось от кощунственного и святотатственного отношения к природе к суевенному поклонению. Последнее называется теперь «экологизм». От экологизма мало проку, ибо он основан все на том же антропоцентризме («что хорошо человеку, то хорошо вообще»). Подлинное же экологическое (а не экологистское) мышление биосфероцентрично («человеку может быть хорошо только то, что хорошо биосфере»). И теперь актуален вопрос: к какому же

типу видов мы относимся? Неужели к регулируемым только первичными факторами, в одной компании с дрожжами и кроликами? Или к тем, чья стратегия изменяется в ответ на предупреждающие сигналы биосферы? Большинство экологов относят человека к первому типу. Их главный аргумент — человек мог полностью утратить необходимые генетические программы. А даже если они и остались, то в условиях, совсем не похожих на первобытные, не срабатывают. Я отношусь к меньшинству, думающему иначе.

Действие сигнальных факторов. Территориальность. В природе есть виды, которые заблаговременно снижают свою численность, получив сигналы о том, что она приближается к пределу. Открытие таких видов — достижение экологии последних десятилетий. В отношении каждого вида среда обладает определенной биологической емкостью, позволяющей популяции иметь ту или иную плотность населения. Емкость среды непостоянна, она колеблется, причем всегда определяется тем фактором, который находится в минимуме. В основном лесу мало птиц дуплогнездников не потому, что там мало пищи, а потому, что в соснах редко бывают дупла. Развесив дуплянки, мы снимаем этот ограничивающий фактор, увеличиваем емкость леса, и численность дуплогнездников будет увеличиваться, пока не «упрется» в новый фактор, находящийся в минимуме, и т. д. Но нам так и не удастся, снимая один за другим ограничители, увеличить численность вида-дуплогнездника до пределов, обусловленных количеством пищи, если только ему свойственно территориальное поведение: самцы делят лес на участки и охраняют их, а их представление о допустимом размере участка гипертрофировано, оно таково, что пищи на нем много больше, чем нужно семье. Более агрессивные самцы поделят между собой весь лес, а остальных оставят без участков. Даже если какой-нибудь из изгоев и займет маленький, плохой участок, размножаться он не сможет: та же генетическая программа у самки контролирует допустимый размер предлагаемого ей самцом участка. Самца с плохим участком, а тем более без участка она вообще отвергает.

Так территориальные виды устанавливают свою плодовитость на нужном уровне, не встречаясь с ультимативным фактором недостатка пищи. У человека территориальные программы не разрушены полностью: при всяком подходящем случае он стремится обзавестись своей территорией.

Сверх того (в отличие от дуплогнездников, но в полном сходстве с человекообразными обезьянами) люди выделяют групповые территории и отстаивают их очень активно. У первобытного человека групповой территориализм был, как считают, главным регулятором численности.

Агрессивность. Эта присущая большинству видов животных настырность служит основой самых разнообразных внутривидовых структур. Суть агрессивности в том, что при общении каждая особь стремится занять по отношению к другим более высокое, доминантное положение. Выяснение отношений приводит к самоорганизации группы в иерархическую лестницу, или пирамиду, с доминантами наверху. У обладающих агрессивностью видов при увеличении плотности популяции или уменьшении емкости среды агрессивные стычки усиливаются опережающим темпом и служат важным сигналом о неблагополучии. Этот механизм подробно изучен на очень многих видах, он проявляется в огромном разнообразии форм.

Человек не просто вид с агрессивным поведением, а один из самых агрессивных видов. Он способен в припадке ярости даже убить соплеменника. В природе такое встречается не часто. Человеку свойственно создавать и самые сложные иерархические структуры. Ведь тоталитарные системы — от банды до государства — это как раз иерархические системы в чистом виде. Они самособираются, стоит дать волю инстинктивным программам. Как бы ни были тоталитарные системы сложны внешне, с точки зрения биолога, они самые примитивные. Чтобы они самособрались и подмяли под себя всю популяцию, не нужно гениальных организаторов — с этой задачей запросто справляются обычные «паханы», «гориллы» и «фюреры». При увеличении плотности у всех видов агрессивные стычки учащаются многократно. Возникает субъективное ощущение, что «нас что-то слишком много» и «тут кто-то лишний». Это ощущение опережает действительный рост плотности, выступает как предваряющий сигнал. В популяции увеличивается доля животных, попавших в состояние стресса и неврозов. Такие долго не живут и чаще всего не размножаются.

Сигнал «тут кто-то лишний» запускает имеющуюся почти у всех видов и служащую многим целям программу «найди своих и отделись от чужих; вместе со своими прогони чужих». Если свои и чужие есть в действительности (например, на одном пастбище смешались два стада и им стало

тесно), ясно, и кто чужой, и что нужно делать. Но в экспериментальных условиях легко удается скрыть, кто свой, а кто чужой, и тогда животные разделяются по любым второстепенным, в том числе и ложным, признакам. В благополучной обстановке люди обычно относятся к «ненашим» мирно, часто проявляют интерес, а иногда и симпатии, гостеприимство. Но в компании детей в школу — и через несколько дней одноклассники — свои, а параллельный класс — чужие. Скучите их, собрав из нескольких городов, в летнем лагере или (более старших) в казарме — и они тотчас разделяются по признаку землячества, о котором вчера еще и не думали. Распадаться на «своих» и «чужих» мы можем по расам, национальности, языку, религии, классам, занятию, взглядам, цвету волос, одежде — все годится, только скучите нас или лишите благополучия. Группа или популяция вскипает неприязнью к «чужим», может проснуться ненависть, проявиться неслыханная жестокость. Прогнать «чужих» кажется мало, даже просто убить их мало. С древности до нашего дня свидетели отмечают, что вызванные политическими причинами войны с действительно чужими, например с другим государством, сохраняют какое-то подобие гуманности, не сопровождаются такой жестокостью, как бра-тоубийственные внутривидовые взрывы.

При высокой плотности у животных отключаются врожденные программы не посягать на то, что принадлежит другим. Агрессивные особи начинают нарушать границы участков соседей, отнимать пищу, гнезда, норы. Подавленные особи отнять ничего не могут, но пытаются похитить незаметно. Кто наблюдал избыточные скопления чаек, тот, видимо, удивлялся странному их поведению: в то время как немногие пытаются ловить рыбу, остальные бесцельно держатся на воде. Но стоит кому-то поймать рыбешку, как поднимается страшный гвалт, все взлетают и гонятся за бедной добытчицей, пока кто-нибудь не отнимет. Тогда гонятся за ним, и все повторяется. Комфортность, качество жизни популяции в результате такого изменения поведения падает быстрее, чем растет ее плотность. Такое поведение проявляется и у людей в форме массового распространения грабежей, мелкого воровства, забрасывания продуктивного труда, изъятия продуктов труда у тех, кто сохраняет к нему способность, и бессмысленного дележа на крохи отнятого.

Снижение качества жизни, усиливая агрессивность и иерархичность, приводит популяцию животных к расслоению на

сохраняющих для себя хорошие условия питания доминантов и остальных, которых сильно обделяют в пище. Если вы подкармливали зимой синиц за окном, то, вероятно, не раз наблюдали, что доминант не подпускает подчиненных птиц к кормушке, прячет корм в щели, иногда даже как бы купається в нем, разбрасывая его из кормушки крыльями. Словом, он делает все, что может, чтобы более слабые особи начали голодать. В результате такого странного поведения доминантов популяция разделяется на тех, кто отлично перезимует, и тех, кого обрекают на голод. Причем, обрекают заранее, когда при равномерном распределении пищи ее хватило бы всем.

Сходное поведение людей, когда им кажется, что пищи становится маловато, хорошо известно и многократно описано. Голод всегда усугубляется тем, что люди при малейшей неуверенности в завтрашнем дне пытаются делать непомерные запасы, зарывают зерно в землю, а более сильные или богатые скупают его в невероятных количествах, обделяя остальных.

Еще одна поразительная реакция — утрата осторожности. У уток, например, с помощью кольцевания обнаружили, что в период высокой плотности они больше гибнут от самых случайных причин — хищников, охотников, столкновения с проводами и т. п. У людей утрата осторожности при нарастающем неблагополучии наиболее наглядно проявляется в форме бунтов, когда они вдруг теряют страх перед властью, полицией, толпами идут навстречу пулям и смерти. У подавленной части популяции резко снижается забота о собственной гигиене и сохранении в чистоте мест обитания. Читатель-горожанин мог это наблюдать хотя бы у голубей зимой. На одном и том же месте кормятся доминантные красавцы с ухоженным оперением и грязные, озябшие, растрепанные птицы. Голубю нужно всего один час в день, чтобы содержать оперение в порядке. Неужели эти несчастные его не имеют? Нет, время есть, но желание пропало. Именно такие подавленные, опустившиеся животные становятся носителями и распространителями паразитов и инфекций в популяции. Они способствуют вспышке эпизоотий, а с ней и сокращению численности.

У людей при скученности и недостатке пищи тоже появляется большое количество опустившихся личностей. На них плетятся вши, разносящие в популяции многие заразные болезни. За время первой мировой войны они унесли больше человеческих жизней, чем оружие.

Весь описанный комплекс изменения поведения преследует одну цель — еще до достижения избыточной численности расщелить популяцию на оставленную пережить коллапс и обреченную на вымирание часть. Трудно отрицать действие сходных механизмов и в человеческих популяциях. Как и многие биологические механизмы, они действуют, минуя наше сознание или трансформируясь в нем неверно. Этот механизм, с нашей точки зрения, конечно, жесток. Но как, столкнувшись с надвигающейся нехваткой продовольствия, поступает общество сознательно? Оно обычно вводит жесткий контроль за распределением пищи. Тем самым оно разделяет себя на тех, кто будет продовольствие распределять, и тех, кому его будут распределять. Иначе говоря, включается все тот же механизм, ибо давно сказано: «кто что охраняет, тот то и имеет, а кто ничего не охраняет, тот ничего не имеет».

Инвазии и нашествия. В природе действуют и еще более удивительные механизмы: у находящихся в стрессовом состоянии поколений рождаются потомки, у которых реализуется альтернативная программа поведения, при жизни в лучших условиях заблокированная. Они не могут уже жить так, как живут их родители, скажем, на индивидуальных участках. В благоприятных условиях саранча живет по территориальному принципу: каждый самец охраняет свой участок. Но если плотность популяции стала слишком высокой и чужие самцы часто вторгаются на территорию, саранча откладывает яйца, из которых выйдет «походное» потомство. Это можно вызвать экспериментально: достаточно расставить на участке много маленьких зеркал, и самец будет конфликтовать со своими отражениями. «Походные» потомки утрачивают территориальность, и поэтому собираются вместе, их стаи растут, достигают огромных размеров и начинают куда-нибудь двигаться. Стаи походной саранчи покидают территорию популяции, вторгаются в другие области, часто непригодные для жизни, и в конце концов погибают. Сходно ведут себя при нашествиях лемминги, а менее яркая форма — инвазия — свойственна многим видам млекопитающих и птиц. Цель нашествия — выбросить за пределы переуплотняющейся популяции избыточное молодое поколение. Участники нашествия становятся как бы бесстрашными, не боятся погибать, особенно коллективно.

У людей в сходных условиях с молодежью тоже происходят изменения: она не хочет жить так, как жили родители, то-

же образует группы, легко превращающиеся в очень агрессивные орды, которых легко увлечь куда-то двигаться и что-то совершать, обычно разрушительное. Аналогия между инвазиями животных и некоторыми нашествиями орд варваров лежит на поверхности. Но о причинах нашествий варваров мы знаем так мало, что трудно решить, внешнее ли это сходство или в основе некоторых нашествий, в частности кочевников Центральной Азии, лежал инвазионный механизм. Если это так, то их «пассионарность» (по Л. Н. Гумилеву) не нуждается ни в каких космических объяснениях — это просто люди, реализующие альтернативную программу.

Коллапсирующие скопления. Эта форма регуляции численности менее драматична. В условиях обострения социальных отношений часть особей утрачивает интерес к борьбе за территорию, иерархический ранг и снижает агрессивность. Тогда преобладание получает альтернативная агрессивности программа — сближения, объединения, скучивания. Такие особи собираются в плотные группы, которые либо кочуют, либо просто держатся на одном месте. В группах животные или совсем не размножаются, или размножаются очень ограниченно, меньше, чем нужно для воспроизводства. У насекомых описаны самые яркие случаи: коллапсирующие группы перестают даже питаться. Обычно же главным занятием в таких группах становится разного рода общение, причем в гипертрофированной форме.

У людей скучивание принимает несколько форм, но самая мощная из них — урбанизация, собиранье в городах. Достоин удивления, что в гигантских городах (в отличие от маленьких) у многих народов плодовитость горожан во втором поколении падает настолько, что не обеспечивает воспроизводство. Так было в Древнем Риме времен империи, так и теперь повсюду — от Нью-Йорка и Мехико до Москвы, Санкт-Петербурга, Токио и Сингапура. Урбанизация, сопровождающаяся коллапсированием в городах, может быть самым естественным, простым и безболезненным путем снижения рождаемости в современном мире и в мире будущем.

Для социолога или демографа это неожиданный и не бесспорный вывод. Но прежде чем отвергать его, надо понять биолога: биолог знает, что агрегация ведет к снижению плодовитости у многих видов животных; город для него — форма агрегации, и он знает от демографа, что рождаемость в городах ниже компенсирующей

смертность. Отсюда биолог делает вывод, что чем бы еще ни были города для людей, для чего бы они ни возникали, попутно они срабатывают как коллапсирующие агрегации. Еще раз напомним, что биологические популяционные механизмы работают вне сознания особей и групп животных. Эта их особенность должна проявляться и у людей.

Снижение плодовитости. Третий комплекс заблаговременного снижения численности у животных связан с изменением брачных отношений и отношения к потомству. Зачастую при возрастании численности потомство перестает быть главной ценностью для членов популяции (включая иногда и родителей): они избегают размножения, откладывают яйца куда попало, снижают заботу о потомстве и даже умерщвляют его и пожирают. Лишенные достаточной родительской заботы, детеныши (в том числе и у обезьян) вырастают нерешительными и агрессивными, испытывают затруднения в образовании пар, часто устойчивых пар не образуют, в свою очередь плохо заботятся о собственном потомстве. Рождаемость падает, а смертность растет.

Сходные феномены наблюдаются и в неблагополучных человеческих популяциях. Одно из таких проявлений — эмансипация женщин, известная из истории многих цивилизаций. Одно из следствий ее — увеличение доли матерей-одиночек в популяции. Они довольствуются малым числом детей, их плодовитость обычно вдвое ниже состоящих в браке женщин. Да и последние при эмансипации избегают иметь много детей. Это самый безболезненный путь снижения рождаемости в наши дни. И не только в наши, если вспомнить указы цезарей, призывавших древних римлянок рожать детей, не заменять их собачками, ручными львятами и обезьянками. Призывы, видимо, безрезультатные, раз их приходилось повторять вновь и вновь.

Недостаток регулирующих механизмов. Итак, есть основания думать, что у людей, как и у некоторых других животных, действуют механизмы саморегуляции численности и поддержания ее на оптимальном уровне. Среди них есть и жесткие, и сравнительно безобидные, причем лучший — снижение рождаемости. Этот механизм может вдвое сокращать численность каждые 35 лет, если в среднем рождается один ребенок в семье, — темп, возможно, достаточный для ухода от экологического кризиса, начини он действовать повсеместно уже сейчас. Но беда человека

в том, что, с одной стороны, он вид с самой медленной сменой поколений, а с другой — способен очень быстро менять биологическую емкость среды. Поэтому на отдельных этапах стремительного развития человечества регуляция численности отстает от требуемой средой. Экологический кризис — глобальное явление, к которому одни популяции уже готовы, а другие находятся еще в состоянии демографического взрыва, и продолжаться он может дольше, того времени, что отпущено темпами деградации среды обитания.

Такова общая схема популяционных реакций человека на рост плотности и изменения емкости среды. Но надо понять ее детальнее.

ИГРА ЖИЗНИ СО СМЕРТЬЮ НА СЦЕНЕ ИСТОРИИ

Понять разнообразие демографических процессов в современном мире нельзя, не проследив их изменения на всем пути от дочеловеческих предков к человеку и не сравнив их в разных регионах в наше время.

Рождаемость и смертность. В наше время в развитых странах чаще встречаются одно-, двух-, реже — трехдетные семьи. Нам часто указывают на то, что у наших прадедов было по четыре-семь братьев и сестер, говорят, что это некая древняя норма. Сколько же детей должно быть с точки зрения биолога? Чтобы понять нелепость самой постановки такого вопроса, зададимся другим: сколько детей достаточно для воспроизводства популяции? В идеальном случае (если нет детской смертности и смертности в репродуктивном возрасте) одной среднестатистической матери достаточно за жизнь произвести одну дочь, в среднем это соответствует двум детям обоих полов. Этого достаточно для поддержания стабильной численности у любых видов растений и животных, включая человека. В реальной жизни требуется больше потомков, так как часть их погибнет, не успев размножиться. Сколько потомков нужно произвести для покрытия детской и репродуктивной смертности, зависит, как нетрудно сообразить, от уровня смертности: чем он выше, тем плодотворнее должны быть самки. Каждый вид имеет свой верхний предел — потенциальную плодовитость. Уровень смертности задается прежде всего условиями среды обитания в сочетании с образом жизни. Но вид может его изменить, выбрав ту или иную стратегию воспроизводства. Сельдь ежегодно откладывает сотни тысяч

мелких икринок в море и никак о них не заботится — авось из такой уймы потомков кто-то выживет. Это, как говорят экологи, R-стратегия. Трехглая колюшка откладывает немного, но зато крупных икринок, на производство которых самка тратит всю энергию размножения. Самец же заранее находит для потомства подходящий участок дна, охраняет его от конкурентов, строит защищающее икринки гнездо, аэрирует отложенную в него икру, а затем водит и охраняет мальков. Эти рыбы при равных затратах энергии на воспроизводство в сравнении с сельдью вкладывают в каждого потомка больше энергии и заботы. Естественно, детская смертность у них на несколько порядков ниже. Это называется K-стратегией. Человеку как виду свойственна, конечно, K-стратегия. Но в пределах своей потенциальной плодовитости он может сдвигаться в сторону R-стратегии. Это не раз случалось в прошлом.

По сравнению с другими млекопитающими сходных размеров потенциальная плодовитость человека низка. Большинство женщин не может родить более 6—11 детей за жизнь, так как организм изнашивается от родов. Но и эта потенциальная плодовитость в течение многих сотен тысяч лет не реализовывалась. В давние времена средняя продолжительность жизни человека была такой же, как у человекообразных обезьян: 25—27 лет. Созревала женщина позднее человекообразных, годам к 15. У занимающихся собирательством первобытных людей пища была такова, что ребенок мог питаться ею полностью только с трех лет, когда вырастут зубы. До этого его приходилось кормить или подкармливать грудным молоком. Многие считают, и не без оснований, что в те времена следующая беременность обычно не наступала, пока мать кормила молоком (как у современных человекообразных). В благоприятной ситуации мать успевала родить трех детей и погибала раньше, чем младшие достигали самостоятельности. При столь низкой плодовитости едва удавалось поддерживать численность популяции, рост ее был медленным. Нужно заметить, что в те времена дети погибали от голода, травм и хищников, но зато редко гибли от заразных болезней: люди жили небольшими изолированными группами, что препятствовало передаче инфекций.

Освоение земледелия и животноводства позволило по крайней мере в 10 раз увеличить плотность популяции по сравнению с собирателями и охотниками. А в очагах земледелия, на лучших землях,

плотность доходила до очень высокого уровня. Детская смертность повысилась (большая плотность создает, как мы знаем, благоприятные условия для распространения детских, т. е. наиболее заразных, болезней). Но ее компенсировало увеличение рождаемости. Оно стало возможным, во-первых, потому, что при устойчивом производстве пищи увеличилась продолжительность жизни взрослых, а во-вторых, использование молока домашних животных и семян культурных растений позволило найти заменители материнского молока для детей старше года. Стали рожать чаще и дольше. Но многие тысячелетия (в старых земледельческих очагах) и столетия (в новых) этой рождаемости едва хватало для покрытия высокой детской смертности. В этих условиях у земледельческих народов выработались установки на реализацию полной плодовитости женщин (рождение 6—11 детей). Возникшие именно в это время и в этих очагах высокой плотности (Ближний Восток, Индия, Китай) мировые религии требовали от женщин: плодись — и обрекали на презрение бесплодных или малодетных. За 17 веков нашей эры численность людей выросла всего от 200 до 500 млн. Это значит, что в среднем у матери выживало чуть больше двух детей — меньше, чем у современной. Да, в отличие от нас, у наших предков было много братьев и сестер, но не в жизни, а на кладбище. В такой обстановке у традиционных земледельцев неизбежно сформировалось сочетание стремления иметь много детей, детолюбия с легким отношением к их смерти («бог дал — бог взял»).

Новая стратегия в новых условиях.

Теперь ответим на вопрос: почему в наше время в промышленно развитых странах преобладают малодетные семьи? Во второй половине XVII в. несколько европейских северных народов (англичане, затем голландцы и французы) встали на путь промышленной революции, которая позднее в этих же странах переросла в научно-техническую. Этот путь занял у них три столетия — довольно долго в сравнении с жизнью одного поколения. Эти народы все изобретали и внедряли сами, успевали приспособливаться к ими самими создаваемым новым условиям. С развитием гигиены и медицины детская смертность снижалась, продолжительность жизни возрастала, и рост популяции могла обеспечить более низкая рождаемость. И она постепенно сокращалась, популяции переходили к K-стратегии. Англичане, голландцы, французы пережили демографический взрыв в XIX в., и он был

у них не сильным. Позднее вставшие на тот же путь немцы, шведы, прибалты, русские прошли период более сильного демографического всплеска в начале XX в. Теперь те и другие находятся в стадии стабилизации численности, и рождаемость у них низкая. Народы, вставшие на этот путь еще позднее (испанцы, грузины, японцы), завершают эпоху демографического взрыва в наше время.

Старая стратегия в новых условиях.

Пока все выглядит понятно. Но многие теряются, видя некий парадокс в том, что стремительный рост населения Земли происходит благодаря Китаю, Индии, Индокитаю, Ближнему Востоку и Латинской Америке (а у нас — Средней Азии) отнюдь не благополучным по уровню жизни странам. Почему? Ведь экономически он этим народам неблагоприятен. Да, именно в развивающихся странах (а это в основном очаги древней сельскохозяйственной культуры) в наше время происходит демографический взрыв невиданной мощи. Во многих из этих стран рост населения съедает прирост продукции, и жизненный уровень, исходно низкий, растет медленно или даже снижается. Внешне создается впечатление, будто нехватка пищи и голод стимулируют рождаемость — как бы против всех биологических законов. Этот парадокс ставит в тупик демографов. Но для биолога, знающего, что механизмы, регулирующие рождаемость в популяции, меняются медленно, здесь нет ничего необъяснимого.

Эти народы встали на путь НТР последними, недавно, вдобавок не сами идут по нему, а заимствуют его плоды, причем очень быстро и не в той последовательности, в какой они были открыты. Так, в Европе вакцинация от оспы была начата в XVIII в., понадобилось 200 лет упорных поисков, чтобы, побеждая последовательно дифтерит, скарлатину, туберкулез, корь, победить (всего 20 лет назад) полиомиелит — последнюю массовую заразную детскую болезнь. Созданные на основе этих успехов программы всеобщей вакцинации детей удается осуществить в развивающихся странах за несколько лет. Это самая дешевая, эффективная и гуманная помощь. Реализация такой программы сразу снижает детскую и юношескую смертность в южных популяциях с высокой плотностью населения во много раз. В результате вчера еще, как и тысячи лет назад, на 6—11 детей в семье умирало 4—9, а сегодня большинство живы. Высокая рождаемость, вчера жизненно необходимая в таких популяциях для компенсации высокой детской смертности,

вдруг стала избыточной. Но рождаемость — не смертность, ее не изменишь прививками в одночасье. Она контролируется биологическими механизмами, очень сложной популяционной системой, поддержанной бытом, традициями, религией. Популяции требуется время, несколько поколений, чтобы привести рождаемость в соответствие с новым уровнем смертности. И в течение этих лет будет происходить демографический взрыв, даже если он невыгоден популяции, обгоняет рост продуктов питания.

Развитые народы не могут осуждать развивающиеся за проблемы, порожденные демографическим взрывом: они сами их дестабилизировали, дав, пусть и из самых лучших побуждений, слишком сильнодействующее лекарство, да еще в лошадиной дозе. В Средней Азии происходит точно такой же демографический взрыв и по тем же причинам. К сожалению, там в последнее время начала расти детская смертность. Это ужасно само по себе, но плохо еще и тем, что на рост смертности такие популяции отвечают повышением рождаемости. Взрыв в таких условиях может длиться дольше.

В стабильных популяциях рождаемость приведена в соответствие со смертностью — высокой или низкой. Благополучие, если часть его направлена на снижение смертности (причем достигнут успех), создает предпосылки к снижению рождаемости, к переходу от R- к K-стратегии. Но нужно время, чтобы рождаемость в этих странах пришла в соответствие с новым низким уровнем смертности, достигнутым благодаря экономическим успехам. Многие малочисленные народы севера Азии и Америки имели исходно невысокую смертность (вследствие изоляции от заразных болезней) и невысокую рождаемость. Заселение их земель другими народами привело к резкому увеличению детской смертности. Рождаемость оставалась низкой в течение нескольких поколений, да и сейчас еще у многих таких народов недостаточна для покрытия смертности, и их численность снижается. Медленное реагирование рождаемости на изменившиеся условия жизни и новый уровень смертности особенно видно в США. Здесь у недавних эмигрантов из стран с высокой смертностью — Латинской Америки, Азии, Африки — высокая рождаемость сохраняется в течение двух-трех поколений, постепенно приближаясь к рождаемости эмигрантов из развитых стран и их потомков. У коренного населения — индейцев — рождаемость, напротив, долгое время была ниже, чем у эмигрантов, но в отличие от них росла.

Государство и рождаемость. Теперь понятно, почему биологи против государственного вмешательства в регуляцию рождаемости. Они возражают и потому, что это — вмешательство в частную жизнь, и потому, что это — вмешательство в биологические популяционные механизмы, причем, как правило, совершенно некомпетентное. Из того, что каждый человек может (и мог всегда) контролировать свою плодovitость, еще не следует, что и на популяционном уровне все так же просто, и мы можем сознательно регулировать численность отдельных популяций и человечества в целом. Плодovitость популяции определяется популяционными механизмами, действующими помимо (а зачастую и вопреки) нашего коллективного сознания. Беда лишь в том, что в наше быстрое на перемены время они срабатывают медленно.

Все попытки искусственно стимулировать рождаемость у народов со стабильной или снижающейся численностью не дали результатов. В печати время от времени сообщается, что с помощью экономических мер или программ прямых санкций в той или иной стране удалось повлиять на рождаемость. Но потом оказывается, что это была либо заведомая ложь, либо естественная флуктуация рождаемости, либо временно удалось поймать в ловушку небольшую часть населения. Численность французов стабилизировалась около 100 лет назад. С тех пор в стране неоднократно проводили кампанию по стимуляции рождаемости. Были и призывы, и запугивание отстать от других народов, и материальные стимулы, и уголовная ответственность за аборт, и запреты на противозачаточные средства — а французов все столько же. В последнее десятилетие в Румынии проводилась предельно жесткая стимуляция рождаемости — и тоже безрезультатно.

Не дали результата и попытки снизить рождаемость у находящихся в состоянии демографического взрыва народов. В Китае крайне жесткая программа искусственного ограничения рождаемости дала (при правильном анализе) пренебрежимо малый результат, который был полностью снят вспышкой размножения в последние годы, последовавшей сразу за прекращением ограничительной кампании. В Индии подобная по цели программа включала все возможные в наше время методы. Она тоже не дала результата, а когда ее попытались усилить массовой принудительной стерилизацией мужчин, взрыв негодования привел к уходу в отставку И. Ганди. (Кстати, этот пример показывает «научный»

уровень творцов таких программ: они даже не понимают, что в популяциях плодovitость женщин не зависит от числа способных к размножению мужчин — их всегда избыток). Пример нашей страны (где негласно применялись косвенные методы стимуляции рождаемости — пропаганда, награждение многодетных матерей, запреты на аборт, отсутствие эффективных противозачаточных средств, пособия матерям-одинокам, внеочередные квартиры многодетным и т. п.) очень показателен. Одни и те же воздействия кратковременно стимулировали рождаемость у тех народов, у которых она и так высока (в Средней Азии, например), но не влияли на народы со стабильной (русские в России) или снижающейся (прибалты) численностью.

Программы ограничения рождаемости возникают в находящихся в состоянии демографического взрыва обществах из их реальных нужд, и мотивы ратующих за них людей вполне понятны. Совсем иные мотивы у тех, кто в период демографического взрыва на Земле требует стимуляции рождаемости. Кто ратует за это? Националисты, ибо для них не своя нация — нелюди, пусть их будет меньше, а своих больше. Милитаристы, ибо чем больше детей, тем больше может быть армия, тем больше генеральских мест. И придворные демографы, которые обещают за счет роста числа рабочих рук заткнуть дыры в экстенсивной экономике. Последние отчасти правы, но забывают, что в условиях надвигающегося истощения ресурсов эти руки будет не на что употребить.

ОБОЗРИМОЕ БУДУЩЕЕ

Предсказывать будущее человечества — занятие антинаучное и несправедливое. Но будущее человека как биологического вида более предсказуемо: экологический кризис и снижение численности неизбежны. В рамках этих двух ограничителей эколог может предложить несколько сценариев, основанных на тех же процессах, которые наблюдаются в разных местах земного шара и сейчас.

Уже готовые перейти в состояние коллапса высокоразвитые популяции станут, сохраняя хороший уровень жизни, планово снижать свою численность путем небольшого снижения рождаемости. Другие популяции будут, сокращая сельское население, коллапсировать в городах, для которых свойственна низкая рождаемость. В третьих популяциях усилится расслоение на удерживающуюся на приемлемом уровне жизни

верхушку общества и прозябающие в голодном существовании коллапсирующие массы. В последних возможны голод, эпидемии, образование инвазирующих групп, а отсюда не исключена возможность опустошительных межнациональных и гражданских войн. Если бы этим популяциям была оказана правильная помощь со стороны высокоразвитых популяций, они коллапсировали бы в более мягких условиях. Но удастся ли человечеству перед лицом экологического кризиса действовать слаженно, судить не биологу.

Легче всего пройдут коллапс развитые в техническом отношении народы с низкой рождаемостью. Они уже многие десятилетия имеют очень слабый прирост численности, либо сохраняют ее на одном уровне, либо даже слегка сокращают. У таких народов одни матери имеют много детей, другие не имеют их вовсе, а большинство — по два, реже одному ребенку за жизнь. Если (при сохранении той же доли многодетных и бездетных матерей) установка большинства незначительно сдвинется (чаще один ребенок, чем два), популяция начнет плавно сокращаться, причем довольно быстро. При среднем числе детей — один с небольшим («небольшое»

должно быть равно детской и репродуктивной смертности) — популяция будет сокращаться на 2 % в год (за счет естественной смертности в старости). За 100 лет численность человечества при таком сценарии сократилась бы в 10 раз, до 500 млн., и произошло бы это не более заметно, чем современный рост численности, имеющий такие же темпы. Биологическая стратегия коллапса не апокалиптична, если не получат свободу действия авторы небιологических сценариев.

И еще всех нас волнует, сохранится ли цивилизация при такой низкой численности. Но уровень цивилизации зависит не от численности людей, а от плотности их в очаге цивилизации. Величайшие открытия науки и техники, высочайшие достижения культуры человечество создавало, имея численность популяций, которая нам сегодня кажется невероятно малой. Не говоря уже о древних Греции, Риме или Китае, даже во времена Шекспира, Ньютона или Петра I на Земле жили не более 500 млн. людей, а цивилизованных — и того меньше. А ведь в их распоряжении не было современных (а тем более будущих) средств коммуникации, которые позволяют людям забыть о любых разделяющих их расстояниях.

РЕКЛАМА, ОБЪЯВЛЕНИЯ

Магазин № 3 «Книга-почтой» «Академкнига» высылает наложенным платежом книги издательства «Наука»

Ивановский Я. Б. КОРАЛЛЫ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ. 1989. 64 с. 60 к.

Книга посвящена кораллам — экзотическим мелким морским животным, которые образуют грандиозные рифы. С рифами связаны многие месторождения нефти и газа. Из скелета кораллов издавна изготавливают различные ювелирные украшения. Подробно рассмотрены строение кораллов, их разнообразие, образ жизни, происхождение, история развития на протяжении 600 млн. лет, эпохи периодических вымираний и восстановлений кораллово-рифовых экологических систем. Работа иллюстрирована рисунками и фотографиями современных и вымерших кораллов.

Предназначена для широкого круга читателей.

Крушинский Л. В. ЭВОЛЮЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЕДЕНИЯ. Избранные труды. 1991. 264 с. 8 р. 20 к.

В книге представлены как теоретические, так и экспериментальные работы автора, посвященные эволюционно-генетическим проблемам поведения, изучению закономерностей его формирования в процессе филогенетического и индивидуального развития. Дан анализ роли наследственности и среды, показано значение возбудимости нервной системы для проявления нормальных и патологических реакций.

Предназначена для психологов, педагогов и медиков.

Адрес магазина: 117393, Москва, ул. Академика Пилюгина, д. 14 корп. 2.

Прибрежные воды — индикатор хозяйственной деятельности на побережье Черного моря

А. Ф. Мандыч, С. И. Шапоренко



Анатолий Федорович Мандыч, кандидат географических наук, заведующий лабораторией береговых геосистем Института географии РАН. Специалист в области ландшафтной гидрологии, антропогенного влияния на водные ресурсы.



Сергей Иванович Шапоренко, кандидат географических наук, старший научный сотрудник той же лаборатории. Занимается вопросами гидрохимии внутренних морей.

О ТРЕВОЖНЫХ тенденциях в состоянии Черного моря и природной среды в его бассейне написано немало. Особенно сильные негативные изменения произошли на побережьях и в прибрежных водах, где взаимодействие человека и природы проявляется наиболее ярко. Причины этого понятны — рост населения, развитие промышленности и сельского хозяйства, урбанизация, интенсивная эксплуатация всех природных ресурсов. До настоящего времени не существует каких-либо систематизированных оценок воздействия на состояние прибрежных вод хозяйственной деятельности на побережье. В статье предпринята попытка частично восполнить этот пробел. Выполненный при ее подготовке анализ и полученные результаты относятся к побережьям Черного моря в пределах Грузии, России и Украины.

АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

С гидрологической точки зрения Черноморский бассейн можно рассматривать как природную акваториально-территориальную систему. Ведущим процессом, объединяющим различные ее части в единое целое, являются потоки воды, движущиеся с обширных территорий суши в море. Море — замыкающий элемент системы, в интегрированном виде отражающий естественные и антропогенные изменения в ней. Условно воздействие человека на Черное море можно разделить на три группы.

Во-первых, это хозяйственная деятельность на водосборах впадающих в море крупных рек, в результате которой уменьшается приток пресных вод, меняется их химический состав и объем поступающих в море речных наносов.

Воздействие человека на водосборы наиболее трудно поддается регулированию, поскольку формируется «на выходе» из громадных территориальных социально-экономических структур, обладающих чрезвычайной инерционностью. Например, изъятие воды из крупных рек в Черное море, по данным на 1985 г., достигло 3 км³/год, и тенденция увеличения водопотребления сохраняется.

Вторая группа — это хозяйственная деятельность на побережьях и в прибрежной части моря. Ее влияние сказывается прежде всего в изменении стока средних и малых рек, сбросах сточных промышленных и дренажных сельскохозяйственных вод, деградации почв и растительного покрова и потери ими в связи с этим водоохранных свойств, откачке подземных пресных вод, урбанизации территории и т. д. Интегральный результат изменений природы побережий можно охарактеризовать степенью измененности водных потоков с суши в море. Другими словами, изменения количества и качества вод, поступающих с суши в море, могут служить обобщенными индикаторами воздействий преобразованной хозяйственной деятельностью суши на прибрежные воды.

В систему морского побережья условно можно включить и ту часть морской акватории, которая находится под сильным влиянием хозяйственной деятельности: строительства в береговой зоне портовых и других сооружений, добычи минеральных и биологических ресурсов на шельфе, укрепления берегов и т. п.

Морская и сухопутная части побережья преобразуются в тесном взаимодействии друг с другом. Чем интенсивнее хозяйство на суше, тем выше антропогенное воздействие на прибрежную часть моря. И наоборот, изменение экологического состояния акватории влияет на население и хозяйство побережья. (Самый известный пример — закрытие в последние годы пляжей практически во всех районах Черноморского побережья из-за загрязнения прибрежных морских вод.)

Многовековое освоение человеком территории черноморских побережий, использование их ресурсов повсеместно привели к значительным и, как правило, неблагоприятным изменениям природных условий. Об этом можно судить по следующим примерам.

Речной сток, формирующий на Дунайско-Днепровском побережье, составляет $1,97 \text{ км}^3/\text{год}$, в то время как безвозвратное хозяйственное использование природных вод в 1988 г. достигло $4,2 \text{ км}^3/\text{год}$. Дефицит пресной воды здесь восполняется из причерноморского артезианского бассейна, а также из Дуная, Днестра, Южного Буга и Днепра. Современное обеспечение хозяйства и населения водой и тем более его дальнейшее развитие затруднены возрастающим загрязнением среды. О серьезности ситуации свидетельствует, например, содержание токсичных веществ в тканях животных наземных и пресноводных экосистем Черноморского заповедника, расположенного на юге Нико-

лаевской и Херсонской областей и включающего часть акватории Черного моря с островами. Скажем, концентрации ДДТ превышают фоновый уровень в 10 раз, а полихлорбифенилов — более чем в 1000 раз.

Последствия изменений природной среды в Крыму в основном связаны с использованием природных вод в сельском хозяйстве и промышленности. Из-за недостатка местных водных ресурсов в Крым была переброшена вода из Днепра по построенному в 1963 г. Северо-Крымскому каналу. В результате стоки дренажных вод с оросительных систем в Каркинитский залив Черного моря и залива Сиваш Азовского моря в 1985 г. достигли 30 % стока рек полуострова в море.

Дренажные воды здесь обогащены биогенными веществами, а их среднегодовая минерализация составляет около $1,8 \text{ г/л}$. Широкомасштабное применение химических средств защиты растений значительно ухудшило качество подземных и поверхностных вод. В подземных водоносных горизонтах ряда районов Крыма пестициды обнаружены в 90—100 % проб, причем в 10—50 % случаев превышены ПДК.

В целом влияние человека на взаимодействие суши и моря в Крыму проявилось очень ярко в опреснении вод заливов Каркинитского и Сиваша, загрязнении прибрежных вод моря, попадании морских вод в подземные водоносные горизонты.

Эти примеры показывают, что хозяйственные воздействия на природную среду побережий, и в частности на водный баланс территорий, сопоставимы с самыми мощными природными процессами.

И, наконец, к третьей группе относится непосредственная деятельность в самой акватории моря — в основном транспорт и рыболовство.

Изменения экосистемы глубокой части моря происходят главным образом из-за обмена водами с прибрежными акваториями. (Пока признаков угрожающего состояния глубокой части моря нет, хотя и появились предположения о возможном влиянии антропогенных факторов на динамику верхней границы сероводородного слоя в море.)

Таким образом, прибрежные морские акватории выполняют роль своеобразного буфера, сглаживающего большую часть антропогенных воздействий с суши. Однако, когда он разрушится, экологическая катастрофа в море станет неизбежной.

СТОК БИОГЕННЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Одним из серьезных последствий деятельности человека на побережье Черного

моря было обогащение некоторыми соединениями и загрязнение различных природных сред, и в том числе прибрежных морских вод.

Заметные изменения химического состава речных вод начали проявляться с середины 60-х годов. Особенно сильное воздействие на экологическое состояние приустьевых участков рек и прибрежных морских вод оказало обогащение речного стока биогенными соединениями, органическими и токсичными веществами.

Значительно увеличилось количество биогенных веществ в речных водах, поступающих в северо-западную часть Черного моря. Так, концентрация нитритов, нитратов и фосфатов в Дунае, Днестре и Днепре к началу 80-х годов возросла в пять—семь раз по сравнению с началом 50-х годов, за счет повышенной естественной водности еще сильнее возрос их сток.

Во второй половине 80-х годов из-за сокращения использования минеральных удобрений на водосборах рек, улучшения очистки сточных вод, поступающих в реки, и снижения водопотребления для хозяйственных нужд наметилась тенденция к уменьшению стока биогенных веществ в северо-западную часть Черного моря, хотя он остается гораздо большим, чем в 50-е годы.

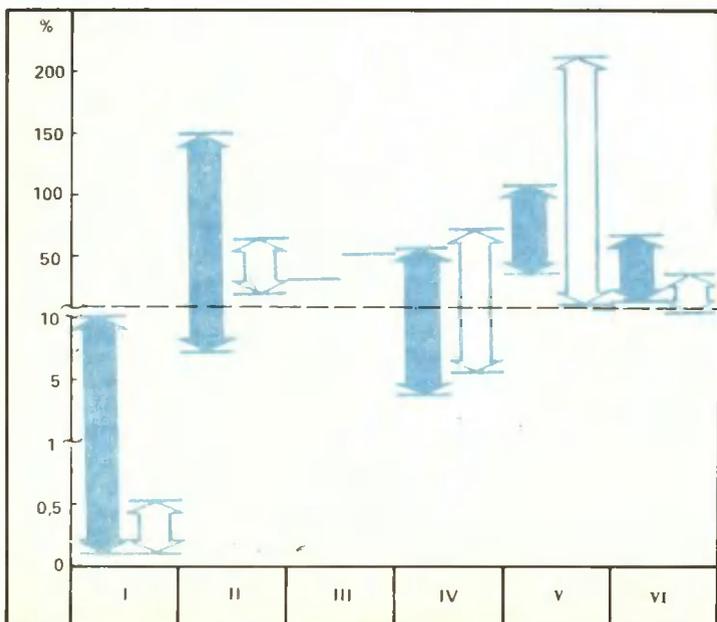
Второй источник увеличения количества биогенных соединений в прибрежных морских водах — сточные воды промышлен-

ности, коммунального и сельского хозяйства, поступающие непосредственно с побережий. Этот фактор играет все большую роль, а в некоторых местах становится решающим. Так, поступление в море азота со сточными водами с побережий в 80-е годы было в 200 раз меньше, чем со стока Дуная (2,2 и 234 тыс. т/год соответственно), но почти таким же, как со стоком Днепра (2,9 тыс. т/год). Близкое соотношение для фосфора: 0,7 тыс. т/год — поставляли сточные воды побережий, 60,1 тыс. т/год — Дунай и 6,9 тыс. т/год — Днепр.

По данным Гидрометслужбы за 1988 г., стоки с побережий приносили за год аммонийного азота почти столько же (1,37 тыс. т), сколько Дунай (1,66 тыс. т), и больше, чем Днепр (0,96 тыс. т).

Итак, в настоящее время вклад побережий сопоставим с вкладом крупных рек и, видимо, еще увеличится, если полнее учесть источники не только в пределах России и Украины (данными для Грузии мы не располагаем).

Анализ изменения годового стока общего азота и общего фосфора в сточных водах на шести участках Черноморского побережья показал, что по размаху колебаний количества азота выделяется Одесский залив, а фосфора — Южный берег Крыма, что может свидетельствовать о нестабильности очистки вод в этих районах. В то же время низкие значения годового стока азота и фосфора в устьевой части Дуная говорят о том,



Колебания общего азота (цвет) и общего фосфора, поступающего со сточными водами (в % от годового стока, осредненного для всего периода и для всего побережья) на различных участках Черноморского побережья в 1984—1989 гг. I — устье Дуная; II — Одесский залив; III — Днепро-Бугский лиман (данные за 1988 г.); IV — Севастопольская бухта; V — Южный берег Крыма; VI — Кавказское побережье.

что основная часть биогенных соединений и загрязнений поступает в эту реку с верхней части ее водосбора.

В последние десятилетия возрастал поток органических веществ с суши в море в связи с расширением производства и использования как природных, так и новых синтетических соединений. Среди них наиболее распространенные в морских водах и наиболее опасные для морских организмов — нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества, фенолы и хлорорганические пестициды (таблица).

ОПАСНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ МОРЯ

Основной источник поступления нефтяных углеводородов — речной сток. До середины 80-х годов загрязнение ими речных вод значительно колебалось и достигло максимума в 1985 г. В этом году средняя их концентрация составила 340 мкг/л в Дунае и 430 мкг/л в Днестре (6,8 и 8,6 значений ПДК для рыбохозяйственных водоемов). Впоследствии загрязнение нефтью Дуная и Днестра заметно снижалось (значительно меняясь год от года).

Второй по величине источник нефтяных углеводородов — сточные воды промышленности, поступающие в море на всем побе-

режье. Концентрации в них загрязняющих веществ в сотни раз больше, чем в речных водах. По приближенной и явно заниженной оценке, сброс нефтяных углеводородов со сточными водами промышленных предприятий и городов, расположенных на побережье, в 80-е годы составлял около 1,5—2 тыс. т/год, что сопоставимо с вкладом Днестра и Дуная в годы, когда их воды были сравнительно слабо загрязнены.

Нефтяные углеводороды поступают в прибрежные воды и из-за «чрезвычайных происшествий» — аварий судов, а также при производстве и транспортировке нефтепродуктов. В общем потоке загрязнений доля этого источника пока невелика. Однако в последние годы на отдельных участках побережья (Одесский залив, Батумская бухта) нефтяные углеводороды — одна из основных причин дефицита кислорода в морской воде.

Среднегодовая концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в устьевой части Дуная в первой половине 80-х годов колебалась в пределах 40—45 мкг/л. Максимальное значение (470 мкг/л) зафиксировано в «вершине» дельты в апреле 1983 г. С 1985 г. их содержание в дунайских водах уменьшилось почти вдвое, а сток сократился до 4,4 тыс. т/год.

Среднегодовая концентрация и ежегодное поступление загрязняющих веществ со стоком Дуная и Днестра

Название вещества	Река	Единицы	Годы									
			1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989
Нефтяные углеводороды	Дунай	мкг/л тыс. т	220 60,1	220 56,7	180 40,1	250 42,2	310 61,8	340 67,9	100 19,5	80 17	50 10,4	120 21,1
	Днепр	мкг/л тыс. т	350 20	220 13	60 3	120 5,7	390 13,6	430 22,1	200 10,4	330 12,1	190 8,7	160 5,4
Синтетические поверхностно-активные вещества	Дунай	мкг/л тыс. т	40 10,9	—	—	40 6,8	45 10	25 5	15 2,9	25 6,3	25 2,5	25 4,4
	Днепр	мкг/л тыс. т	—	—	—	150 7,1	125 4,4	172 8,9	175 9,1	62 2,3	25 1,1	25 0,9
Фенолы	Дунай	мкг/л т	—	—	—	—	—	2 399	3 584	5 1064	5 830	5 1056
	Днепр	мкг/л т	—	—	—	—	—	—	8 416	4 146	3 137	2 68
Хлорорганические пестициды	Дунай	нг/л т	—	—	—	80 13,5	171 34,1	382 76,2	27 5,2	83 17,7	н/о н/о	5 0,88
	Днепр	нг/л т	—	—	—	39 1,85	4 0,14	1 0,05	25 1,3	1 0,04	19 0,87	4 0,15

* Под данным г. Реки (Дунай) и в вершине Днепроовского лимана. Прочерк — отсутствие данных, н/о — не обнаружено.

В Днепре содержание СПАВ было значительно выше, чем в Дунае. В 1985—1986 гг. среднегодовая концентрация превысила 170 мкг/л (максимум в октябре 1985 г. — 565 мкг/л). В 1986 г. сток с водами Днепра в три с лишним раза превысил сток с водами Дуная. После 1988 г. концентрация СПАВ в днепровских водах уменьшилась до 25 мкг/л, а сток сократился до 0,9 тыс. т/год.

Обобщение данных за 1980—1989 гг. показывает, что в 80-е годы в среднем за год СПАВ поступало в море со сточными водами больше, чем нефтяных углеводородов (8,3 и 1,7 тыс. т/год). Наибольший (10—20 тыс. т/год) сток СПАВ наблюдался в 1981—1984 гг., а его основная часть поступила в Одесский залив и Хаджибеевский лиман. С 1985 г. поступление СПАВ в море сократилось до десятков тонн. Загрязнение прибрежных вод СПАВ из-за аварий менее значимо, чем из-за нефтепродуктов. В последние годы в связи со снижением содержания СПАВ в речных водах загрязнение шельфовых вод почти полностью определяется стоками с побережья и морских судов в портах.

Как и нефтяные углеводороды и СПАВ, фенолы поступают в прибрежные воды из рек и промышленных стоков. В последнее время их среднегодовая концентрация в Дунае составляет 5—6 мкг/л, в Днепре — 2—3 мкг/л, а суммарный сток — около 1 тыс. т/год.

Сведения о загрязненности морских вод фенолами сточных вод крайне ограничены и не позволяют определить конкретные источники их появления в море. Однако можно отметить, что прибрежные акватории с повышенным содержанием фенолов примыкают к промышленным районам. Так, в районе Одессы загрязнение морской воды фенолами резко усилилось с 1986 г., когда их содержание достигло 8—10 ПДК для рыбохозяйственных водоемов (1 мкг/л), а максимум составил 23 мкг/л. В 1988—1989 гг. загрязнение шельфовой акватории фенолами было повсеместным, и его среднегодовые величины были в районе Одессы — 18—14 ПДК, в устье Днепровско-Бугского лимана — 4—6, в Каркинитском заливе — 16—18, на взморье портов Южный и Очаков — 18—17, в открытой северо-западной части моря — 16—11, в Ялтинском заливе — 3—24 ПДК. Наименее загрязнены фенолами (среднегодовая концентрация не свыше 3 мкг/л) прибрежные воды Южного берега Крыма (кроме Ялтинского залива) и район Пицунды.

Использование пестицидов (более 150 видов) на побережье Черного моря в последние четыре десятилетия получило широкое

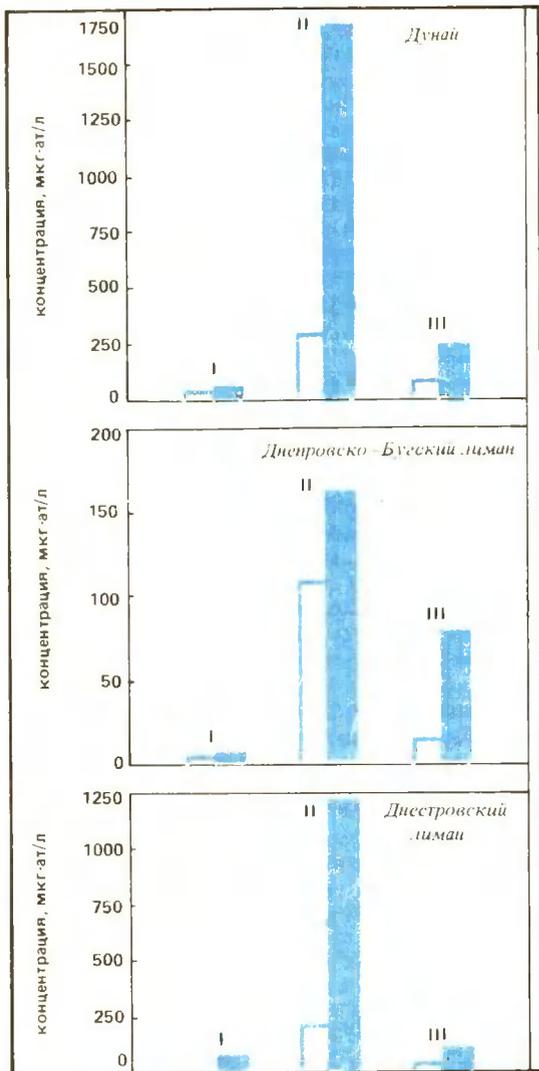
распространение (особенно в 1965—1985 гг.). Их остатки с полей попадали в реки, подземные воды и непосредственно с побережий в море. Систематические наблюдения за содержанием пестицидов в речных (на Дунае и Днепре) и прибрежных водах начались лишь в 1983 г. Однако определялось содержание лишь некоторых пестицидов: γ -изомер гексахлорциклогексана (линдана), ДДТ и его метаболитов, гептахлора и полихлорированных бифенилов. Поэтому приведенные оценки загрязнения береговой зоны представляются заниженными.

Сток пестицидов с водами Дуная и Днепра от года к году меняется в десятки раз, но к 1988—1989 гг. наметилась тенденция к его уменьшению. Однако значительно больше пестицидов сбрасывается с дренажными и сточными водами. Так, в 1985 г. с полей Крыма в Каркинитский залив только гексахлорциклогексана поступило 0,46 т (Днепр в том же году вынес лишь 0,05 т пестицидов всех видов).

Воздействие фенолов и пестицидов на морские организмы недостаточно изучено, и однозначно оценить их влияние на экосистемы прибрежных вод при наблюдаемых концентрациях нелегко. Можно только предположить, что фенолы начинают подавлять гидробионты при концентрациях свыше 10 мкг/л, а пестициды — свыше 8—10 нг/л. Отмеченные в 1983—1989 гг. в большинстве прибрежных районов среднегодовые концентрации фенолов и хлороорганических пестицидов, видимо, как и нефтяные углеводороды и детергенты в зарегистрированных количествах, в основном стимулируют эвтрофикацию. Однако в районе Одессы, на взморье портов Южный и Очаков, в Каркинитском заливе содержащиеся в воде фенолы и пестициды, а в открытой части северо-западного района моря — фенолы должны оказывать токсическое воздействие на гидробионты, хотя и не настолько больше, чтобы заметно понизить возросшую трофность морских вод.

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КАЧЕСТВА ПРИБРЕЖНЫХ ВОД

Для сравнения различных прибрежных акваторий Черного моря по степени загрязнения можно воспользоваться показателем, учитывающим содержание различных химических соединений. Индекс качества морских вод (ИКВ), предложенный Государственным океанографическим институтом, определяется по формуле:
$$\text{ИКВ} = \sum_n (\text{С}/\text{ПДК})/n$$
 где С — концентрация загрязнителя, ПДК — его предельно допустимая концентрация, n —



Среднее содержание азота и фосфора в речном стоке Дуная с 1948 по 1959 г. и с 1977 по 1983 г. (цвет) в Днепровско-Бугском и Днепровском лиманах в 1952—1953 гг. и 1977—1983 гг. (цвет). I — нитриты; II — нитраты; III — фосфаты (по данным Ю. П. Зайцева и др., 1987).

число загрязнителей. Для растворенного в воде кислорода, вместо отношения концентрации к ПДК используется отношение норматива к реальному содержанию. Норматив равен 6 при концентрации свыше 6 мг/л, 12 — при 5—6 мг/л, 20 — при 4—5 мг/л, 30 — при 3—4 мг/л и т. д.

Всему диапазону изменения значений ИКВ условно соответствуют семь классов ка-

чества воды: I классу (очень чистая) соответствует ИКВ $\leq 0,25$; II классу (чистая) 0,25—0,75; III классу (умеренно загрязненная) — 0,75—1,25; IV классу (загрязненная) — 1,25—1,75; V классу (грязная) — 1,75—3; VI классу (очень грязная) — 3—5; VII классу (чрезвычайно грязная) — выше 5.

Расчеты ИКВ для участка у побережий Черного моря выполнены нами с использованием значений среднегодовых концентраций загрязняющих веществ за 1988 г. При этом наряду с концентрацией в воде растворенного кислорода учитывалось содержание нефтяных углеводородов, СПАВ, хлороорганических пестицидов и фенолов. Для Краснодарского края, где содержание фенолов не определялось, использовано фоновое значение их концентрации в этом районе — 3 мкг/л. В качестве ПДК для суммарного содержания пестицидов нами условно принята фоновая для моря концентрация — 8 нг/л.

Анализ значений ИКВ показывает, что вдоль побережий Грузии, России и Украины вода меняется от «умеренно загрязненной» до «чрезвычайно грязной». При большом разнообразии гидрологических условий вдоль побережья, различных по объему и составу потоков загрязняющих веществ с суши, неодинаковой интенсивности судоходства прибрежные участки в соответствии с величиной индекса и динамикой определяющих его факторов сводятся в шесть групп, характеризующихся ниже.

Район Одессы и взморье портов Южный и Очаков. Гидрологический режим прибрежных вод определяется здесь в основном речным стоком, распресняющим верхний слой. В результате вертикальные сезонные градиенты плотности растут, что наряду с мелководным шельфом и затрудненностью обмена водами с центральной частью моря способствует заморам в придонном слое.

Прибрежные воды в этом районе — самые загрязненные на Черноморском побережье. На их качество влияет сброс в море промышленных и коммунальных сточных вод, стоки Днепра и Южного Буга, а также интенсивное судоходство. Качество вод здесь продолжает ухудшаться в основном из-за увеличения в сточных водах Одессы количества фенолов и роста поступления в море СПАВ и нефтяных углеводородов на взморье портов Южный и Очаков.

Взморье Дуная, Днепровский и Бугский лиманы. На загрязнение прибрежных вод здесь сильно влияет зарегулированность стока Дуная, Днепра и Южного Буга и качество их вод. Взморье Дуная в основном загрязнено фенолами, устьевые области Днепра и Южного Буга — нефтяными углеводорода-

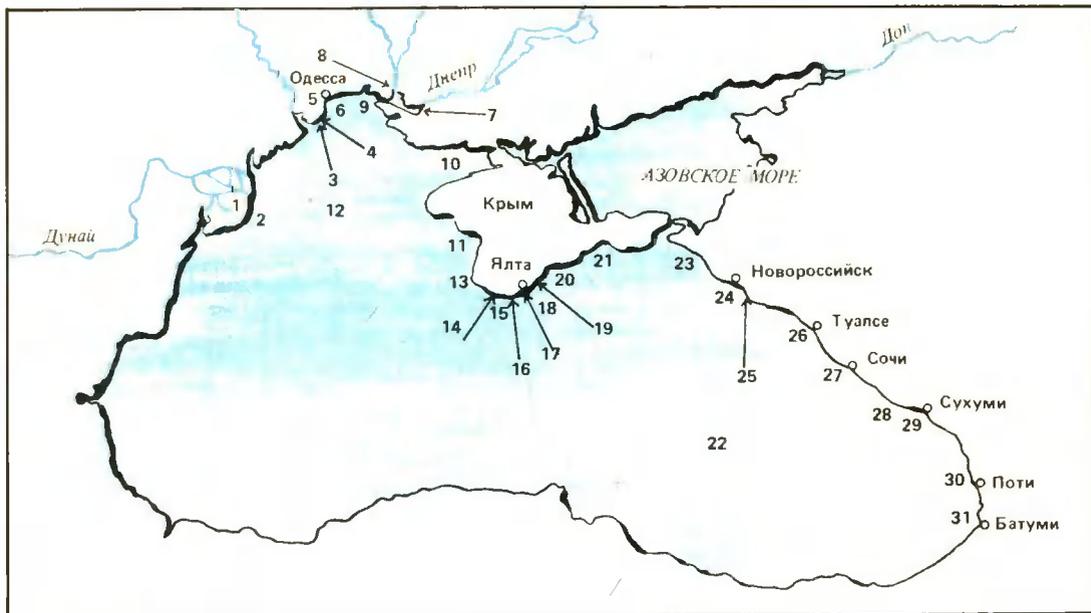


Схема участков прибрежной акватории Черного моря, для которых были рассчитаны индексы качества (загрязнения) морских вод: 1 — дельта Дуная; 2 — Дунайское взморье; 3 — лиман Сухой; 4 — входной канал порта Ильичевск; 5 — Одесский порт; 6 — Одесский залив; 7 — Днепровский лиман; 8 — Бугский лиман; 9 — взморье портов Южный и Очаков; 10 — Каркинитский залив; 11 — Каламитский залив; 12 — открытая часть северо-западного района; 13 — Севастопольская бухта; 14 — зона курортного водопользования Алушкинского залива; 15 — открытая часть Алушкинского залива; 16 — припортовый район Ялтинского залива; 17 — зона курортного водопользования Ялтинского залива; 18 — открытая часть Ялтинского залива; 19 — зона курортного водопользования Гурзуфского залива; 20 — открытая часть Гурзуфского залива; 21 — Феодосийский залив; 22 — открытая часть моря; 23 — район порта Анапа; 24 — район порта Новоросийск; 25 — район порта Геленджик; 26 — район порта Туапсе; 27 — район порта Сочи; 28 — район мыса Пицунда; 29 — район порта Сухуми; 30 — район порта Потти; 31 — Батумская бухта.

ми. В последние годы заметно улучшилось качество вод, которое сейчас соответствует классам «загрязненная» — «грязная».

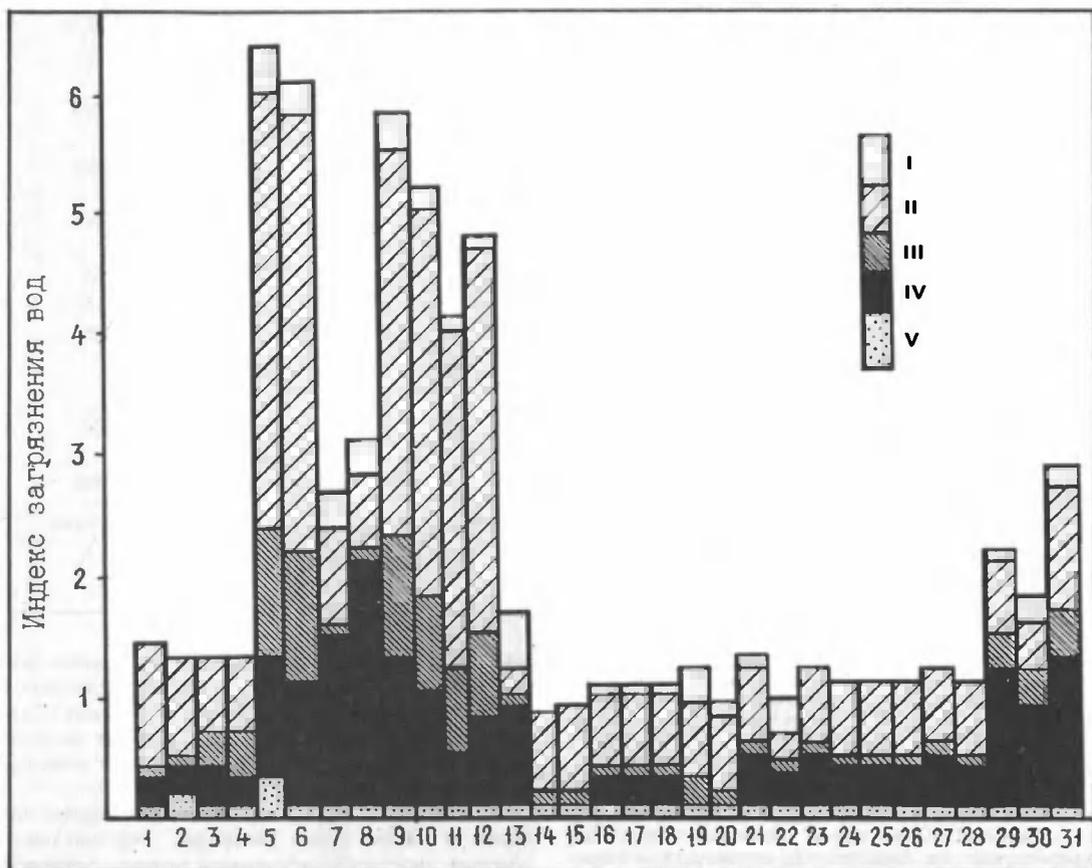
Каркинитский и Каламитский заливы. Основные источники загрязнения — сточные воды промышленности и дренажные воды оросительных систем Крыма. В последние годы в заливах в основном за счет увеличения поступления СПАВ и нефтяных углеводородов резко ухудшилось качество вод, которые сегодня классифицируются как «чрезвычайно грязные».

Сухой лиман. Севастопольская бухта. В этих сравнительно изолированных от открытой части моря акваториях с незначитель-

ным речным стоком, главные источники загрязнения — судоходство, промышленные и коммунальные сточные воды. Основная часть загрязнений — фенолы и нефтяные углеводороды. Качество вод соответствует классам «загрязненная» и «грязная».

Южный берег Крыма, Краснодарский край и район мыса Пицунда. Это наиболее чистые участки прибрежной полосы Черного моря. Вода здесь относится к классу «загрязненная». Влияние речного стока на качество прибрежных вод невелико. Основные загрязнители у Южного берега Крыма — поступающие с коммунальными стоками фенолы, а на некоторых участках хлорорганические пестициды и детергенты. В Краснодарском крае преобладают нефтяные углеводороды с очистных сооружений нефтеперерабатывающих заводов и портов, с судов и из городских стоков.

Припортовые акватории Сухуми, Потти и Батуми. Они характеризуются относительно свободным водообменом с открытой частью моря. Воды загрязняются промышленными и коммунальными сточными водами, а также судами. Периодически на качество вод влияет речной сток. Основной компонент загрязнения — нефтепродукты, повышенное содержание которых иногда приводит к развитию гипоксии в Батумской бухте. Вода в Сухумской бухте и в районе порта Потти относится к классу «грязная», а в Батумской бухте — к классу «очень грязная». В целом пространственная изменчивость качества морских вод у берегов Черного моря не случайна и хоро-



Индекс качества (загрязнения) прибрежных морских вод Черного моря 1988 г. и относительный вклад в него различных соединений: I — хлорорганические пестициды; II — фенолы; III — синтетические поверхностно-активные вещества; IV — нефтяные углеводороды; V — кислород. Цифрами обозначены номера участков прибрежных акваторий, показанных на схеме Черного моря (по данным Ежегодника качества морских вод по гидрохимическим показателям за 1988 г.).

шо коррелирует с потоками загрязнений с побережья. Так, в северо-западной части чрезвычайно сильно загрязнены Одесский залив, взморье портов Южный и Очаков, Каркинитский и Каламитский заливы, а также открытая акватория. Более сильное загрязнение здесь, чем в приустьевых участках крупных рек (дельта и взморье Дуная, Днепро-дский и Бугский лиманы), с очевидностью демонстрирует влияние на состояние прибрежных вод хозяйственной деятельности на берегу.

Если допустить, что в ближайшее время все страны Черноморского бассейна примут стратегию достижения экологически безопасных нормативов стока крупных рек, впадающих в Черное море, и если она будет успешно реализовываться, то положительный эффект проявится в лучшем случае через десятки лет.

Более реально осуществить необходимые природоохранные мероприятия в пределах акваторияльно-территориальной системы, побережья. Они должны включать экологически безопасное водопользование, вынесение за пределы побережий неэкологических производств, планомерную организацию природно-антропогенных ландшафтов, максимально приближенных к естественным. Все это предполагает кардинальное изменение природопользования, построение его на новых экономических принципах. Это трудно и дорого. Но только такой путь может привести к стабилизации экологической обстановки на Черном море.

Экологические проблемы на карте мира

С. Б. Ростоцкий



Сергей Болеславович Ростоцкий, кандидат географических наук, научный сотрудник Института географии РАН. Занимается глобальными географическими проблемами и вопросами картирования процессов деградации окружающей среды.

В ТЕКУЩЕМ столетии преобразующая сила человечества, как и сама его численность, настолько возросли, что извечно сопутствующие прогрессу экологические проблемы приобрели глобальный характер по широте распространения и глубине воздействия на планетарные процессы.

Ежеминутно в мире уничтожается около 21 га лесов, а 12 га продуктивных земель превращаются в бесплодную пустыню. Каждую секунду в результате эрозии теряется более 18 т плодороднейшего верхнего почвенного горизонта. Промышленные выбросы газов в атмосферу достигают половины естественной эмиссии, составляя 150—210 млн. т для двуокиси серы, 40—90 млн. т для окислов азота, а для тяжелых металлов (свинца, меди, кадмия, мышьяка, цинка) превышают естественные подчас в десятки раз. Из-за роста содержания в атмосфере углекислого газа, обусловленного главным образом сжиганием ископаемого топлива и сведением лесной

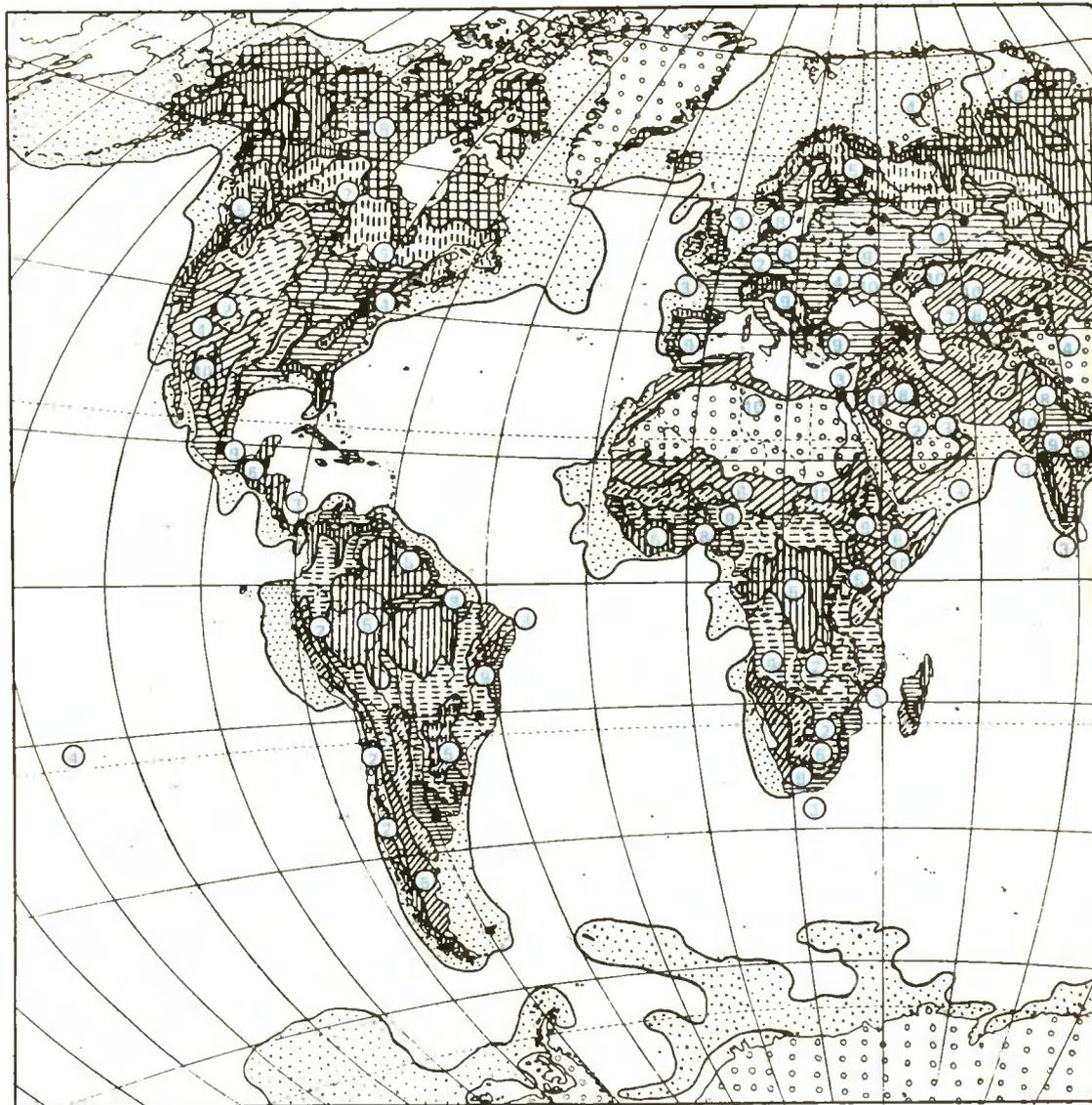
растительности, а также метана, закиси азота, фреонов, усиливается так называемый парниковый эффект. Глобальное потепление может привести к непредсказуемым катастрофическим последствиям: таянию ледников, поднятию Мирового океана и затоплению громадных территорий, изменению генофонда планеты и многому другому.

Вероятность критических экологических ситуаций зависит от уязвимости природной среды и интенсивности воздействующих факторов. Деградация окружающей среды неодинакова во времени и пространстве, что определяется как естественно-природными, так и социально-экономическими причинами.

Для развивающихся стран, например расположенных преимущественно в тропическом поясе, характерна значительно большая зависимость от природной среды, природно-ресурсной базы и природных условий, чем для индустриально развитых. Тропическое сельское хозяйство — основная отрасль экономики развивающихся стран — играет ведущую роль в трансформации природных экосистем. Свыше 60 % экономически активного населения этих стран занято в аграрном секторе, в то время как в развитых странах — лишь 8,7 % (на 1990 г.). Вместе с тем традиционное сельскохозяйственное производство в тропиках ведется в экстенсивных формах, а исключения (например, орошаемое рисоводство) обычно не отличаются высокой продуктивностью. Интенсифицировать тропическое сельское хозяйство, основываясь на опыте, приобретенном в умеренном поясе, невозможно, так как при этом воздействие человека на среду становится зачастую еще разрушительнее.

Печально поучительными примерами здесь служат интродуции земель в Индии в результате интродукции эвкалиптов при организации перспективной в целом системы агролесоводства, уничтожение ландшафтов дождевых лесов, осваиваемых под пастбища американскими транснациональными корпорациями в Бразилии, ухудшение экологических условий из-за строительства Асуанской плотины в Египте и многое другое.

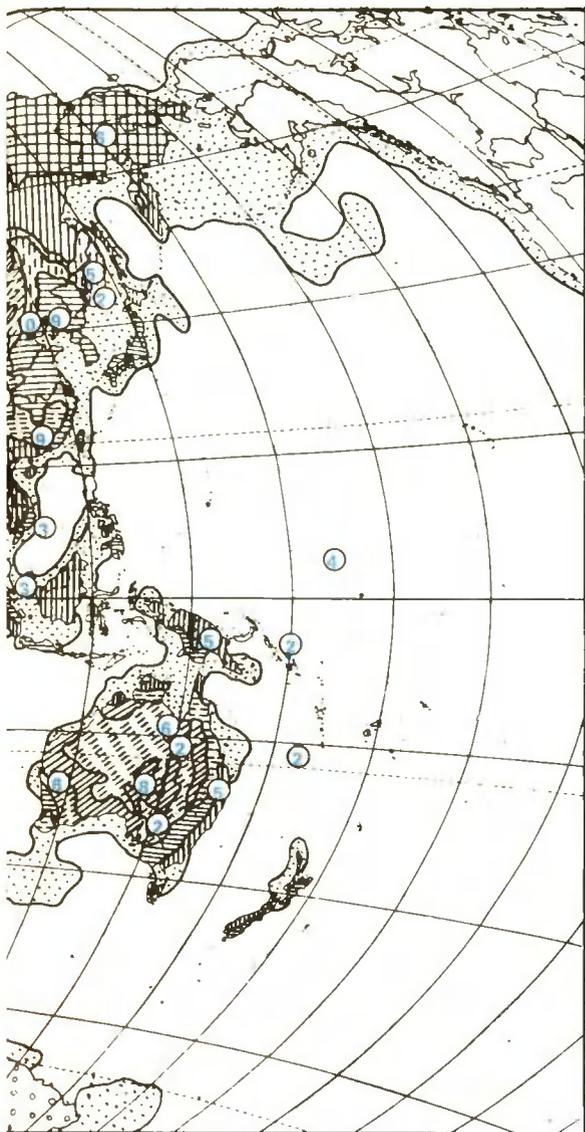
К началу 90-х годов население разви-



вающихся стран достигло 4 млрд. чел. (более 3/4 населения мира). По оценке ООН, к концу века численность населения третьего мира увеличится еще почти на миллиард, а к 2100 г. стабилизируется на уровне 8,8 млрд. чел., что составит 86 % населения мира. С ростом населения развивающихся стран прежде всего обострится продовольственная проблема, а следовательно, и экологическая.

В последние годы по ряду показателей центр тяжести экологических проблем сдвигается из умеренных широт в тропики. Однако это смещение вовсе не означает

абсолютного снижения уровня экологической напряженности в умеренных широтах. К тому же наш мир настолько един, взаимосвязан и в то же время хрупок, что ни в одной точке планеты человек не может оставаться в изоляции от остального мира, и экологическая катастрофа в одной стране может оказаться бедствием для всех остальных. Так, во время последней войны в Персидском заливе в результате горения нефти лишь с февраля по июнь 1991 г. в атмосферу выброшено около 3 тыс. т ванадия, 800 т никеля и других канцерогенов. Под их воздействием оказа-



Экологические проблемы мира (журнальный вариант карты, составленной С. Б. Ростоцим, К. И. Бибановым, А. С. Шестаковым). Условными обозначениями показана возможная деградация среды в результате деятельности человека и промышленно-городское загрязнение атмосферы, цифрами — реальная деградация: 2 — комплексное нарушение земель в результате добычи минерально-сырьевых ресурсов; 3 — загрязнение Мирового океана при добыче и транспортировке нефти; 4 — радиоактивное загрязнение (ядерные полигоны, районы крупных аварий); 5 — сведение лесов из-за чрезмерных рубок и интенсивного подсечно-огневого земледелия; 6 — деградация пастбищ из-за чрезмерного выпаса скота; 7 — сокращение речного стока в результате хозяйственного водозабора; 8 — подкисление, засоление почв, потеря питательных веществ, вызванные кислотными осадками, орошаемым земледелием, истощением почв; 9 — водная эрозия, вызванная сведением лесов, распашкой земель, выпасом скота; 10 — ветровая эрозия, вызванная теми же причинами, что и водная.

Риск аридного опустынивания:

-  высокий
-  невысокий

Деградация тундры и лесотундры

-  высокий
-  невысокий

Риск эрозивной деструкции:

-  высокий
-  невысокий

Деградация океанической среды

-  Малая вероятность деградации

-  Промышленно-городское загрязнение атмосферы

лись не только близлежащие территории, но и... вершины Гималаев.

Очевидно, что разработка стратегии борьбы с нарастающим экологическим кризисом должна опираться на знание происходящих в окружающей среде процессов, их причин и последствий для природной среды и человека. Перспективна, с точки зрения оценки современного состояния экосистем и прогноза возможного изменения этого состояния в будущем, ведущаяся в Институте географии РАН разработка концепции так называемых «красных карт», которые показывают территории, наиболее из-

мененные человеком, районы особой уязвимости природной среды при антропогенной нагрузке или области повышенного риска для жизни самого человека.

К этой категории относится и составленная в Институте географии в масштабе 1:50 000 000 карта «Экологические проблемы мира». Она построена на основе сопоставления возможного развития процессов деградации окружающей среды в разных типах ландшафта с реальными их проявлениями.

Идея ее создания возникла в связи с необходимостью перспективной оценки возможных направлений влияния челове-

чества на природную среду и отсутствие подобного рода комплексных карт глобального масштаба. Исходным материалом послужила прежде всего серия мировых карт, характеризующих природные условия, естественные ресурсы и их современное использование, выпущенных для высшей школы в масштабе 1:15 000 000, отдельные карты подготовленного к изданию атласа «Природа и ресурсы Земли», а также ряд зарубежных картографических материалов в том числе известная карта опустынивания, карта почвенной деградации, обусловленной деятельностью человека, и др. Исползованы были также статистические и литературные материалы, в ряде случаев дополнявшиеся экспертными оценками.

Поскольку любые построения на глобальном уровне требуют высокой степени обобщения, нами рассматривалась лишь возможность возникновения ведущих для той или иной природной системы процессов деградации, вызывающих деструктивные изменения природной среды. К ним мы относим аридное опустынивание, обезлесение, деградацию тундровых и лесотундровых ландшафтов, эрозионную деструкцию океанической среды.

Такой подход в значительной степени основан на ландшафтно-зональном принципе. Деграционные процессы в разных ландшафтах одного природно-климатического пояса или зоны в значительной степени схожи, как, скажем, опустынивание, развивающееся в условиях засушливой среды. С другой стороны, одинаковые, казалось бы, процессы (будь то обезлесение или эрозия почв) по-разному протекают в разных географических зонах, по-разному влияют на другие компоненты экосистем и, соответственно, имеют разные последствия.

ЗОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ДЕГРАДАЦИИ СРЕДЫ

Обезлесение. Этот процесс, как правило, доминирует среди других процессов деградации ландшафтов везде, где еще сохранились лесные массивы, однако глубина его проявления неодинакова.

На равнинных территориях наиболее опасно сведение лесов в постоянно влажных тропиках (центральные части бассейнов Конго и Амазонки, Малайский архипелаг и др.) и в умеренных широтах в районах распространения вечной мерзлоты (обширные районы Средне-Сибирского плоскогорья, Аляски). При сведении лесов на относительно больших площадях в таких

условиях лесные ландшафты практически невозобновимы.

Сведение лесов во влажных тропиках — яркий индикатор вторжения человека в природную среду и наиболее разрушительный фактор воздействия на естественные экосистемы. Влажно-тропические (дождевые) леса существуют благодаря чрезвычайной интенсивному круговороту веществ. Более 90 % кальция, калия, магния поступает здесь в растения непосредственно из подстилки, т. е. фактически минуя почву, и из дождевых вод, стекающих через листья по стволам¹. При вырубке дождевых лесов почва быстро истощается из-за прекращения поступления естественного опада, а ливневые дожди, падающие на открытую поверхность почвы, вызывают ее интенсивную эрозию, завершая, таким образом, разрушение ландшафта.

Не менее уязвимы и бореальные леса, произрастающие на вечной мерзлоте. Их сведение на больших площадях ведет к нарушению температурного режима почв, заболачиванию, течению почв и грунтов, развитию термокарста и других процессов, препятствующих нормальному развитию лесной растительности.

В лесостепных и лесосаванных ландшафтах уничтоженные леса также практически не восстанавливаются, но из-за недостаточного увлажнения. Эти ландшафты подвержены риску деградации окружающей среды по типу аридного опустынивания.

Аридное опустынивание — основной тип деградации пустынных и полупустынных территорий. Наиболее высок риск развития этого процесса в центральных и северных районах африканского Сахеля, на южном побережье Средиземного моря, юго-западе США, в Средней Азии.

Опустынивание — комплекс процессов деградации среды, в который входят сведение естественной растительности, водная и ветровая эрозии почв, засоление и другие процессы, в результате которых снижается биологическая продуктивность природных экосистем. При этом последние приобретают черты, свойственные экосистемам естественных пустынь. Природная среда здесь крайне уязвима и чутко реагирует на любое вторжение извне, будь то выпас скота, часто повторяющиеся искусственные палы, распашка земель или строительные работы.

¹ Горнунг М. Б. Постоянно влажные тропики (изменение природной среды под воздействием хозяйственной деятельности). М., 1984.

Значительно усложняют экологическую обстановку засухи, часто повторяющиеся в этих районах. Избыточное (по сравнению со средней многолетней нормой) увлажнение также отрицательно сказывается на состоянии среды, так как во влажные годы, особенно если повышенное выпадение осадков наблюдается несколько лет подряд, местное население осваивает значительно большие площади под пашни и пастбища, чем в «нормальные» годы, в результате чего в засушливый период, следующий за влажным, ущерб, наносимый и природным экосистемам, и хозяйству, оказывается гораздо большим.

Все это и обуславливает, как правило, необратимость процессов опустынивания при интенсивном вмешательстве человека в естественное развитие экосистем.

Арктическое опустынивание. Высокая уязвимость тундровых и лесотундровых экосистем, опоясывающих кольцом Северный Ледовитый океан, общепризнана.

Восстановление тундровых ландшафтов (если оно вообще возможно) требует десятков и сотен лет, что вызвано низким плодородием почв, накоплением в них токсичных окислов железа и марганца и слабой закрепленностью корневой системы растений. Рыхлость почв и грунтов, а также вечная мерзлота (70—80 % верхней толщи) способствуют исключительной изменчивости ландшафтов. Даже незначительное изменение термодинамики почв и грунтов в связи с перевыпасом, пожарами, рубкой растительности или просто прохождением гусеничного транспорта приводит к развитию термоэрозии, оползней, термокарста, а следовательно, к выходу на поверхность подстилающих пород, что препятствует восстановлению биоты.

Тундровые и лесотундровые ландшафты очень чувствительны к загрязнению. Большая часть растений не может длительно существовать даже при небольшом превышении санитарных норм, рассчитанных на человека. Способность водоемов к самоочищению крайне низка. Поэтому особенно высокий риск деградации приполярных экосистем связан с развитием различных загрязняющих отраслей промышленности.

Чрезвычайно губительным оказывается использование наземных транспортных средств. Гусеничный вездеход, например, по данным В. В. Крючкова, за 10-километровый пробег уничтожает 1 га растительности. Экологически опасно строительство транспортных магистралей, включая трубопроводы, которые из-за вечной мерзлоты приходится тянуть по поверхности. Они

препятствуют миграции оленей, в связи с чем ухудшается состояние пастбищ.

Эрозионная деструкция земель. Ветровая и водная эрозии земель — явление практически повсеместное, в той или иной степени присущее подавляющему большинству ландшафтов, даже в их естественном состоянии. При хозяйственном освоении земель, будь то сведение лесов, выпас домашнего скота или промышленное строительство, интенсивность эрозии за счет действия воды и ветра всегда возрастает, приобретая деструктивный характер. Любые деградационные процессы, как правило, сопровождаются эрозией почв и грунтов, но в целом ряде случаев эрозия оказывается не только наиболее разрушительным для ландшафта процессом, но и основным, первичным негативным явлением, с которого и начинается деградация ландшафта.

Природно-хозяйственным фоном, на котором эрозия земель оказывается ведущим и наиболее ярким деструктивным процессом, служат современные агроэкосистемы умеренных и тропических широт. При этом наиболее высокому риску деградации подвержены пахотные земли. Это прежде всего староосвоенные районы: большая часть Европы, бассейн Миссисипи, север Индостана, восточная часть Китая и др.

Субгумидные и гумидные пастбищные угодья умеренных и тропических широт из-за наличия постоянного растительного покрова и относительной неповрежденности дернины предрасположены к смыву и выдуванию почв в гораздо меньшей степени.

Прежняя продуктивность эродированных почв практически невозможна из-за физического уничтожения плодороднейших почвенных горизонтов. В результате роста потребности человечества в биологической продукции прослеживается тенденция общего снижения продуктивности земель.

Деградация океанической среды как среды обитания живых организмов происходит в результате загрязнения Мирового океана в районах интенсивного судоходства, нефтедобычи, промышленного сброса неочищенных вод и т. п. Загрязнение ведет к угнетению жизненных форм, снижению биологической продуктивности, а следовательно, сокращению рыбных уловов и других видов морского промысла.

Поскольку зональность Мирового океана выражена слабее, а сама океаническая среда более однородна, чем суша, деление акватории морей по степени риска деградации в результате антропогенного воздействия довольно условно. Основанием для районирования может служить степень насы-

ценности вод живыми организмами, поскольку чем она выше, тем больше ущерб от экологически нерационального освоения морских богатств. Для построения карты использованы данные космосъемки по биопродуктивности Мирового океана (концентрации фито- и зоопланктона), а за условный рубеж принята биопродуктивность в 1 мг/м^3 . Наиболее продуктивные районы океана — как правило, шельфовые зоны и акватории высоких широт.

Территории с малой вероятностью деградационных процессов. К этой категории на карте отнесены территории с наиболее низкой биологической продуктивностью: районы покровного оледенения (Антарктида, Гренландия), гипераридные территории (Сахара, центральная часть Аравии и др.), высокогорья. Из-за незначительной биомассы этих территорий деградация здесь не столь интенсивна и масштабна, как в других регионах мира, снижение биопродуктивности в абсолютном выражении ничтожно, а возможные последствия, с точки зрения пригодности для хозяйственного использования территории, практически не ощутимы. Реальной угрозой, с экологической точки зрения, при хозяйственном освоении этих районов является лишь возможность исчезновения отдельных редких видов флоры и фауны в связи с изменением условий обитания.

Построив на изложенных выше принципах карту зональных типов деградации среды, в которой одновременно «заложена» и относительная устойчивость ландшафтов (их подверженность риску деградации), мы получаем возможность сопоставить полученную картину с картиной современного развития процессов деградации окружающей среды.

РЕАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЕГРАДАЦИИ

Среди современных реально развивающихся процессов деградации среды как результата деятельности человека авторами карты были выбраны 11 наиболее значимых и распространенных в глобальном масштабе: промышленно-городское загрязнение атмосферы; комплексное нарушение земель; загрязнение вод суши; загрязнение Мирового океана; радиоактивное загрязнение; сведение лесов; деградация пастбищ; сокращение речного стока; химическая деградация почв; водная эрозия, ветровая эрозия. В журнальном варианте карты районы проявления этих процессов отмечены номерами и в значительной степени обобщены. Из-за масштаба загрязнение вод суши не показано.

Несовпадение по названиям современ-

ных процессов деградации окружающей среды (в правой части легенды) с перечнем зональных типов деградационных процессов (в левой части) объясняется тем, что возможные типы деградации среды представляют собой целый комплекс различных процессов. Специфический набор последних и определяет общее направление деградации в том или ином районе. Потенциально возможные типы деградации, как уже говорилось выше, получили наименование по главному в данной зоне процессу. Другими словами, современная деградация пастбищ, скажем в зависимости от места своего проявления, может выступать как один из факторов аридного опустынивания, деградации в тундре или лесотундре и эрозивной деструкции земель гумидных и субгумидных территорий.

К ведущим факторам промышленно-городского загрязнения атмосферы отнесены промышленное производство, транспорт и коммунальное хозяйство. Для оценки экологической опасности центров обрабатывающей промышленности авторы карты проанализировали работу сотрудников нашего института Б. Н. Зимина, Г. Е. Приваловской и Е. П. Олешкевич, подготовивших для еще не изданного атласа «Природа и ресурсы Земли» карту «Обрабатывающая промышленность и ее влияние на природную среду». Сделана выборка с учетом уровня экологической опасности центра, его величины и степени обеспеченности очистными сооружениями. В результате на оригинальной карте показан 91 наиболее опасный центр. Их расположение подтверждает смещение загрязняющих производств в развивающиеся страны (такое положение объясняется прежде всего наличием мощных очистных сооружений в промышленно развитых странах).

В отличие от обрабатывающей промышленности развитие горнодобывающей ведет к комплексному нарушению земель: сведению растительного покрова на больших площадях, изменению рельефа (открытые карьеры, терриконы), загрязнению окружающей среды. Наиболее опасны в экологическом отношении районы добычи урана, сурьмы, ртути, бериллия, свинца, меди, ванадия и ряда других металлических руд. Из неметаллического сырья опасны центры добычи натуральной серы, поваренной и калийной соли, фосфоритов, баритов, флюоритов, бор- и фторсодержащих минералов, а также высокосернистые нефтегазовые месторождения. При выборке таких центров также учитывались их величина и обеспеченность очистными сооружениями. Здесь

мы использовали карту горнодобывающей промышленности и ее влияния на природу Б. Н. Зимина, Т. Б. Денисовой и Е. П. Олешкевич из упомянутого атласа.

Масштаб представленной в статье карты не позволил отразить загрязнение вод суши, обусловленное промышленными, сельскохозяйственными и коммунальными стоками (на оригинале карты отмечены 138 наиболее загрязненных рек мира). Требования генерализации позволили показать лишь основные районы сокращения речного стока, главным фактором которого является хозяйственный водозабор.

Загрязнение Мирового океана показано в связи с добычей и транспортировкой нефтепродуктов как наиболее значимого техногенного фактора дестабилизации экологической обстановки в океане.

Места радиоактивного загрязнения на карте соответствуют расположению ядерных полигонов и районов наиболее крупных аварий на АЭС.

Рассмотренные нами современные процессы деградации окружающей среды (за исключением сокращения речного стока) связаны главным образом с загрязняющими производствами. Источники воздействия на природу в указанных случаях локальны, хотя и оказывают огромное влияние не только в непосредственной близости, но и зачастую в глобальном масштабе. В отличие от этого сведения лесов, деградация пастбищ, сокращение речного стока и различные виды снижения почвенного плодородия (включая эрозию почв) являются «кисотожающими» видами деградации ландшафтов. Для них характерны большие площади.

Сведение лесов в настоящее время происходит не только в результате масштабных заготовок промышленной древесины. Новые земли вовлекают в сельскохозяйственный оборот (что прежде всего характерно для влажно-тропических районов), как правило, сводя леса. В ряде регионов подсечно-огневое земледелие по-прежнему — главный фактор уничтожения лесов. Промышленные лесозаготовительные работы проводятся как силами самих развивающихся стран, так и иностранными компаниями. При этом зачастую губятся гораздо больше древесины, чем заготавливается.

Районы интенсивного сведения лесов на карте показаны с помощью выборки статистических данных, дополненных экспертной оценкой.

Так же оценивалась деградация пастбищ из-за чрезмерного выпаса скота. Базовым материалом в данном случае служила карта опустынивания 1977 г.

Одна из серьезнейших проблем сельского хозяйства — почвенная эрозия из-за сведения естественной растительности, распахивания земель, выпаса скота. Конкретный тип физического выноса почвенного материала обуславливается климатическими особенностями конкретной территории.

Не меньший ущерб хозяйству наносят и химические виды деградации почв, к которым можно отнести подкисление, засоление почв и потерю питательных веществ. Их причины — кислотные осадки, орошаемое земледелие, общее истощение почв из-за чрезмерной эксплуатации. Оценка деградации почвенного покрова включает степень деградации почвенных ареалов и площади, охваченные этими процессами.

Действующие в настоящее время процессы ухудшения состояния окружающей среды могут в конечном итоге привести к полному разрушению существующих экосистем. Таким образом, при отсутствии экологически приемлемой политики хозяйствования имеющиеся «язвы окружающей среды» могут достичь планетарных размеров.

По прогнозам, к 2040 г. тропические дождевые леса, площадь которых в 1960 г. еще составляла 70 % максимального распространения, будут полностью уничтожены²; по некоторым данным³, к 2075 г. в результате общего потепления климата уровень Мирового океана поднимется на 1 м, что приведет в критическое состояние все территории, расположенные на высоте до 5 м над ур. м., т. е. 5 млн. км². И хотя по площади эти территории занимают лишь 3 % суши, здесь сосредоточено около трети пахотных земель мира и миллиардное население.

Решение экологической проблемы в мировом масштабе, по сути дела, означает и решение целого ряда других глобальных проблем, фактически являющихся ее составными частями: энергетической, продовольственной, роста городов и т. д. Это настолько многосторонняя и комплексная проблема, что решить ее в ближайшее время и тем более в результате какого-то оригинального научного «открытия» невозможно. Однако негативные явления и процессы можно замедлить и даже приостановить, если человечество будет упорно и целенаправленно к этому стремиться.

² Grainger A. The State of the World's Tropical forests // The Ecologist. 1980. N 1—2.

³ Jacobson L. J. Holding Back the Sea // State of the World. New York — London, 1990. P. 79—97.

Минеральные ресурсы океана

И. Ф. Глумов



Иван Федорович Глумов, академик Академии технологических наук РСФСР, начальник отдела минеральных ресурсов Мирового океана Комитета по геологии и минеральным ресурсам Российской Федерации. Область научных интересов — океанология и морская геофизика, в частности разработка автоматизированных систем для изучения физических параметров Мирового океана и его минеральных ресурсов. Заслуженный геолог РСФСР, лауреат Государственной премии СССР и премии Совета Министров СССР.

ДЛЯ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ растущих потребностей человечества в энергетических и минеральных ресурсах непрерывно увеличивается использование невозобновляемых полезных ископаемых суши. Это ведет к росту объемов производства, занятию дополнительных площадей, сокращению сельскохозяйственных угодий. Так, в результате горнотехнической деятельности в мире уже нарушено свыше 20 млн. км² земель, что больше всей используемой пахотной площади (около 15 млн. км²). По оценке ЮНЕСКО, к 2000 г. добыча важнейших рудных полезных ископаемых достигнет 30 млрд. т, и к этому времени будет нарушено еще 24 млн. га земель.

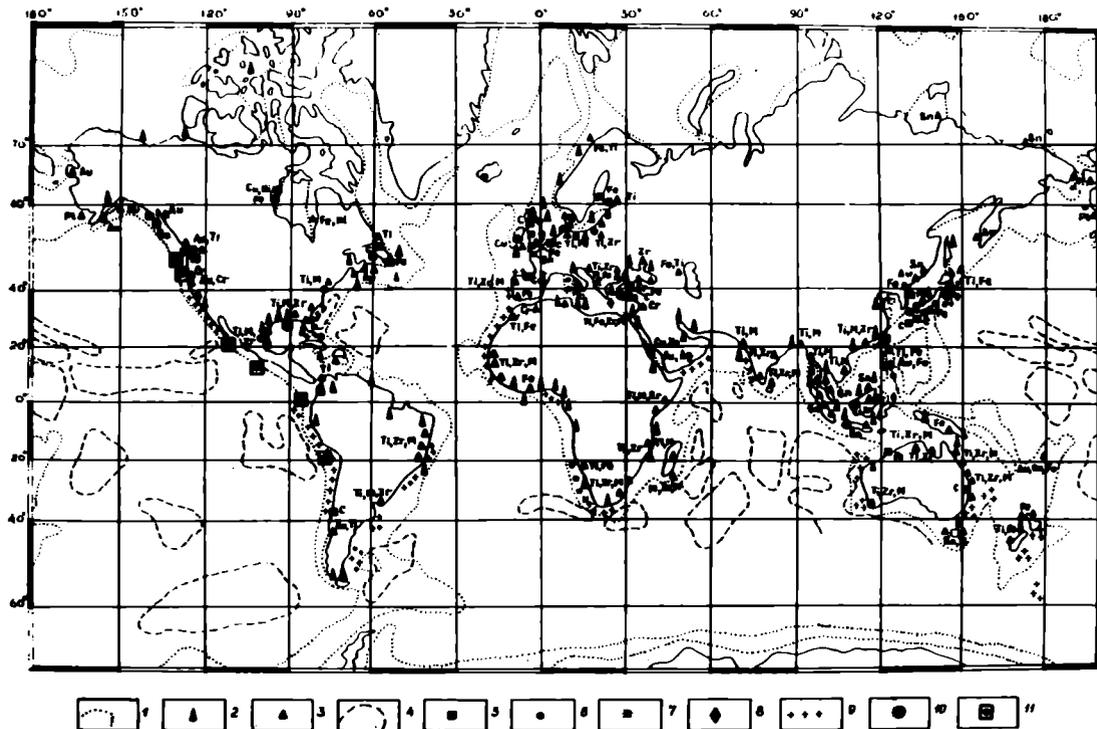
Очевидно, нужны новые подходы к использованию ресурсов планеты, например вовлечение в хозяйственный оборот богатств Мирового океана. Это позволило бы более рационально распределять нагрузку на природную среду, улучшить экологическую обстановку.

Многие специалисты у нас в стране и за рубежом считают, что массовая добыча минерального сырья в океане будет значительно дешевле «сухопутной» и составит ей конкуренцию. Но прежде чем это произойдет, предстоит решить немало проблем: и международно-правовых, и технических, и эксплуатационных, и экологических.

МОРСКИЕ И НАЗЕМНЫЕ РЕСУРСЫ

Последние десятилетия ознаменовались активным развитием геолого-геофизических исследований и поиском полезных ископаемых в Мировом океане, площадь которого составляет 361 млн. км² — 70,8 % поверхности Земли. Это огромное пространство принято подразделять на шельф с глубинами до 100—200 м (27,5 млн. км², или 7,5 % площади океана), материковый континентальный склон с глубинами до 2—3 км (39 млн. км², или 10,8 %) и собственно океаническую область (около 295 млн. км², или 81,7 %).

К настоящему времени на дне морей и океанов выявлены углеводороды (нефть, природный газ и газогидраты), россыпи тя-



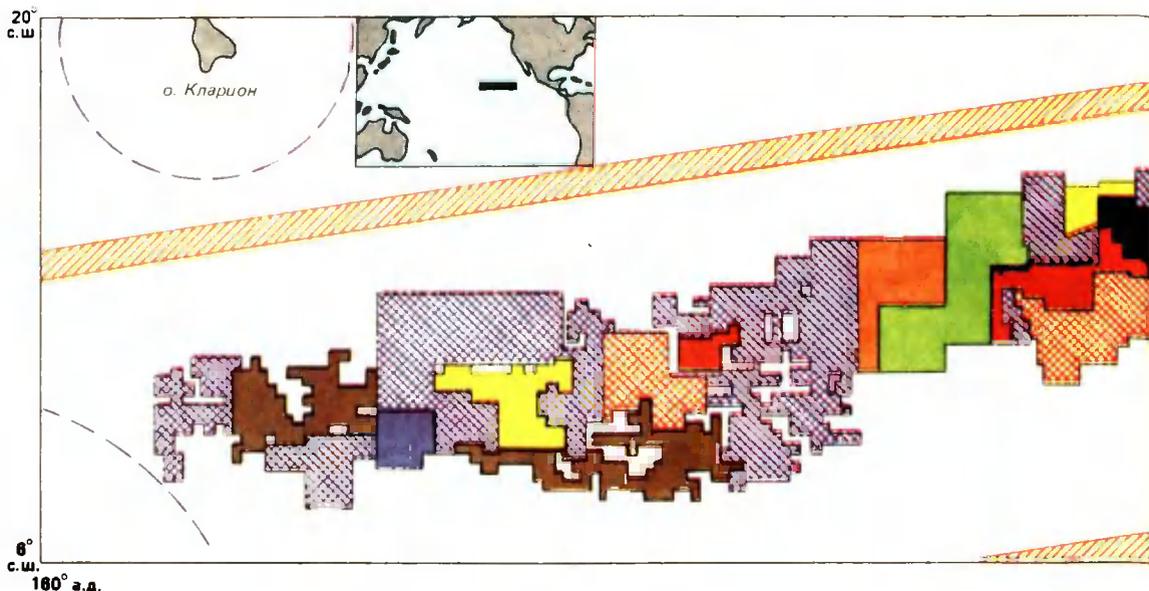
Полезные ископаемые Мирового океана. 1 — подающая континентальная окраина с мощностью метаморфизованных осадков более 1000 м, перспективная на нефть и газ; 2 — месторождения нефти и газа; 3 — прибрежно-морские россыпи тяжелых минералов (Ti — ильменита и рутила, Zr — циркона, М — монацита, Fe — магнетита и титаномагнетита, Sn — касситерита, Cr — хромита), а также минералов с высоким содержанием никеля (Ni), меди (Cu), платины (Pt) и золота (Au); 4 — поля распространения железомарганцевых конкреций; 5 — подводные коренные месторождения каменного угля (С), железных руд (Fe), медно-никелевых руд (Ni, Cu), касситерита (Sn), золота (Au), киновари (Hg), барита (Ba), медных руд (Cu); 6 — строительные материалы (песок, гравий, ракушник); 7 — россыпи алмазов; 8 — рудные илы, богатые медью, цинком, золотом и серебром; 9 — фосфориты; 10 — месторождения серы; 11 — участки гидротермальной деятельности и сульфидного рудообразования.

желых минералов (касситерита, ильменита, циркона, рутила, монацита, золота, платины), строительные материалы (песок, гравий, ракушник, арагонитовые пески), железомарганцевые конкреции и кобальтомарганцевые корки (содержащие никель, медь, кобальт, марганец и другие металлы), полиметаллические сульфидные илы и массивные сульфидные руды (с высокими концентрациями цинка, свинца, кадмия, серебра, золота и других металлов), а также фосфориты. Некоторые из них уже используются, другие

имеют потенциальное экономическое значение.

К наиболее важным полезным ископаемым следует отнести нефть и природный газ, характерные для осадочной толщи подводной окраины материков, и железомарганцевые конкреции, скопления которых сосредоточены на океанском ложе. Согласно современным представлениям, морские ресурсы нефти составляют до 34 %, а природного газа — до 26 % наземных (это так называемые прогнозные оценки). Ресурсы никеля в железомарганцевых конкрециях равны наземным, ресурсы же кобальта в конкрециях более чем вдвое их превышают. По прогнозам отечественных и зарубежных специалистов, доля морских месторождений полезных ископаемых к концу XX в. существенно возрастет, а в третьем тысячелетии станет преобладающей.

Особый интерес к ресурсам океана проявляют промышленно развитые страны — США, Япония, Великобритания, Франция и Германия, которые еще в 60-е годы начали работы по подготовке к их освоению. Наибольшее внимание при этом уделяется шельфу и глубоководным районам, богатым стратегически важными полезными ископаемыми. Все эти работы осуществляются под контролем государства и в основном

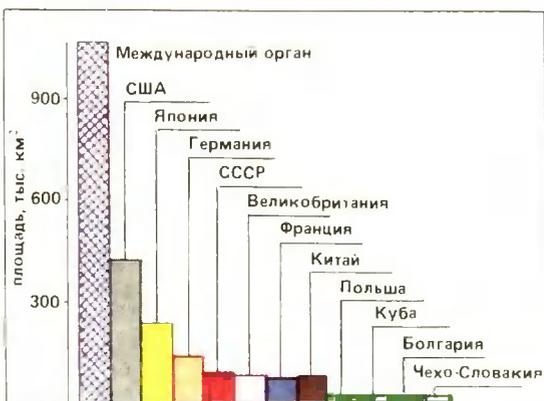
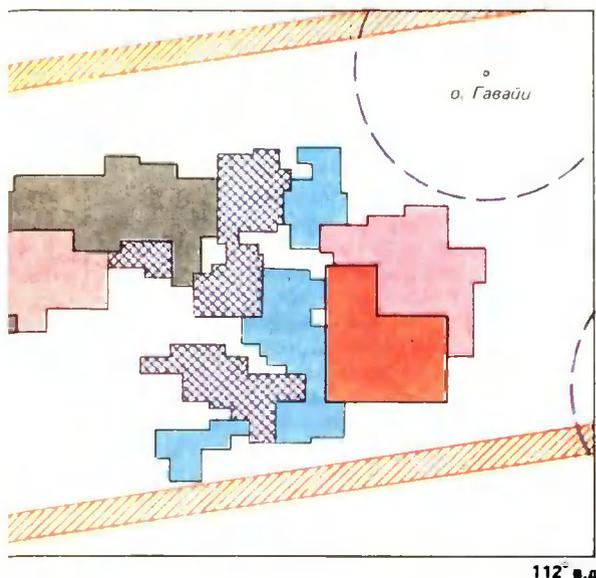


Зона Кларрион-Клиппертон в Тихом океане, богата железомарганцевыми конкрециями. Разными цветами обозначены участки океанского дна, заявленные отдельными странами и международными консорциумами для будущей эксплуатации.

в рамках национальных программ, за счет централизованных инвестиций.

Итак, можно утверждать, что на современном этапе появился доступ к минеральным богатствам Мирового океана. В 1982 г. была принята международная Конвенция по морскому праву, определившая юридическую сторону вопроса: на этом первом и, может быть, важнейшем аспекте мы еще остановимся подробно. Вторая сторона вопроса заключается в том, что к моменту подписания конвенции уже был проведен комплекс научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ и экспериментов в океане. Они показали техническую возможность добычи ряда полезных ископаемых, в частности железомарганцевых конкреций. Проблема только в стоимости добычи этого вида сырья в океане и на суше. По нашим оценкам, морская добыча станет оправданной не раньше 2005—2010 гг. (с учетом тенденции потребления никеля, кобальта, меди и марганца, а также — цен на эти металлы).

Что же касается нефти и газа, тут следует говорить не о подготовке, а об активном освоении. Особенно сильно удалось продвинуться в освоении шельфа: созданы инфраструктура и технические средства, налажено промышленное производство. Сейчас нефтяные промыслы функционируют во всех нефтеносных шельфовых районах мира, за исключением, пожалуй, нашей страны. Более того, идет подготовка к освоению глубинных зон, где, по мнению



Соотношение территорий, заявленных для будущей эксплуатации разными странами и Международным органом по морскому дну.

геологов, сосредоточены значительные запасы нефти. Например, компанию «Бритиш петролеум» заинтересовали глубины около 2 тыс. м. Уже сейчас нефть реально добывают с глубины около 0,5 км, хотя всего несколько лет назад ориентировались на глубины 150—200 м.

МЕЖДУНАРОДНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ

Изучение и эксплуатация минеральных ресурсов морского дна в международном районе Мирового океана регулируются, как уже отмечалось, специальной конвенцией. Она была принята в 1982 г. на III конференции ООН по морскому праву и подписана делегацией СССР.

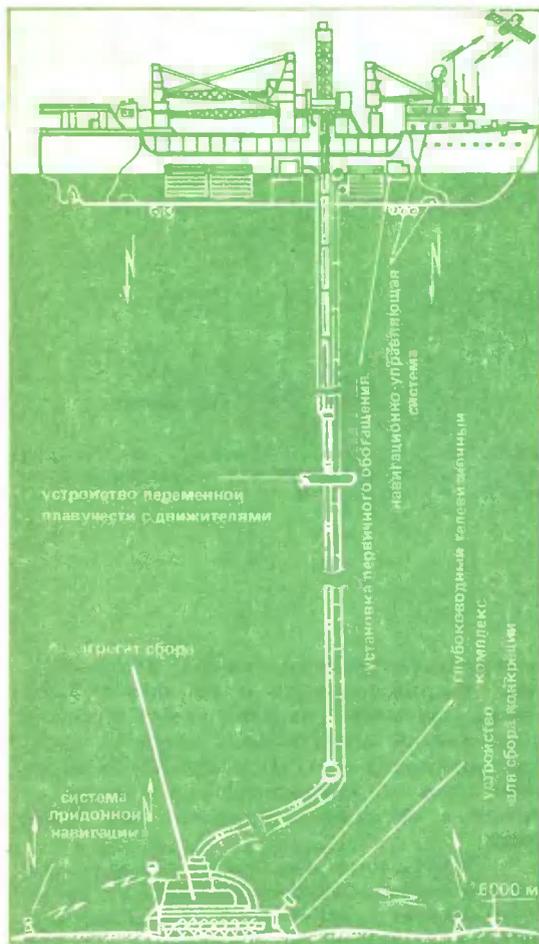
В конвенции предусматривается разделение морских пространств и морского дна на **внутренние воды** (от так называемых исходных линий в сторону суши), **территориальное море** (от исходных линий до 12 миль в сторону моря), **прилежащую зону** (за пределами территориального моря до 24 миль от исходных линий), **экономическую зону** (за пределами территориального моря до 200 миль от исходных линий), **открытое море** (за пределами экономической зоны), **континентальный шельф** (за пределами территориального моря до 200 миль от исходных линий или до внешней кромки подводной континентальной окраины, если она простирается далее 200 миль) и **международный район морского дна** (за преде-

лами континентального шельфа). Внутренние воды, территориальное море, прилежащая и экономическая зоны составляют пределы национальной юрисдикции в отношении как морских пространств, так и территории морского дна, а континентальный шельф — только в отношении морского дна и его недр.

Прибрежное государство обладает широкими правами в своих прибрежных зонах, контролирует практически все виды деятельности по изучению морской среды и освоению природных ресурсов моря и морского дна. Оно имеет право регулировать — разрешать или не разрешать — проведение морских научных исследований в своем территориальном море, своей экономической зоне, на своем континентальном шельфе. Отказ невозможен только в том случае, если исследования проводятся на континентальном шельфе за пределами 200-мильной зоны, т. е. в открытом море¹. Что же касается разведки и разработки природных ресурсов, то прибрежное государство располагает исключительными правами: никто не может делать этого без его определенно выраженного согласия.

Таким образом, в пределах зон национальной юрисдикции минеральное сырье является собственностью прибрежного госу-

¹ Исключение составляют участки континентального шельфа (за пределами 200-мильной зоны), объявленные прибрежным государством в качестве объектов разведки и разработки минеральных ресурсов.



Судовой комплекс для опытно-промышленной добычи твердых полезных ископаемых.

дарства, обладающего исключительными правами на его использование. Право на это сырье может быть приобретено другим государством (а также физическим или юридическим лицом) только на условиях контракта с прибрежным государством.

Особый правовой статус имеют минеральные ресурсы внешних участков континентального шельфа, находящихся за пределами экономической зоны. Суверенное право на разведку и разработку этих ресурсов также принадлежит прибрежному государству. Однако при их извлечении оно должно производить отчисления от их стоимости или эквивалентный взнос натурой в пользу международного сообщества.

Итак, имеется ряд достаточно жестких правовых положений, ограничивающих деятельность в Мировом океане. Вместе с тем

быстрое освоение минеральных ресурсов требует накопления новых знаний о геологии и полезных ископаемых морского дна, т. е. дальнейшего прогресса в морских научных исследованиях. Разрешить это противоречие — одна из важнейших задач международного сотрудничества.

В конвенции различаются два понятия: «ресурсы» (жидкие, газообразные и твердые), находящиеся в международном районе морского дна в естественном состоянии, и «полезные ископаемые» — те же ресурсы, но уже извлеченные с морского дна.

В соответствии с конвенцией международный район морского дна и его ресурсы являются общим наследием человечества. Ни одно государство, независимо от его географического положения, не может претендовать на суверенитет или осуществлять его по отношению к какой-либо части этого района или его ресурсов, ни одно государство (а также физическое или юридическое лицо) не может присваивать какую бы то ни было их часть. Все виды деятельности по разведке и разработке ресурсов международного района осуществляются на благо всего человечества, с учетом интересов и нужд развивающихся государств и народов.

Для управления ресурсами этого района создается Международный орган по морскому дну, представляющий интересы всех государств — участников конвенции и определяющий общую политику деятельности в международном районе. Им же разрабатываются конкретные меры, связанные с наблюдением за деятельностью в международном районе, охраной морской среды, объемами производства, спросом и ценами на добываемое сырье.

Более того, Международный орган по морскому дну создает собственное предприятие, позволяющее ему заниматься непосредственным изучением и освоением ресурсов международного района. На первом этапе деятельности по промышленной добыче конкреций из океана Международный орган планирует ограничить объем годового производства на уровне 46 500 т по каждому контракту и зарезервировать объем производства для своего предприятия на уровне 38 000 т/год (в пересчете на никель). Это означает, что контрактор может добывать 3—5 млн. т, а предприятие — около 3 млн. т конкреций в год. Производство других металлов (меди, кобальта и марганца) будет пропорционально их среднему содержанию и коэффициенту извлечения при переработке указанного количества конкреций. Все эти меры по ограничению

Вклад «морского производства» в экономику мира

Морские месторождения	Продукты	Морское производство, тыс. т	Наземное производство, тыс. т	Средняя цена, долл./т	Доход от морского производства, млн. долл.	Мировой доход, млн. долл.	Доля морской добычи в мировом доходе, %
Нефть	Сырая нефть*	788 834	2 788 913	70	55 218	195 224	28
	Природный газ	246 670	1 296 405	95	23 434	123 158	19
	Сера	381	54 000	105	40	5 670	1
Песок и гравий	Песок	112 300	7 620 480	3	334	22 861	1
	Гравий	—	181 440	14	—	2 540	—
	Ракушечник	16 667	1 666 667	6	100	10 000	1
Россыпи	Рутил	0	356	364	0	130	0
	Ильменит	0	4187	49	0	205	0
	Циркон	0	709	182	0	129	0
	Монацит	—	30	597	—	18	—
	Касситерит	28	201	6 614	185	1 329	14
	Золото	1	1	10 600 000	10	10 600	1
Фосфориты	Платина	0	1	9 000 000	0	1 980	0
	Фосфатная порода	0	1 59 000	24	0	3 816	0
Железомарганцевые конкреции	Марганец	0	23 406	141	0	3 300	0
	Никель	0	745	5 026	0	3 744	0
	Кобальт	0	32	25 353	0	811	0
	Медь	0	7 805	1 475	0	11 512	0
Массивные сульфиды	Медь	—	—	—	—	—	—
	Цинк	0	6 560	893	0	5 858	0

* Нефть — в метрических тоннах нефтяного эквивалента.

объема производства предназначены для уменьшения его влияния на мировой рынок металлов.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ КОНВЕНЦИИ

Из всех твердых минеральных ресурсов океана, которым посвящена эта статья, наибольший интерес сегодня представляют железомарганцевые конкреции, кобальто-марганцевые корки и полиметаллические сульфидные руды.

В 1987 г. в ООН в строгом соответствии с положениями конвенции была зарегистрирована заявка СССР на участок морского дна с железомарганцевыми конкрециями в Тихом океане² площадью 75 тыс. км². Вскоре в этом же районе аналогичные участки получили Франция и Япония, а в 1991 г. — Китай и международная организация «Интерокеанметалл». В Индийском океане подобный участок получила Индия.

Кроме того, в одностороннем порядке, руководствуясь внутренними законами своих стран, предъявили права на участки морского дна с железомарганцевыми конкрециями транснациональные консорциумы, состоящие из фирм США, Германии, Великобритании, Канады, Нидерландов, Бельгии, Японии и Италии. Заявки на другие виды минеральных ресурсов Мирового океана пока никто не подавал.

Многие развитые страны ведут интенсивные исследования районов, где обнаружены железомарганцевые конкреции. Своеобразный «бум» в их изучении пришелся на 60—70-е годы, когда американская меде-обрабатывающая корпорация «Кеннекот коппер» совместно с английскими, канадской и японскими компаниями впервые заинтересовалась этим видом минерального сырья. В последующие годы практический интерес к нему проявили сразу несколько государств.

Для изучения геологического строения районов, богатых железомарганцевыми конкрециями, АН СССР еще в 50-е годы начала геолого-геофизические работы, сопровождавшиеся отбором проб, дискретным фотографированием на подводных геологических

² Правопреемником СССР в части международного соглашения, связанного с освоением минеральных ресурсов Мирового океана на участке, закрепленном подготовительной комиссией ООН, является Россия.

станциях, фотопрофилированием, гидромагнитной съемкой и т. д. С конца 70-х годов основной объем работ проводился силами производственных объединений «Южморгеология» и «Севморгеология» Мингео СССР.

Любопытно, что областью коммерческих интересов почти всех перечисленных здесь стран и консорциумов стала единственная зона Кларион-Клиппертон в Тихом океане. Интерес к ней обусловлен, на наш взгляд, не только огромной площадью и высокими содержаниями металлов, но и уникальными геологическими особенностями. В частности, здесь отсутствует корреляция между плотностью залегания конкреций и содержанием в них металлов.

Согласно прогнозу Национальной океанской и атмосферной администрации США, первая операция по добыче конкреций в зоне Кларион-Клиппертон предсказывалась в 1989 г. с годовым объемом добычи 0,5 млн. т. Суммарный объем добычи должен был достигать к 2010 г. 100 млн. т конкреций. Общая мировая потребность в этих металлах на 2010 г. оценивалась так (тыс. т): никель — 28 210, медь — 482 300, кобальт — 1274, марганец — 546 000. А мировое производство металлов из конкреций ожидалось к 2010 г. в следующих объемах (тыс. т): никель — 10 283, медь — 8554, кобальт — 1274, марганец — 136 500. Таким образом, предполагалось, что за счет добычи конкреций мировая потребность в никеле будет удовлетворена на 36 %, меди — 1,8 %, кобальте — 100 %, марганце — 25 %.

По другим прогнозам, оказавшимся более реалистичными, начало промышленной добычи конкреций следует отнести на 2002 или даже 2010 гг.

И еще один любопытный факт. Судя по предварительному изучению железомарганцевых конкреций, их можно использовать не только в качестве сырья для извлечения никеля, кобальта, марганца и меди, но и для очистки промышленных стоков предприятий. Опыты показали, что вещество конкреций обладает высокими сорбционными скоростями (1—1,8 мг-экв/л) и может извлекать цветные и благородные металлы — кадмий, цинк, свинец, серебро и др. — в широком диапазоне pH. При этом концентрации сорбированных металлов могут в десятки, сотни и даже тысячи раз превышать их содержания в конкрециях. Данный эффект достигается за счет большой удельной поверхности (189—438 м²/г) вещества.

Целенаправленные рекогносцировочные и региональные работы, связанные с

выявлением **кобальтомарганцевых корок**, Министерство геологии СССР начало в 1986 г. За прошедшее, в общем-то небольшое, время в Тихом океане изучена площадь более 1,5 млн. км². В ее пределах выявлены крупные скопления кобальтоносных корок: рудная зона хр. Неккер протяженностью 600 км и шириной 150 км (глубина залегания продуктивного интервала 1000—2500 м), рудная зона Магеллановых гор длиной 700 км и шириной 150 км, а также перспективная площадь на юго-восточном фланге поднятия Маркус.

В целом прогнозные ресурсы кобальтомарганцевых корок в районе вулканотектонических поднятий и подводных гор на западе экваториальной зоны Тихого океана составляют 3,2 млрд. т, а ресурсы сопутствующих железомарганцевых конкреций — 4,4 млрд. т сухой рудной массы, в которой содержится 34,3 млн. т кобальта и 1,5 млрд. т марганца.

Попытаемся суммировать наши представления о кобальтомарганцевых корках как о потенциальном сырье. Во-первых, прогнозные ресурсы содержащегося в них кобальта превосходят ресурсы суши, причем содержание кобальта в этих корках в два-три раза выше, чем в наземных месторождениях. Во-вторых, кобальтомарганцевые корки — комплексное минеральное сырье, в котором кроме кобальта практический интерес представляют платина, марганец, никель, вольфрам, молибден, легкие редкоземельные элементы и иттрий. В-третьих, технологические свойства кобальтомарганцевых корок позволяют адаптировать их к уже действующим металлургическим предприятиям.

Наряду с железомарганцевыми конкрециями и кобальтомарганцевыми корками весьма перспективны массивные глубоководные полиметаллические **сульфидные руды**. Их открытие в рифтовых зонах Мирового океана изменило представления о масштабах его рудоносности. Высокое содержание в сульфидных рудах цинка, меди, серебра, золота и других металлов позволяет рассматривать их скопления в качестве потенциальных объектов для промышленной добычи.

Благодаря работам объединения «Севморгеология» за последние годы существенно уточнены данные о распространении рудопроявлений, их структурно-геологическом и геодинамическом положении, составе, геохимической специализации, поисковых признаках. Так, на одном из участков Восточно-Тихоокеанского поднятия (21—22° ю. ш.) на глубине 2800 м открыто новое крупное скопление сульфидов. В осевой зоне



Научно-исследовательское судно «Галанджик» для изучения минеральных ресурсов океана.

этого же поднятия (около $21^{\circ}40'$ ю. ш.) обнаружены конусообразные рудные скопления, отличающиеся высокой плотностью оруденения и содержащие 5—8 % меди, 10—15 % цинка, до 80 г/т серебра.

В другом районе Восточно-Тихоокеанского поднятия (11 — 13° с. ш.) уточнены перспективы открытого ранее рудоносного участка, выявлена новая рудоносная площадь протяженностью не менее 30 км. Здесь драгирован рудный материал с содержанием цинка до 36 %, меди — до 10 %, серебра — до 400 г/т.

В Срединно-Атлантическом хребте ($24^{\circ}20'$ — $24^{\circ}33'$ с. ш.) выявлена рудная зона площадью около 300 км^2 с крупными образованиями — до 200 м в основании и 30—50 м высотой. В них содержится 13—27 % меди, 3—5 % цинка, около 80 г/т серебра и 7—10 г/т золота. Отдельные пробы содержат до 640 г/т серебра и 73 г/т золота.

Проведенные исследования расширили наши представления о генезисе гидротермальных рифтоподобных структур, связанных с глубинными разломами в океанических котловинах. Вместе с тем они способствовали выявлению районов, перспективных для поисков глубоководных полиметаллических сульфидных руд.

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ

Все технические средства, предназначенные для разведки минеральных ресур-

сов Мирового океана, можно объединить в четыре самостоятельных комплекса. Это аппаратурно-технический комплекс судового базирования, глубоководные геолого-разведочные комплексы, интегральные навигационные и информационно-обрабатывающий комплексы, а также аппаратурно-методический комплекс для аэрокосмогеологических исследований.

Аппаратурно-технический комплекс предназначен для многопараметрового дистанционного изучения геологического строения дна океана на глубинах от нескольких сантиметров до нескольких километров. Эти устанавливаемые на судах комплексы дают возможность прогнозировать отдельные виды минерального сырья и получать инженерно-геологические характеристики на всех этапах геологической разведки. Модульное построение таких комплексов позволяет реализовать почти все современные методы и технологии, включая сейсморазведку, инерциальную гравиметрию, дифференциальную магнитометрию, многолучевое и многочастотное эхолотирование и акустическую томографию, низкочастотную и среднечастотную гидролокацию.

Глубоководные геолого-разведочные комплексы включают глубоководную (до 6000 м) фототелегидролокационную систему, устанавливаемую на буксируемом, телеуправляемом высокостабильном автономном носителе, а также систему сбора и обработки бортовой информации. Они предназначены для детальной разведки место-

рождений железомарганцевых конкреций, изучения микрорельефа дна, поиска кобальтометаллоносных корок и полиметаллических сульфидов, контроля за работой добычных систем. К этой же группе технических средств относятся буксируемые, телеуправляемые и автономные необитаемые подводные аппараты-носители высокой стабильности, на которых размещают основные модули научно-исследовательской аппаратуры, фотографические телевизионные и геофизические системы, специализированный комплекс для точечного зондирования океанического дна. Сюда же входят глубоководные буровые установки.

Интегральные навигационные комплексы, созданные на базе спутниковой, акустической и инерциальной навигационной аппаратуры, предназначены для детальной разведки месторождений минерального сырья в Мировом океане и на шельфе. Вкупе с ними функционирует информационно-обрабатывающий комплекс, без которого невозможен сбор и высокопроизводительная обработка геолого-геофизической навигационной информации.

Аппаратурно-методический комплекс для аэрокосмогеологических исследований ориентирован прежде всего на глобальный экологический мониторинг поверхности Мирового океана в видимой области спектра. Он работает вместе с аппаратурой судового базирования, в частности с аппаратурой для спектроскопальной съемки — лидарами. Эти комплексы позволяют определять содержание углеводородов в нефти, фитопланктона, коэффициента упругого растяжения и других параметров, обеспечивающих экологический мониторинг (например, загрязнение океана в результате техногенной деятельности).

Наряду с перечисленными средствами для разведки минеральных ресурсов Мирового океана существуют и судовые комплексы, предназначенные для их опытно-промышленной добычи. Вообще освоение минеральных ресурсов океана — дело, требующее колоссальных материальных и научно-технических средств, общенациональных, а зачастую и многонациональных усилий.

В конце 80-х годов компании США, Великобритании, ФРГ, Канады, Бельгии, Италии и Нидерландов, объединенные в четыре транснациональных консорциума, не только создали поисково-разведочную технологию, но и испытали технологию опытной добычи железомарганцевых конкреций.

Правительства Франции, Италии и Германии выделяют средства на финансирование национальных программ по созданию технических средств для добычи железомарганцевых конкреций.

Более того, страны Европы и Японии, находящиеся в прямой зависимости от импорта сырья, не только развивают национальные программы научных исследований, но и участвуют в совместных проектах по добыче железомарганцевых конкреций.

Несколько лет назад СССР получил право начать на закрепленном участке морского дна экспериментальную отработку технологического оборудования с целью создать технологии, пригодные для промышленной добычи железомарганцевых конкреций. Чтобы воспользоваться этим правом, было решено создать специальное судно для испытания технических средств и опытной добычи железомарганцевых конкреций³.

Аналогичные решения о создании подобных «пилотных» комплексов приняты ранее консорциумами США, а также Францией и Японией. Американцы уже создали свой корабль и с его помощью доказали, что добыча твердых полезных ископаемых в океане технически возможна. Наряду с этим они провели экологический эксперимент, в котором исследовали возможные последствия такой добычи.

ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

По оценкам специалистов, разведанных ресурсов на суше достаточно для функционирования мировой промышленности далеко за 2000 г., поэтому можно ожидать, что активное промышленное освоение ресурсов океана начнется не ранее 2010—2015 гг. Иными словами, у нас имеется некоторый резерв времени, позволяющий изучить долговременные последствия разработки минеральных ресурсов Мирового океана, понять, в частности, что произойдет с его животным и растительным миром.

Концепция прогноза экологических последствий и организации мониторинга при разработке месторождений океанических руд была определена еще в 1978 г. на Генеральной ассамблее Международного союза охраны природы. Суть этой концепции состоит в выделении каждым контрактом в районе своей промышленной деятельности в океане двух участков: эталонного (заповедного), в котором должна быть запрещена любая активная деятельность, и мониторингового (рабочего), где следует проводить эксперименты по воздей-

³ В настоящее время уже имеется технический проект добычного судна, разработан ряд оригинальных схем, т. е. в принципе мы готовы к его созданию, но все тормозится из-за отсутствия средств.

ствию промышленной добычи на окружающую среду.

Предполагалось, что обозначение эталонного и мониторингового участков на заявленных странами площадях станет основой правовых аспектов планируемой горно-рудной деятельности в океане.

В этой связи особенно интересна зона Клариион-Клиппертон в Тихом океане, где на сегодня уже определены промышленные интересы четырех международных консорциумов, трех стран и предприятия, принадлежащего Международному органу по морскому дну. Указанные участки — их размеры, расположение и количество — будут выбираться таким образом, чтобы они адекватно отражали воздействие на окружающую среду в любом районе этой зоны.

Развитие комплексного экологического мониторинга на этих участках на базе международного сотрудничества может стать основой для принятия эффективных мер, направленных на сохранение среды океана.

Экологический мониторинг океана должен включать систему физических, хими-

ческих и биологических показателей, позволяющих всесторонне проанализировать экологическую ситуацию. Основные его задачи — научиться четко отличать изменения природного характера от изменений, вызванных антропогенным воздействием, выявить «критические уровни» воздействия и наиболее уязвимые звенья в биологической цепи морских организмов, создать систему наблюдений за факторами воздействия и экологическими последствиями загрязнения, понять связь между эффектами в экосистеме и уровнем загрязнения среды и, что еще более важно, спрогнозировать тенденцию их изменения.

Даже из этого беглого перечисления видно, сколь большая работа предстоит, прежде чем мы научимся грамотно использовать минеральные богатства океана. Но и сейчас уже накоплен немалый опыт, как отечественный, так и зарубежный, проведены совместные исследования. Этим конкретным экспериментам и экологически безопасным технологиям освоения ресурсов океана стоит, видимо, посвятить отдельную статью.

РЕКЛАМА, ОБЪЯВЛЕНИЯ

Новый независимый научный журнал

«ГИПОТЕЗА»

Публикуются работы по естественным и гуманитарным наукам. Принципы отбора:

— *расхождение с господствующими парадигмами;*

— *соответствие обычным научным критериям, включая возможность экспериментальной проверки.*

Продается в магазинах «Академкнига» и центральных книжных магазинах, рассылается по заявкам частных лиц и организаций.

Адрес редакции: 117313, Москва, а/я 129.

Телефон: 138-61-06

Оазис в тундре

Н. В. Матвеева,
кандидат биологических наук
Ботанический институт
им. В. Л. Комарова РАН
Санкт-Петербург

Ю. И. Чернов,
член-корреспондент РАН
Институт эволюционной
морфологии и экологии
животных им. А. Н. Северцова РАН
Москва

ИНТЕРЕС к изучению Арктики сейчас необычайно высок во всем мире, здесь находят приложение своих сил специалисты разных областей естествознания. Российские арктические просторы, поистине необъятные, тоже еще предстоит «открыть» ученым — изучить там все сущее. Мы расскажем здесь о крошечной части российской Арктики — небольшом районе Таймыра, поразившем нас своими контрастами.

«Тундрами называются места, мохом зарослые», — так определил их М. В. Ломоносов в своем сочинении «О слоях земных». Действительно моховой покров — характернейший и важнейший компонент их растительности. В сибирских тундрах господствуют несколько видов мхов, а вместе с ними — осока (*Carex arctisibirica*), кустарничек куропаточья трава, или дриада (*Dryas punctata*). В разных районах и отдельных биотопах к ним присоединяются пушицы, злаки, кустарниковые и кустарничковые ивы, березы и некоторые другие растения. Почти все они имеют невзрачные цветки, поэтому тундры бедны красками. Только однажды, в начале лета (в первой декаде или середине июля), монотонность зональной водораздельной тундры нарушается массой белых цветков куропаточьей травы. Это длится около недели, затем растительность вновь блекнет, и лишь местами мелькают единичные желтые, белые, голубые цветки и соцветия камнеломок, валерианы, незабудки, лютиков и еще немногих видов.



Резкий контраст с водораздельными тундрами являет собой красочное разнотравье на южных склонах, где зимой накапливается много снега, а летом почва хорошо прогревается. Такие сообщества напоминают суходольные луга средней полосы. По существу, это и есть луга. В отличие от тундр мхи и лишайники в них угнетены, а преобладают злаки и разные двудольные травы, формирующие густой сомкнутый травостой, высотой вдвое больший, чем в тундрах. По сравнению с ними продуктивность таких сообществ в два — пять раз выше, по сути, она максимальна для арктического климата¹.

Отличается от типичного тундрового и животное население

таких сообществ². Здесь царствуют потребители пыльцы и нектара — шмели, дневные бабочки, мухи-журчалки и т. д., а также обитатели травостоя — личинки пилильщиков, листовые мухи, гусеницы бабочек, различные насекомые.

Почвы тундровых лугов не похожи на обычные тундрово-глеевые: они сильно гумусированы, с мощным дерном, образованным корнями и корневищами трав. Такие почвы заселены множеством разных животных — ногохвостками, клещами, личинками жукба и двукрылых, но больше всего в них кольчатых червей (мелких энхитренд и дождевых червей). Численность дождевых червей не ниже, а местами выше, чем в лесах и

¹ Чернов Ю. И., Матвеева Н. В., Заноха Л. Л. // Докл. АН СССР. 1983. Т. 272. № 4. С. 999—1002.

² Чернов Ю. И. Структура животного населения Субарктики. М., 1978.

Правобережье Рогозники.

Здесь и далее фото авторов

Арктические контрасты: луг в разгар цветения трав на южном берегу и снег — на северном.

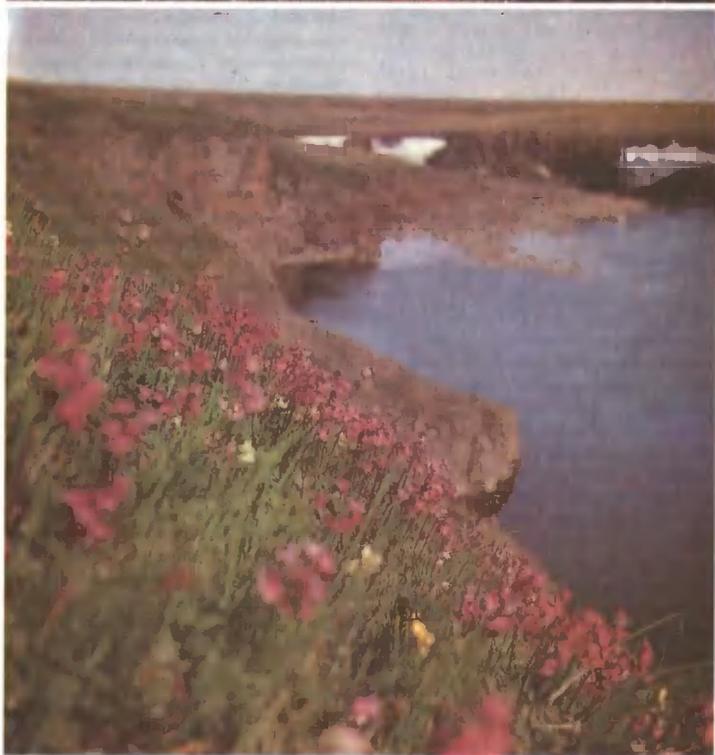
Заросли кортузы и лука-скороды. Это больше похоже на альпийский луг, чем на арктическую растительность.

даже лугах лесной полосы,— до 100 экз./м², а биомасса около 60 г/м². Несомненно, развитие и существование таких почв в тундровой зоне сильно зависит от деятельности этих активных почвообразователей.

Фрагменты луговой растительности можно видеть и среди равнинных моховых тундр — в местах, плотно заселенных леммингами, на норах песцов, вершинах небольших сопок и торфяных бугров, где хищные птицы поедают добычу и отдыхают (это так называемые кормовые столики), а также в поселениях человека. Иными словами, луговые сообщества появляются везде, где почва обогащается «органическими удобрениями» — экскрементами, пищевыми отбросами и т. д. Вообще, луга в тундре — в значительной мере образование зоогенное и антропогенное.

Лучше всего, как ни странно, луга развиты не в южных, а в типичных тундрах средней полосы зоны. На юге ее луговые травы не могут противостоять кустарникам, и потому луга там не образуются. В самой северной полосе — в подзоне арктических тундр — климат настолько суров, что добавки тепла, которую получают южные склоны, не хватает для формирования луговых сообществ. К тому же там сильно обеднена флора, нет многих растений, обычно входящих в травостой лугового типа. В средней же части тундры условия еще не столь суровы, как в северной, достаточный набор мезофильных трав, которые на хорошо прогреваемых южных склонах успешно конкурируют с «хозяевами» тундры — осоками, мхами и кустарничками и создают фрагменты красочной луговой растительности.

В тундровой зоне подобные злаково-разнотравные сооб-



щества, как правило, встречаются небольшими (несколько десятков квадратных метров) вкраплениями по берегам речек, склонам оврагов, среди скальных выходов, у поселков и т. д. Нужна особая комбинация условий (ориентация склонов на юг, их крутизна около 40°, оптимальный запас снега, достаточный для защиты от холодов зимой, но быстро стаявающий в начале вегетационного периода), чтобы такие участки стали не вкраплениями, а заметным компонентом растительного покрова.

Необычное для тундр изобилие разнотравья и очень хорошо развитые луговые сообщества мы обнаружили на западном побережье Таймыра, в 80 км к югу от Диксона — в нижнем течении небольшой речки Рогозинки, впадающей в Енисейский залив. Этот район расположен в самой северной полосе подзоны типичных тундр. Строго говоря, это экотон (переходная полоса) между двумя подзонами. С типичными тундрами его роднит господство на плакорах сообществ из дриады, осоки и мхов с тем же составом доминантов, что и на всей остальной территории таймырских тундр, с арктическими — повсеместное распространение оголенных грунтов, полигональных пятнистых тундр³.

И по климатическим условиям район Рогозинки занимает промежуточное положение между арктическими и типичными тундрами. По данным метеостанции, расположенной на противоположном берегу Енисейского залива, на мысе Лескина, среднемесячная температура июля там составляет около 7°С, в окрестностях Диксона, где развиты настоящие арктические тундры, — 5°С, а в пос. Тарая, который находится в более глубокой материковой части полуострова, в полосе типичных тундр, — около 8—9°С.

Западное побережье Таймыра вдоль правого берега Енисейского залива — это равнина, прорезанная долинами ручьев и речек. В 15—20 км на-

чинается горный массив (западная часть хр. Бырранга) с выходами базальтовых гряд, в некоторых местах доходящих до залива. В бассейне Рогозинки ширина приморской равнины около 20 км.

Течение Рогозинки в устье спокойное, но примерно за 4 км она становится похожей на горную: вертикальные скалы на ее берегах поднимаются на 10—20 м, уступы обрываются к руслу каменными «водопадами», есть и настоящие водопады, правда, небольшие. Когда стоишь у воды, создается впечатление, что находишься в горах. Вид стремительного ревущего потока в скальных берегах среди спокойного равнинного ландшафта производит сильное впечатление.

Но еще больше поражают верхние части южных и юго-восточных склонов, покрытые густым и пестрым ковром из трав. Самый яркий и красивый — малиновый — аспект (цветовая «физиономия» растительного покрова) создается цветущей кортузой (*Cortusa matthioli*), характерным для таежной полосы (не для тундры!) видом из семейства примуловых. Кроме малиновых у кортузы изредка бывают бледно-розовые цветки и даже чисто белые. В разгар цветения малиновые заросли видны издалека и напоминают скорее альпийские или субальпийские, нежели субарктические луга. В Арктику кортуза заходит по таймырскому берегу Енисейского залива, единичные экземпляры встречаются в 40 км севернее — бухте Ефремов Камень. На берегах же Рогозинки обилие этого вида чрезвычайно: здесь по плотности в покрове у этого бореального растения, вышедшего далеко за пределы своего «нормального» распространения, нет равных даже среди типичных арктических мезофильных трав. Оно формирует луговые сообщества не только на южных склонах, но иногда и на северных. Листья кортузы, налегая друг на друга, полностью скрывают поверхность почвы. Они целиком разлагаются в течение года (что несвойственно тундровым растениям), поэтому ни подстилка, ни ветошь не образуются. Отмершие листья интенсивно по-

требляются кольчатыми червями, и это сильно ускоряет минерализацию органических веществ.

Кроме кортузы на южных склонах Рогозинки много и других растений, не характерных для столь высоких широт и нигде в тундрах Таймыра более не встречающихся в таком изобилии. Это лук-скорода (*Allium schoenoprasum*), кровохлебка аптечная (*Sanguisorba officinalis*), фиалка (*Viola biflora*), подмаренник (*Gallium verum*), горец, или раковая шейка (*Polygonum bistorta*). За исключением фиалки это весьма крупные растения, превосходящие размерами тундровое разнотравье. Лук повсюду в изобилии, местами же образует сплошные заросли, буйно цветет. Необычно для этих широт (73° с. ш.) количество кровохлебки и раковой шейки. Яркими желтыми пятнами выделяются сплошные заросли фиалки, а ведь она даже в южных тундрах растет поодиночке. Примечательно, что все это не арктические виды, луга Рогозинки — либо крайний форпост их ареалов, либо просто изолированный участок. Все это свидетельствует как о высоких экологических потенциях перечисленных видов, так и о своеобразии, уникальности условий в данном районе.

На прибрежных лугах Рогозинки в изобилии и обычные для тундровой зоны растения арктического разнотравья с крупными яркими цветками или соцветиями, привлекающими насекомых. Это, например, незабудка (*Myosotis asiatica*), валериана головчатая (*Valeriana capitata*), арника Ильина (*Arnica iljinii*), ясколка крупная (*Cerastium maximum*), толстороберник (*Pachypleurum alpinum*), копейчник (*Hedysarum arcticum*), астрагалы (*Astragalus umbellatus*, *A. subpolaris*), лютик (*Ranunculus borealis*) и др. Они образуют самые разные сочетания, совместно растут до 25 видов (на 1 м² — до 20) и не оставляют неприкрытой земли. Лук, кортуза, одуванчик (*Taraxacum macilentum*) образуют густой травостой высотой до 30 см, а кровохлебка возвышается и до 40—45 см.

Луга на скалистых берегах Рогозинки уникальны многим:

³ Чернов Ю. И., Матвеева Н. В. Закономерности зонального распределения сообществ на Таймыре // Арктические тундры и полярные пустыни Таймыра. Л., 1979. С. 166—200.

числом видов, сомкнутостью, чистотой типа (в них не растут столь частые в луговых сообществах тундровой зоны кустарнички), продуктивностью. Особо следует отметить их чрезвычайно широкую экологическую амплитуду. Лучше всего они развиты в верхних частях южных и юго-восточных склонов, но красочная и пышная растительность заполняет и расселины в скалах, покрывает плиты с тонким (не более 5 см) слоем почвы, подножия склонов у воды. Своеобразный характер этим сообществам придает и типичный петрофил — золотой корень (*Rhodiola borealis*), очень обильный на скалах, но иногда попадающийся и в злаково-разнотравных сообществах. Растения лугов характеризуются чрезвычайно высокой для условий тундры жизненностью, интенсивным ростом, крупными размерами. Особенно велики родиола, кровохлебка, копеечник и некоторые другие.

В лугах на Рогозинке забываясь о блеклости красок тундры, их монотонности в течение всего вегетационного периода. Здесь эффектные красочные аспекты сменяют друг друга непрерывно: в начале лета ярко-желтыми пятнами выделяются заросли фиалки и лютика, затем малиновым цветом заливают луга кортуза. В июле появляются белые островки ясколки, валерианы, горца и розовые — раковой шейки. Затем бледно-сиреневыми зонтиками распускается лук, ярко желтеют корзинки арники. Во второй половине августа красивый темно-красный аспект образует кровохлебка.

На километровом отрезке обращенного на юг берега реки сосредоточена половина местной флоры, а некоторые виды растут только здесь, например папоротники *Dryopteris fragrans* и *Cystopteris fragilis*, вообще редкие в тундре.

Не менее разнообразен и необычен для северной части тундры животный мир береговых склонов Рогозинки. В разгар полярного лета (вторая половина июля — начало августа) численностью и активностью, необычайно высокими для таких широт, поражают дневные бабочки. Видов их немного (мы

обнаружили всего восемь), но по соседству, в окрестностях Диксона, дневных бабочек фактически нет, лишь изредка залетают сюда отдельные особи.

На разнотравных участках, по берегу и в оврагах беспрерывно порхают желтушки — бледно-желтая (*Colias pastes*) и оранжевая (*C. hecla*), два вида перламутровок рода *Brenthis*. Это типичные для Арктики виды, но встречаются и южные гости: хорошо известные нам боярышница (*Aporia crataegi*), траурница (*Nymphalis antiopa*), нимфелида черно-желтая (*N. xanthomelas*) и совершающая огромные перелеты чертополошница (*Pygmaeus cardui*). Собирают пыльцу и нектар полярные шмели, из которых самый крупный — *Bombus hyperboreus*, летают похоже на ос журчалки (*Syrphus tarsatus*, *S. dryadis*, *Conosyrphus tolli*), синие мясные мухи (*Boreellus atriceps*), мухи-толкунчики из семейства *Empididae* и т. д. В травостое многочисленны мелкие цикадки и клопы, а в почве — дождевые черви. До последнего времени считалось, что в тундровой зоне распространен только один вид дождевых червей — *Eisenia nordenskioldi*, но в низовьях Рогозинки мы нашли и другой — *E. atlavinitae* — более крупный, чем первый.

На береговых скалах гнездится сапсан (*Falco peregrinus*), который в последнее время стал исчезать во многих районах тундры. Мы обнаружили два жилых гнезда сапсана в 5 км друг от друга. По соседству с сапсаном расположилась гнездовая колония серебристой чайки (*Larus argentatus*), с обитателями которой пара соколов постоянно враждовала. Другой хищник — мохнатый канюк (*Vitreo lagopus*) селится по всему берегу на уступах и вдали от него, на каменных выходах и пологих склонах. Девять жилых гнезд канюка мы насчитали на протяжении 12 км, с такой плотностью мы никогда ранее не сталкивались ни в одном районе Таймыра. Гнездится в этом районе и белая сова (*Nyctea scandiaca*).

Из «мирных» крупных птиц по побережью реки во множестве гнездятся белолобый гусь (*Anser albifrons*). Наконец, главная достопримечательность

этого удивительного тундрового урочища — знаменитый эндемик, занесенный в «Красную книгу СССР» — краснозобая казарка (*Rufibrenta ruficollis*). Совсем недавно она была здесь редкостью, но в 1990 г. мы нашли пять гнезд на высоком берегу Рогозинки, поблизости от гнезда сапсана, который всякий раз пытался напасть на потревоженных птиц.

Среди скал по берегу Рогозинки можно увидеть горностаю (*Mustela erminea*). Он охотится на леммингов, разоряет гнезда мелких птиц, но если зазеваается канюк, может утащить и его яйцо.

Еще одна интересная особенность этого района — необычайно высокая плотность песчовых нор. На террасах, береговых увалах вдоль реки на протяжении всего 3 км располагаются шесть жилых нор, две из них очень большие, их возраст, вероятно, не меньше 10 тыс. лет. вполне возможно, что песцы жили в них тогда, когда в этих местах еще бродили мамонты и овцебыки. Норы можно заметить издали по пышной растительности, резко контрастирующей с окружающей тундрой. Особенно мощные заросли на вершине норы образует полынь (*Artemisia tilesii*), чистыми пятнами растут ясколка и одуванчик. Растительность на норах напоминает скорее сорную, чем луговую. Поскольку почва здесь обильно удобряется экскрементами, постоянно рыхлится, нет избытка влаги, у растений хорошая жизненность, крупные размеры и масса генеративных побегов, они обильно цветут и плодоносят.

Луга на правом берегу Рогозинки особенно поражают своей пышностью и красочностью на фоне мощных снежников левобережья, повисающих над руслом: под склонами, обращенными на север и северо-восток, снег не тает до конца августа и напоминает о том, что это 73° с. ш. Этот небольшой участок долины — прекрасный пример контрастов арктической природы: вечные снега на скалах и роскошные ковры трав на южных склонах, столь не похожие на окружающий тундровый ландшафт, начинающийся тут же, на плоской части берега.



Птенцы мохноногого канюка, или зимняка.

Этот оазис среди скудной природы очень эффектен. Горная речка с вертикальными отвесными скалами, покрытыми оранжевыми пятнами лишайников, зелеными и черными мхами, изумрудной родиолой, с почти вечными снежниками на одном берегу и яркой растительностью на другом, с многочисленными мелкими водопадами, перекатами, текущая среди равнины в монотонном тундровом ландшафте, просто ошеломляет, настолько пейзаж непривычен и для «ветеранов» тундры, и для новичков, попавших на Север впервые.

На правобережье Рогозинки мы столкнулись еще и с тем, что многие виды разнотравья в изобилии растут на некоторых участках равнинной тундры. Так, в 4 км от устья на нескольких увалах в массе растут те же виды, что и в луговых сообществах на склонах. Это разнотравье не образует сплошного покрова, как на лугах, а приурочено к трещинам в грунте, которыми поверхность разбита на крупные полигоны. Соотношением голого и покрытого растительностью грунта эти участки напоминают полигональные сообщества подзоны арктической тундры, а видовым составом трав — луговые.

Но самое удивительное, что растительные сообщества на увалах являют собой полный ряд, или серию, первичной сук-

цессии. Эта последовательная смена одного фитоценоза другим (от голых грунтов, еще не заселенных растениями, до сплошного покрова из разнотравья, дриады и мхов) завершается внедрением осоки, т. е. возникновением стабильных (климаксовых) сообществ типичной тундры. Сукцессия как бы застыла, являя весь ряд одновременно. Здесь процесс формирования зональных тундровых сообществ виден воочию, весь целиком. Это редчайший феномен, нам, по крайней мере, не приходилось встречать ничего подобного за 20 лет работы на Таймыре.

Существование всего спектра сукцессионного ряда связано, видимо, с местными условиями. Сукцессия, пройдя от голого грунта до образования мохового покрова с хорошо развитой дерниной, на увалах возвращается назад из-за медленного стекания оттаивающих почв. Это явление, называемое солифлюкцией, обусловлено особым состоянием почвенной влаги, при котором грунт на наклонных поверхностях становится текучим. На увалах он стекает очень активно, и в результате появляются большие площади с оголенным грунтом. В Арктике уничтожение мохового покрова и обнажение грунта вызывают увеличение численности двудольных растений. Очевидно, наличие крупных массивов неза-

дернованной поверхности на водораздельных увалах в излучине Рогозинки и приводит к активизации трав.

Оазис в районе Рогозинки очень уязвим. На наших глазах возник огромный оползень только из-за одного разворота трактора, и в этом месте уже в следующем году начал образовываться овраг. Этот и подобные ему районы Арктики со своеобразным составом флоры и фауны и уникальными растительными сообществами представляют большой научный интерес, заслуживают особо бережного отношения, ведь известно, что тундровые сообщества легкоуязвимы, нарушенный растительный покров тундры восстанавливается крайне медленно.

Чтобы не потерять арктические территории с интересными биологическими объектами, необходима целая система заповедников, заказников, памятников природы и т. д. В первую очередь нужно запретить движение гусеничного транспорта в тундре летом. Заповедников в российской Арктике пока еще очень мало. Но сейчас возникла идея создать обширный арктический заповедник (состоящий из нескольких участков разной формы охраны) на Таймыре — единственной на Земле крупной материковой территории с полным спектром зональных типов тундр. Будем надеяться, что план осуществится.

Полет археоптерикса

Е. Н. Курочкин,

кандидат биологических наук
Палеонтологический институт РАН
Москва

ИЗЛИШНЕ объяснять, кто такой археоптерикс, но хотя о нем написаны тома, многие вопросы, связанные с анатомией и образом жизни этой «первоптицы», остаются неясными.

Очевидно, археоптерикс был способен к полету, о чем определенно свидетельствует аэродинамически специализированное оперение его крыльев — асимметричные опахала маховых перьев. Однако как и насколько хорошо он летал? На этот счет существует несколько взаимоисключающих гипотез.

На примере археоптерикса рассматривается обычно и путь происхождения полета птиц: либо снизу вверх (с бега по земле), либо сверху вниз (с лазания по деревьям или скалам, откуда он начал планировать, а потом летать, махая крыльями).

Такие особенности строения скелета, как отсутствие окостеневающей грудины, короткие коракоиды (две кости плечевого пояса) и массивная вилочка, указывают на несовершенство археоптерикса как летающего существа и не позволяют считать его способным к активному машущему полету, а тем более к полету снизу вверх. Все существующие объяснения образа жизни и летных способностей археоптерикса так или иначе исходят из принятия его в качестве гомойотермного (т. е. имеющего постоянную устойчивую температуру тела, почти не зависящую от температуры окружающей среды) и относят его к эндотермным (или теплокровным) животным, подобным современным птицам. Но поскольку строение скелета археоптерикса указывает скорее на его рептильную природу, правомерно предположить, что физиологические и внутриклеточные биохимические процессы также имеют рептильный харак-

тер, т. е. основаны на пойкилотермии (непостоянстве температуры тела и ее зависимости от температуры внешней среды). Таким образом, археоптерикса следовало бы считать эктотермным, тем более что отсутствие у него крючковидных отростков на ребрах, а также входов в воздушные полости костей предполагает и отсутствие системы активной вентиляции легких, а следовательно, высокого уровня обмена веществ и энергии, присущего классу птиц.

Дж. Рубен из Университета штата Орегон (США) выдвинул новую гипотезу о летных возможностях археоптерикса, основанную на доказательстве его эктотермности и анаэробном характере внутриклеточных биохимических процессов в скелетной мускулатуре¹. Он опирается на обнаруженную в последнее время способность мускулатуры современных ящериц, змей и крокодилов к взрывной, а иногда и к длительной локомоции, основанной на анаэробной выработке АТФазы. Мощность мускулатуры пресмыкающихся (450 Вт/кг скелетной мускулатуры) по крайней мере вдвое превышает таковую у птиц (150—225 Вт/кг). У современных птиц две ведущие группы летательных мускулов крыла — опускатели (большой грудной мускул) и подниматели (подключичный мускул) — составляют в среднем соответственно 15 и 4 % общей массы тела. Слабо развитый грудной мускул археоптерикса (7 % массы тела) — его основной опускатель крыла — и хорошо развитая дельтовидная мышца (2 % массы тела) — его основной подниматель (при сла-

бом подключичном мускуле) — могли бы развить более чем достаточную мощность как для активного полета, так и для взлета снизу вверх, если бы они работали по рептильному подобию. В экстремальных ситуациях археоптерикс мог бы тогда пролететь, безостановочно махая крыльями, до 1,5 км, хотя после такого броска ему понадобилось бы более часа отдыха, чтобы освободить мышцы от накопившейся молочной кислоты, утомляющей мускульную ткань. Периодические короткие перелеты по 10—20 м и взлеты снизу вверх были бы ему вполне доступны, требуя лишь 30—90 с для восстановления сил.

Как стало известно недавно ученым, жившие в реннемеловую эпоху амбиортус (Монголия) и иберомезорнис из Лас-Ойяс (Испания) уже обладали килевой грудины, длинными коракоидом и лопаткой и тонкой упругой вилочкой, что предполагает хорошо развитую летную мускулатуру, активную вентиляцию легких во время полета и одновременно указывает на эндотермность этих птиц и аэробный характер внутриклеточного обмена.

Гипотеза Рубена устраняет противоречия, возникавшие при прежних попытках объяснить летательные способности археоптерикса. Она снимает также противоречия между предполагаемыми его образом жизни и характером полета. Более того, с принятием этой гипотезы закрывается, как беспредметный, давний спор о путях приобретения способности к полету птицами, основанный на принятии археоптерикса как первоптицы с крыльями.

Итак, археоптерикс был оперенной рептилией, одновременно и летавшей, и лазавшей по деревьям, и бегавшей по земле.

¹ Ruben J. // Evolution. 1991. V. 45. N 1. P. 1—17.

Физический Вавилон в центре Европы

И. Н. Арутюнян

Этой статьей мы начинаем серию публикаций о ЦЕРНе и из ЦЕРНа. В этом крупнейшем в Европе международном центре по изучению физики элементарных частиц побывала в конце прошлого года наш корреспондент, редактор отдела физики И. Н. Арутюнян, много лет ведущая в «Природе» статьи по этой тематике. Мы благодарим директора ЦЕРНа по науке проф. В. Хугланда, ответственного за сотрудничество ЦЕРНа с научными центрами России проф. Л. Монтани, редактора журнала «ЦЕРН-Курьер» Г. Фрэйзера и руководителя информационной службы ЦЕРНа Н. Калдера за помощь в организации визита, содействие в получении необходимой информации и предоставленные материалы и фотографии.

«Не раз мы вспоминали Женеву, где работалось лучше, удобная библиотека, менее нервная и бестолковая жизнь».

В. И. Ленин

(Полн. собр. соч. Т. 55. С. 354)

ИЗ ЖЕНЕВЫ С ЛЮБОВЬЮ

Во время полета в Женеву я все пыталась прикинуть, сколько же раз за свою более чем десятилетнюю редакторскую деятельность в журнале «Природа» мне приходилось, в соответствии с нашими правилами, расшифровывать столь знакомую физикам аббревиатуру ЦЕРН — Европейская организация ядерных исследований, и поняла, что даже с журнальными подшивками в руках сделать это будет трудно. История ЦЕРНа — это история успеха европейской физики, а наш журнал пристально следил за достижениями ЦЕРНа и регулярно отражал их на своих страницах. Я не раз встречалась с сотрудниками этого крупнейшего физического центра, беседовала с нашими учеными, которые там работали подолгу, читала журнал «ЦЕРН-Курьер»... В связи с этим вспомнился эпизод из фильма «Монолог», где героиня Е. Ханаевой говорит, что так много слышала о любви, что ей кажется, будто она тоже испытала это чувство. И все-таки, верна пословица: лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать.

Итак, после неумолимых формальностей в международном аэропорту Куантрен мы мчимся по великолепному шоссе в сторону женевского пригорода Мейран, недалеко от которого расположен ЦЕРН. Через главные ворота въезжаем на его территорию и попадаем на улицу Паули, пересекаем улицу Эйнштейна, Лоуренса, затем Жюлио-Кюри, еще пара маневров, и мы

у гостиницы — скромного, удобного, ухоженного (как все в Швейцарии) здания. Никакой роскоши, никакой помпезности — таков весь ЦЕРН: его административный корпус, рестораны и кафетерии, офисы и залы заседаний.

ЦЕРН деловито гостеприимен. Меня сразу снабдили всем необходимым для самостоятельной работы: вручили подробную карту этого научного города (иначе не назовешь комплекс зданий и сооружений, раскинувшихся на площади 170 га по обе стороны франко-швейцарской границы), еженедельный бюллетень, из которого можно почерпнуть информацию о всех текущих мероприятиях и даже о недельном меню ресторанчиков ЦЕРНа; выдали гору материалов об истории ЦЕРНа и планах на будущее, телефонный справочник с номерами офисов и зданий, где они расположены.

С первого же дня мне тоже было выделено место для работы. Татьяна Фаберже (из того самого знаменитого рода), секретарь Теоретического отдела, а вернее сказать, его добрый ангел, посмотрела на доску, где мелом отмечено, кто из сотрудников находится в данный момент в командировке, и на первую неделю отвела мне кабинет проф. Альтарелли (вторую неделю я базировалась в кабинете проф. Феррары). Ни у кого, кроме меня, это не вызвало удивления — так принято в ЦЕРНе. Двери офисов не закрываются, и с разрешения администрации они используются визитерами, которые благодаря этому имеют воз-

возможность влиться вполне на равных правах в общецерновский ритм жизни.

А жизнь там не угасает до поздней ночи. Офисы, библиотека открыты круглые сутки, а пропуска нужны только для прохода на установках. Для входа, вернее, для въезда в ЦЕРН пропуск не нужен вовсе. Вечером у главного шлагбаума стоит охрана, которая может (именно может, если захочет) проверить выезжающий автомобиль. Меня же за две недели никто так ни разу и не спросил, кто я, откуда и куда я иду. Стоянки на территории ЦЕРНа забиты личными и служебными (с эмблемой ЦЕРНа) автомобилями, в библиотеке — свободный доступ к книгам и журналам, в коридорах — ксероксы, в кабинетах — дорогостоящие компьютеры (которые время от времени все-таки исчезают в неизвестном направлении). Мощная охрана тем не менее не выставляется. «Почему? — поинтересовалась я у Нила Калдера, возглавляющего службу информации. — Может быть, у вас подсчитали (а в ЦЕРНе считать умеют) и решили, что расходы на охрану превысят наносимый экономический урон?» «Возможно, — ответил он мне, — но что более важно, если это сделать, разрушится неповторимая атмосфера ЦЕРНа». (Я вспомнила стоимость компьютеров у нас и представила, какая неповторимая атмосфера густо повиснет в любом нашем институте после их кражи.)

Одна из главных, особенностей ЦЕРНа — его интернациональность. Это замечаешь, читая названия улиц (Демокрит, Ньютон, Гаусс, Векслер, Юкава), слушая разноязыкую речь в кафетерии, пытаюсь угадать на семинарах, каким из акцентов «украшен» английский язык докладчиков. Здесь можно встретить настоящих полиглотов, объясняющихся чуть ли не на всех европейских языках (разумеется, с большим или меньшим успехом) и с удовольствием обсуждающих лингвистические тонкости с их носителями. К слову сказать, Russian English сильно отличается, скажем, от French English или Italian English и все они — от настоящего английского языка. Но это мало кого смущает — понимают всех, кому есть что сказать по делу.

Кафетерий ЦЕРНа упомянут не случайно. Это место, где можно не только поест (а кормят здесь с 7 утра до 11 вечера), но и организовать деловую встречу или просто отдохнуть. Правда, отдых здесь — это часто продолжение работы. Никому не известно, сколько идей родилось на семинарах, а сколько — во время неформальных бесед за чашечкой кофе или бутылкой пива. Здесь можно встретить и нобелев-

ского лауреата — их сейчас в ЦЕРНе три, и совсем молодого стажера. Чинопочитания, по крайней мере внешних его проявлений, здесь не обнаружишь. Не стоит думать, однако, что демократия выливается в разнузданность или, не дай Бог, в лабораторные веча по выбору того или иного директора. Как шутят на Западе, можно ругать президента страны, но не своего босса. А боссы преисполнены чувства собственного достоинства и самоуважения ничуть не меньше, чем у нас. К примеру, Карло Руббиа отменил свой семинар, к которому был всеобщий интерес и на который пришли люди не только из ЦЕРНа. Причина — в бюллетене ЦЕРНа он был назван генеральным директором (кем он, собственно, и является), в то время как сам он хотел выступить в качестве простого профессора (тема семинара была строго научная, не имеющая отношения к его административной деятельности). Более того, виновным было сделано строгое внушение, но в современном исполнении — с помощью электронной почты. Правда, заодно незаслуженное наказание понесли и разочарованные слушатели.

Принадлежностью к ЦЕРНу дорожат и гордятся. Гордятся не только его сотрудники, но и женеvские власти — ЦЕРН отмечен в путеводителе по Женеве наряду с такими достопримечательностями, как собор св. Петра, Музей часов, всемирно знаменитый ботанический сад... Туристов приглашают посетить этот научный центр, Мекку европейских физиков, и выставку «Микрокосм», где с большой выдумкой и вкусом представлены полученные в ЦЕРНе научные результаты и их место в общей картине мира. Здесь можно разыграть на компьютере различные сценарии рождения Вселенной или процесс нуклеосинтеза на более поздней стадии ее эволюции, проследить за движением частицы космических лучей в настоящей искровой камере и т. п. На лужайке перед выставкой стоит отслужившая свое пузырьковоя камера ВЕВС. Скоро к ней присоединится гораздо более знаменитая «Гаргамелла», на которой в 1973 г. были открыты слабые нейтральные токи — первое серьезное свидетельство в пользу так называемой стандартной модели электрослабых взаимодействий.

На пропаганду достижений ЦЕРНа, целей и задач фундаментальной науки брошены мощные силы специальной службы COPE (Communication and public education group), в которой заняты 38 сотрудников. Она осуществляет связь с общественностью, организывает лекции для широкой публики и прием делегаций высокого уровня и т. п.



Территория ЦЕРНа (вид с воздуха). Обозначено расположение двух крупнейших кольцевых ускорителей — SPS и LEP. Часть кольца LEP, расположенная на территории Франции, граничит с горным массивом Юра (слева). В правой части снимка виден кусок Женевского озера.

Здесь и далее фото ЦЕРНа

Участок туннеля LEP. Слева — вагонетка для перевозки людей и аппаратуры по кольцу ускорителя.

Редкий день обходится без посещения представителей различных газет, радио и телевидения. Они беседуют с ведущими учеными ЦЕРНа, посещают грандиозные установки, на которых сейчас проводятся исследования. На готовящейся в этом году Всемирной выставке в Севилье запланирован день ЦЕРНа — это беспрецедентный случай в истории подобных выставок. Все это стоит денег, и немалых, — бюджет CERN в 1991 г. составил 800 тыс. швейц. франков (без учета зарплаты сотрудников). В ее функции входит, в частности, выпуск красочных буклетов — о ЦЕРНе, его установках, проектах и т. п. Зачем, спрашивается, тратиться на рекламу ЦЕРНа, который не занят выпуском массовой продукции? Затем, чтобы и правительства, и парламены, и общество в целом знали, какие цели преследует современная наука, какие у нее достижения и чего это стоит (и не только в денежном выражении). Убеждать налогоплательщиков и политиков — одна из постоянных обязанностей западных ученых, к которой они относятся с полной ответственностью.

Информационная служба ЦЕРНа не забывает и об ученых. В ее рамках осуществляется выпуск журнала «ЦЕРН-Курьер» — международного журнала по физике высоких энергий. На стендах церновской библиотеки я имела возможность ознакомиться с аналогичными изданиями других крупных центров — DESY в Германии, Национальной лаборатории им. Э. Ферми в США — но конкурентов у «ЦЕРН-Курьера» нет. И не потому, что в нем оперативно и в высшей степени профессионально подается информация о новостях физики элементарных частиц, а потому, что он в прямом смысле интернационален — в него стекаются сведения со всего света. Стекаются к одному человеку — Гордону Фрэйзеру, который готовит все материалы в номер. Мне повезло: этот добродушный ироничный шотландец, получивший физическое образование в Imperial College, принимал меня в ЦЕРНе и направлял (по крайней мере, на первых порах) все мои действия. Чрезвычайно деловит, но без тени суеты. Ни разу не изменил привычке делать все сразу, не откладывая дела в



долгий ящик. Если, к примеру, не удавалось дозвониться сразу к нужному мне человеку, Гордон тут же посылал сообщение к нему на персональный компьютер. Да, компьютеризация — уже не роскошь, но стиль жизни. Мою записку с просьбой позвонить в отель рано утром (я боялась проспать важную встречу) Гордон наклеил на дисплей. Его рабочий день начинается в 7.30 утра с общения с компьютером. Передавая одно из моих «электронных» посланий в Москву, Гордон продемонстрировал свои способности редактора. В результате текст сократился вдвое за счет урезания необязательных, на его взгляд, изысканностей (которыми я втайне гордилась). «Грамотно, но старомодно», — поставил диагноз Гордон и несколько раз выразительно надул щеки, намекая, что надо быть проще.

Деятельность информационной службы ЦЕРНа и журнала «ЦЕРН-Курьер» устанавливает необходимый мостик между учеными и обществом. В конечном итоге все, что делает ЦЕРН, служит всем людям, умножая их знания об окружающем мире, помогая осознать свое место в нем. Этот аспект подчеркивал Морис Жакоб, известный теоретик ЦЕРНа, член Французской академии, президент Европейского физического общества. Он придает огромное значение фундаментальным исследованиям, справедливо считая

их неотъемлемой частью общечеловеческой культуры. Водя меня по выставке достижений ЦЕРНа, Жакоб отметил важную особенность фундаментальной науки, которую редко упоминают: «Работа на ЦЕРН — хорошая тренировка для самых разнообразных специалистов, например из промышленности, разрабатывающей для нас новые технологии. В наших больших экспериментах нужна такая квалификация, которую не могут обеспечить университеты. Школа ЦЕРНа дает людям высшее образование. Он (или она) привыкает работать на грани возможного, там где нет простых ответов на вопросы, привыкает трудиться в международном коллективе, что требует особого умения и такта. Промышленность с удовольствием принимает к себе людей, работавших в физике элементарных частиц. Это, пожалуй, пример наиболее быстрой отдачи фундаментальной науки обществу».

Жакоб прекрасного мнения об уровне нашей науки и наших ученых, которых знает не только по ЦЕРНу, но и по визитам в нашу страну (я познакомилась с ним в 1970 г., будучи выпускницей физфака МГУ). Беседа естественным образом свелась к нашим нынешним проблемам, и в первую очередь к «утечке умов» из страны. И так было не раз: после вопросов о Ельцине и Горбачеве, положении в горячих точках все разговоры по-



Генеральный директор ЦЕРНа К. Руббия. Лауреат Нобелевской премии 1984 г., которая была присуждена ему вместе с С. ван дер Meerом «за определяющий вклад в проект SPS, осуществление которого привело к открытию частиц W и Z^0 , переносящих слабые взаимодействия».

стоянно приходили к обсуждению ситуации в науке. Европейцев смущает как угроза исчезновения нашей науки, так и преимущественное направление отъезда наших ученых (за океан). Не в первый раз американцы усиливаются за счет Европы, не первый год идет научный поединок Европа — Америка.

РОЖДЕНИЕ ЦЕРНа — УРОК ДЛЯ РОССИИ

После второй мировой войны европейская наука выглядела крайне бледно. Особенно тяжелый удар пришелся по физике Германии, имевшей незадолго до того самую блестящую научную школу в мире. Однако многие ученые были сорваны фашизмом и войной со своих мест и вынуждены отправиться в изгнание (по большей части — в США). После установления мира за ними последовали как их маститые коллеги, так и множество молодых ученых, также вынуж-

денных пересечь Атлантический океан в поисках благоприятных условий для научной деятельности, которые не могли обеспечить разоренные и обнищавшие европейские государства.

Такое положение дел не могло не встревожить ученых, понимавших необходимость и важность сохранения и развития европейской науки. Они не стали уповать на время, когда все наладится и европейские ученые станут возвращаться на родину, но предприняли активные действия. В декабре 1949 г. на Европейской культурной конференции в Лозанне Луи де Бройль высказал идею образования общеевропейской лаборатории. Суть предложения де Бройля была проста: соединенными усилиями Европа сможет сделать то, что тяжело или невозможно осуществить отдельным странам.

В течение последующих трех лет шла подготовительная работа, в которой участвовали многие известные ученые. Наконец, идея нашла поддержку у дальновидных политиков, смотревших в будущее, невзирая на тяжелое экономическое положение послевоенной Европы (дай Бог, чтобы такие люди нашлись сейчас у нас, в России). На конференции во Флоренции в июне 1950 г. ЮНЕСКО утвердила проект создания ЦЕРНа как основную часть своей научной программы. 1 июля 1953 г. в Париже была подписана конвенция, которая вступила в силу 29 сентября 1954 г., после ратификации ее странами, поставившими свои подписи. В этот день родился ЦЕРН (CERN — от фр. Centre Européen pour la Recherche Nucléaire). С самим названием обходились потом достаточно вольно — Европейский центр ядерных исследований был заменен на Европейскую организацию ядерных исследований. Сейчас с удивлением обнаружила, что непопулярное в мире слово «ядерный» исчезло вовсе, а новое название звучит так: Европейская лаборатория элементарных частиц. А традиционная аббревиатура ЦЕРН тем не менее сохраняется.

Создание ЦЕРНа стало важным шагом как в политике, так и науке, направленным на развитие сотрудничества в такой нейтральной и перспективной области, как фундаментальные исследования свойств окружающего нас мира. ЦЕРН стал европейским щитом, защищающим Старый Свет от «утечки умов». Он помог Европе удержать дома своих ученых и вновь завоевать достойное место в мировой науке. Как считают в ЦЕРНе, «утечка умов» даже изменила направление: почти половина физиков мира, занимающихся элементарными частицами, прошла школу ЦЕРНа. В последние годы число американ-

ских физиков в ЦЕРНе превышает число европейских физиков, работающих в Америке.

Образование столь мощного общеевропейского научного центра положительно повлияло на развитие фундаментальных исследований и в отдельных европейских странах. Наверное, это не менее удивительно, нежели интерес к физике частиц в разрушенной Европе. Нам, с нашей прямолинейно понимаемой прагматичностью и юношеским романтизмом в отношении рыночной экономики, трудно понять, почему европейские страны не ограничились созданием общей лаборатории, но взялись за воссоздание национальных лабораторий и университетов и почему при этом не отказались финансировать ЦЕРН. По-видимому, здесь также не обошлось без методичных и длительных разъяснений правительствам и народам важности национальных научных программ и опасности монополизации ЦЕРНом фундаментальных исследований в Европе. Вот выдержки из письма голландского физика Д. Хартинга от 21.12.72, адресованного председателю Европейского комитета по будущему ускорителю:

«Мы знаем наверняка, что без ЦЕРНа Европы не было бы видно в исследованиях по физике высоких энергий. Но ЦЕРН не должен оставаться одиноким... Необходимы национальные лаборатории, потому что они развивают различные методы проведения экспериментов и потому что они влияют в огромной степени на развитие техники и нашей области науки... Не будет преувеличением сказать, что... необходимость существования ЦЕРНа и национальных лабораторий в первую очередь доказывается европейскими университетами. Именно они извлекают отсюда гигантскую пользу. Именно через наши университеты мы можем придать научным результатам культурное значение для всей Европы. ЦЕРН должен стать сердцем Европы во всем, что касается физики высоких энергий, здоровым сердцем, обеспечивающим циркуляцию свежей крови во всем организме».

Сначала в ЦЕРН входили 12 стран-участниц: Бельгия, Великобритания, Греция, Дания, Италия, Нидерланды, Норвегия, Франция, ФРГ, Швейцария, Швеция и Югославия (вышла в 1961 г.). В 1959 г. к ЦЕРНу присоединилась Австрия, в 1983 г. — Испания, в 1986 г. — Португалия, в 1991 г. — Польша и Финляндия и в январе 1992 г. — Чехословакия. Таким образом, сейчас ЦЕРН насчитывает 17 стран-участниц. Кроме того, статус наблюдателей имеют Израиль, Россия, Турция, Югославия, ЮНЕСКО и Комиссия Европейского сообщества.

Советские физики давно участвуют в

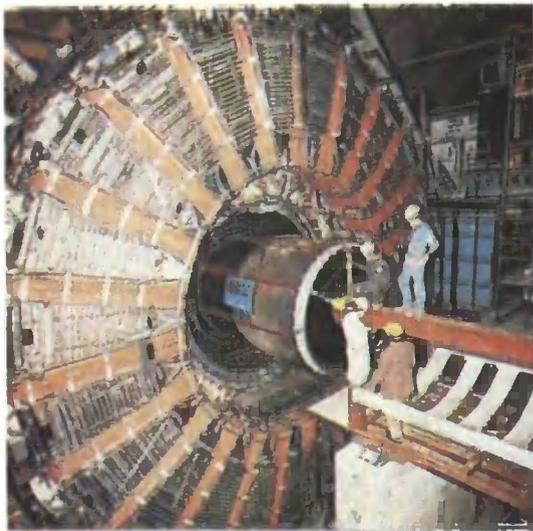
совместных с ЦЕРНом исследованиях, и об этом еще пойдет речь на страницах «Природы». Но сейчас стоит вопрос о научном наследии доведенного до распада СССР. Политики делают армию и флот, обмениваются территориальными претензиями. Но как поделить нашу общую науку, великую науку, смею утверждать? Следует ли считать интеллект украинского физика российской собственностью и потребовать ее возврата на том основании, что образование он получил, скажем, в МГУ или Физтехе (или наоборот, учился в Киеве, а работает в Дубне)? Что будет с нашими международными обязательствами? Какова политика России в отношении науки? Многие из подобных вопросов остаются пока открытыми.

Вскоре после моего отъезда из ЦЕРНа там побывал министр науки, высшей школы и технической политики России Б. Г. Салтыков. В распространенном ЦЕРНом пресс-релизе приводятся выдержки из его выступления на сессии Совета ЦЕРНа:

«Я представляю новое российское правительство, и для нас большая честь участвовать в вашей впечатляющей работе. Я рассматриваю ЦЕРН не только как «квинтэссенцию» лучших в мире физиков, но и как уникальный пример международного интеллектуального сотрудничества. Несмотря на всем известные трудности, Россия в полной мере поддержит ваши усилия создать новый тип сообщества — сообщество равных, свободных и интеллектуально развитых людей. Необходимо соревнование, но на первое место мы должны поставить наши общие цели» (к сожалению, вынуждена цитировать министра в обратном переводе с английского).

Исходя из сказанного, наши ученые могут надеяться по крайней мере на то, что им не станут чинить препятствий в осуществлении их международного сотрудничества, и не только с ЦЕРНом. Правда, не совсем понятно, зачем, убирая «железный» занавес, наши власти устанавливают «валютный»: чтобы слетать сейчас в Европу и обратно, надо заплатить Аэрофлоту порядка 40 тыс. руб., что равно зарплате научного сотрудника за несколько лет. Какой институт может себе это позволить?

Но поддержка международных связей наших ученых — только малая часть дела. Опираясь на европейский опыт, мы должны если не приумножить, то хотя бы не потерять тот научный потенциал, который у нас уже имеется. При общем развале это — последняя ценность, которой мы владеем. В ЦЕРНе мне постоянно задавали один и тот же вопрос: неужели ваши реформаторы



Детектор DELPHI. Установка многопроволочной камеры с временным разрешением.



Детектор L-3 с открытыми для работы внутри него дверями гигантского магнита.

не понимают, что в их руках — огромное богатство? Да, не хватает компьютеров, журналов и книг в библиотеках, приборов в лабораториях. Но еще живы и стремятся работать ученые, хотят работать и воспитывать следующие поколения исследователей. Пока еще не все уехали, хотя отток велик.

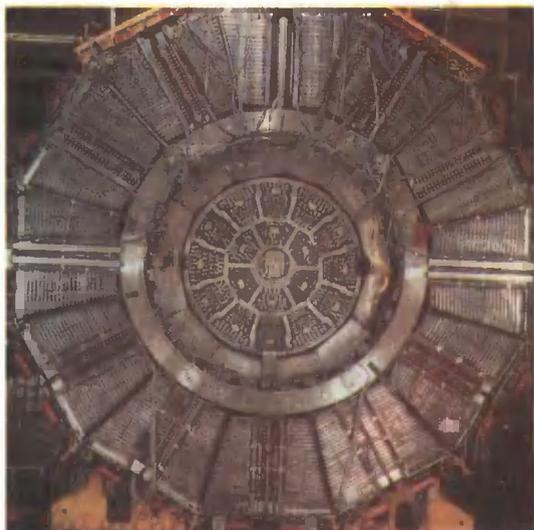
Меньше обращают внимания на уход людей из науки не в эмиграцию, а в коммерческие структуры: это не так заметно, но не менее опасно для нашего будущего. Во многих странах предприниматели живут лучше ученых, и это, по-видимому, естественно. Но не имеет шансов государство, где профессор получает меньше даже не бизнесмена, но его секретарши и шофера. Если в борьбе за тепло в домах, за колбасу и сыр на прилавках правительство забудет о науке и образовании, то сначала никто ничего не заметит. Но великая Россия не возродится уже никогда.

«АДМИНИСТРАТИВНО-КОМАНДНАЯ СИСТЕМА» ЦЕРНа

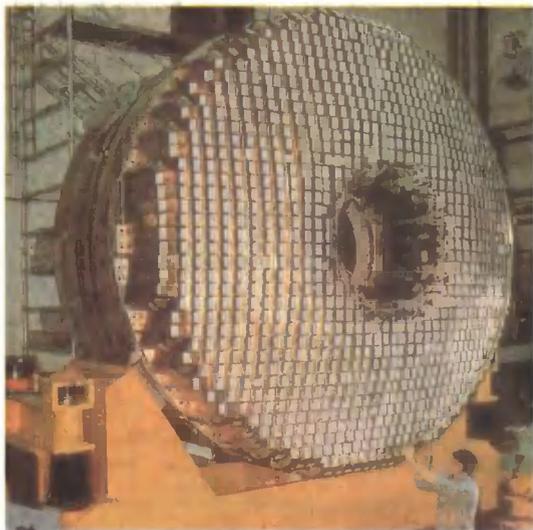
Конвенцией об образовании ЦЕРНа предусматривалось, что он должен способствовать сотрудничеству европейских стран в области физики частиц, развитию исследований, имеющих чисто научный и фундаментальный характер. ЦЕРН не должен был заниматься военными разработками, а полу-

ченные его учеными результаты, как теоретические, так и экспериментальные, должны были публиковаться в открытой печати или иными способами доводиться до сведения общества. На практике в задачи ЦЕРНа входила разработка и сооружение новых ускорителей и необходимого для их работы оборудования, определение программы научных исследований, организация и поддержка международного сотрудничества, в первую очередь между лабораториями стран-участниц. Дух открытости и научной кооперации, вдохновлявший отцов-основателей ЦЕРНа, стал главным принципом его работы.

Структура ЦЕРНа создавалась в расчете на гибкое управление, быструю реакцию на изменение научной конъюнктуры и учет интересов международного научного сообщества и экономических возможностей стран-участниц. Кстати, в ЦЕРНе гордятся, что выработанные там принципы оказались весьма полезными впоследствии, при создании других европейских организаций. Интересно отметить, что союз-ученых и политиков при рождении ЦЕРНа выразился в представительстве стран-участниц в его высшем органе — Совете ЦЕРНа, куда от каждой страны входят по два представителя (от правительства и научных кругов). Совет ЦЕРНа несет ответственность за все важные решения, определяющие деятельность этой организации. Обычно для приня-



Детектор ALEPH.



Часть магнита [окрашен в желтый цвет] детектора OPAL и его электромагнитный калориметр весом 10 т, содержащий 566 черенковских счетчиков из свинцового стекла.

тия решений требуется собрать простое большинство в Совете, но на практике стараются добиться консенсуса при соблюдении, насколько это возможно, тайны голосования. Совет ЦЕРНа собирается на сессии дважды в год — в декабре и июне. В промежутках представители стран общаются в менее официальной обстановке на заседаниях комитетов и встречах с дирекцией ЦЕРНа, где обсуждаются вопросы, выносимые на сессию Совета.

Союз ученых и политиков отразился также в создании подчиненных Совету ЦЕРНа и не зависимых друг от друга комитетов: по научной политике и финансового. Комитет по научной политике изучает варианты программы исследований и выносит рекомендации. Его членами становятся ученые, выбранные коллегами по комитету. При этом важна не национальная принадлежность человека, а его научная репутация. Некоторые члены комитета не являются гражданами стран-участниц ЦЕРНа. Финансовый комитет, напротив, составлен из представителей национальных администраций, поскольку в его ведении находятся все вопросы, связанные со взносами стран-участниц, расходами на функционирование ЦЕРНа и т. п.

Повседневной деятельностью ЦЕРНа руководит генеральный директор, избираемый Советом ЦЕРНа (обычно на пять лет). По традиции эту должность всегда занимает

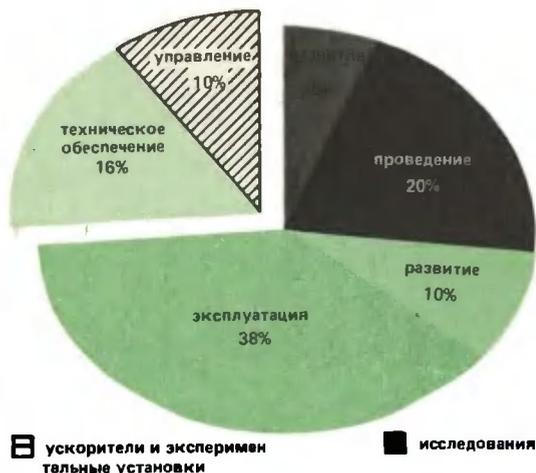
ученый (в настоящее время — итальянский физик-экспериментатор, лауреат Нобелевской премии Карло Руббиа). Ему помогает дирекция ЦЕРНа, куда входят три директора по науке, директор по ускорителям, административный директор, директор технической службы и три заместителя — по будущим ускорителям, информации и планированию. Генеральный директор выступает от имени ЦЕРНа и имеет большие полномочия. Он может, например, предложить Совету ЦЕРНа любые коррекции планов, которые он считает нужным внести, чтобы обеспечить выполнение программы научных исследований.

Все виды деятельности ЦЕРНа курируются отдельными подразделениями, которые можно разделить на три вида. К научным подразделениям относятся отделы теоретической и экспериментальной физики, вычислительной математики. Они непосредственно выполняют научную программу ЦЕРНа. Ряд подразделений несет ответственность за работу ускорителей и развитие необходимых технологий. Наконец, административные подразделения осуществляют финансовое руководство, решают вопросы кадров, социально-бытовые проблемы и т. д.

В штат ЦЕРНа входят около 3200 постоянных сотрудников, которые относятся к одной из пяти категорий. В первую категорию входят примерно 100 физиков, ра-

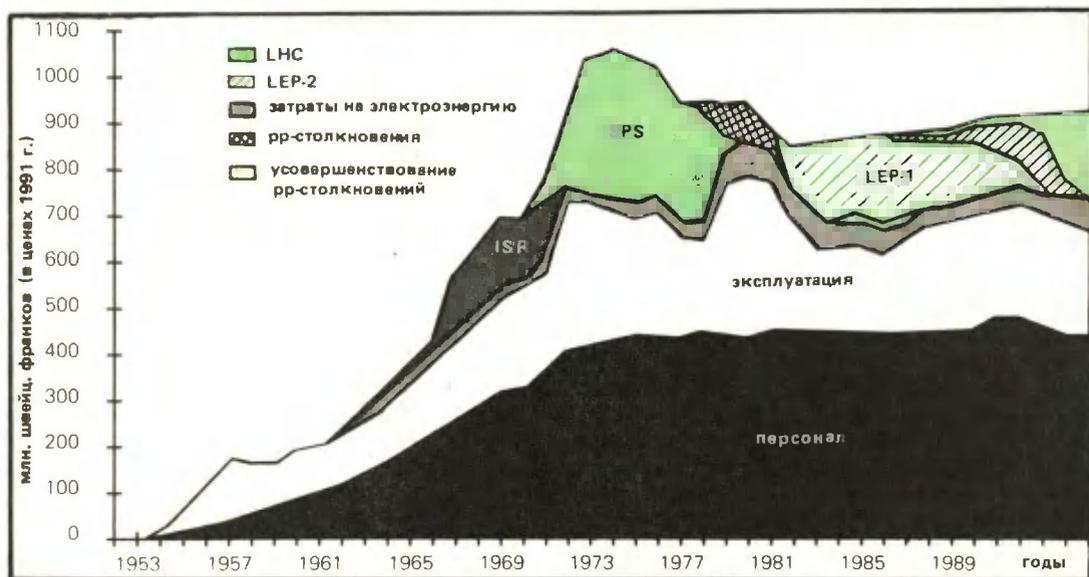
ботающих в ЦЕРНе на постоянной основе и поддерживающих, кроме того, тесные связи ЦЕРНа с национальными лабораториями. Ко второй категории относятся 700—800 физиков, инженеров и специалистов по компьютерам, занятых обеспечением работы ускорителей, детекторов частиц и вычислительных систем. К третьей категории относятся примерно 1000 техников, работающих в различных подразделениях. Далее, около 500—600 рабочих высокой квалификации, занятых в мастерских, где они трудятся над специфическими заказами физиков, которые слишком трудно или дорого выполнить внешним фирмам. Наконец, около 500 управленцев занято финансами, кадрами и прочими административными обязанностями.

Но на самом деле в ЦЕРНе работает вдвое больше людей, чем упомянутые



■ ускорители и экспериментальные установки

■ исследования



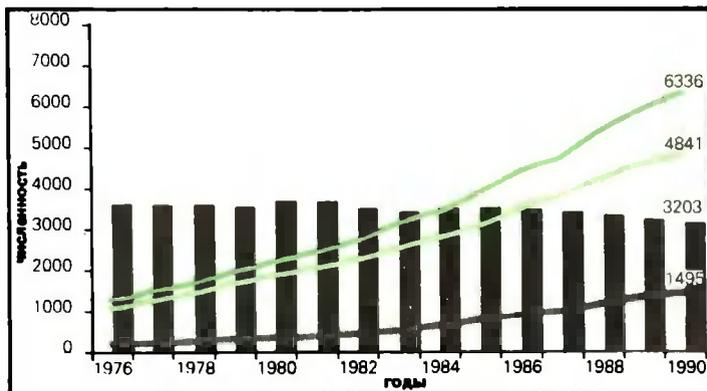
3200 человек. Там трудятся ученые из разных стран (не обязательно участниц ЦЕРНа), которых называют «пользователями» и которые финансируются своими институтами и университетами. Кроме того, в ЦЕРНе работают около 150 молодых (до 35 лет) ученых из стран-участниц. Обычно ЦЕРН оплачивает им двухлетнее пребывание, во время которого они активно участвуют в исследованиях и приобретают необходимый опыт, оказывающийся исключительно ценным для национальных лабораторий и, по мнению Мориса Жакоба, даже для промышленности. Через эту систему стипендиатов за десятилетия своего существования ЦЕРН внес огромный вклад в интеллектуальный потенциал всей Европы.

Основная структура бюджета ЦЕРНа на 1991 г. (вверху) и его эволюция.

ДЕНЬГИ-ФРАНКИ

Если предыдущая глава описывает более или менее обычную структуру управления большой международной организацией (очень похожая существует, например, в Дубне), то сейчас речь пойдет о финансировании ЦЕРНа.

Бюджет ЦЕРНа формируется в валюте страны, где находится его штаб-квартира, т. е. в швейцарских франках (1 швейц. франк=0,7 долл.). По европейским масшта-

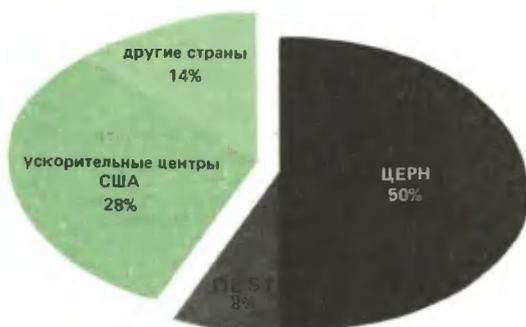


Сравнение численности постоянно-го штата ЦЕРНа (столбики) и «пользователей» из стран-участниц (черная кривая) и других стран (цветная кривая). Общее число «пользователей» представлено цветной кривой. Видно, что если в 1976 г. на трех штатных сотрудников приходилось по одному «пользователю», то сейчас ситуация изменилась — на одного сотрудника приходится два «пользователя». Это, как считают в ЦЕРНе, один из серьезных показателей его авторитета в мире.

бам бюджет ЦЕРНа сравним с бюджетом большого университета. Составляется он из взносов стран-участниц, которые пропорциональны их национальному доходу. Размеры взносов регулярно пересматриваются, отражая экономические тенденции и степень процветания стран-участниц. Как результат четыре страны (Англия, Германия, Италия и Франция) обеспечивают более двух третей общего бюджета ЦЕРНа. Несмотря на это, все страны-участницы имеют равные права в Совете ЦЕРНа.

Полный бюджет ЦЕРНа в 1991 г. составил 891,45 млн. швейц. франков (взносы стран) плюс 17,5 млн. (другие источники). Из них на исследовательскую деятельность было потрачено 211,04 млн., на развитие ускорителей и экспериментальной техники — 456,79 млн., на техническое обеспечение — 139,61 млн. и на административные нужды — 101,52 млн. Бросается в глаза, что львиная доля финансирования (74 %) направляется непосредственно на решение научных задач, в то время как на управление тратится всего 10 % средств. Бюджет ЦЕРНа на 1992 г. планируется в размере 910,27 млн. швейц. франков, причем предусматривается рост зарплат на 5,5 %. Заглядывать в чужие карманы на Западе не принято, но всем хорошо известно, что в ЦЕРНе очень высокие ставки. Это делает его еще более привлекательным для ученых.

В финансовой жизни ЦЕРНа можно выделить три периода. В 1953—1974 гг. бюджет ЦЕРНа постоянно рос, что объясняется укреплением экономического могущества Европы. В этот период в ЦЕРНе были построены три больших ускорителя, о которых в дальнейшем я расскажу подробнее. Каждый из них рассматривался как отдельный проект, под который выделялись дополнительные ресурсы. В 1974 г. бюджет достиг максимума, а затем экономический спад в се-



Диаграмма, демонстрирующая распределение ученых, занятых исследованиями в области физики элементарных частиц в основных научных центрах.

редине 70-х годов привел к значительному его сокращению в последующие шесть лет. В начале 80-х годов страны-участницы решили стабилизировать бюджет на достигнутом уровне (в сопоставимых ценах). Проект сооружения четвертого ускорителя был принят Советом ЦЕРНа при условии, что штаты сотрудников и общий бюджет не возрастут.

ЦЕРН И ПРОМЫШЛЕННОСТЬ: СИЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Итак, Европа вкладывает большие деньги в ЦЕРН, а через него в развитие фундаментальных исследований. И это не благотворительный акт — нас уже давно убедили в том, что экономическая система Запада прагматична и потому жизнеспособна. Что же побуждает помещать капитал в фундаментальную науку?

Отвечая на такой вопрос, обычно приводят яркие примеры непосредственного применения достижений науки в обычной жизни. Скажем, исследовательская лаборатория разрабатывает новые типы ускорителей для исследования глубинных свойств ма-



Флуоресцирующая под действием космических лучей композиция французского скульптора С. Моро в приемной ЦЕРНа.

терии, а разработанная при этом техника позволяет строить небольшие дешевые ускорительные установки, применяемые, например, для диагностики и лечения различных заболеваний, ионной имплантации при производстве легированных полупроводников, микролитографии, стерилизации медицинских инструментов и т. д. и т. п. Или: для огромных ускорителей ученые разрабатывают сверхпроводящие магниты, а потом мы читаем о проектах поездов на магнитной подушке, а по телевизору показывают спуск на воду первого корабля, который будет парить над водой благодаря известному эффекту «гроба Магомета».

Число таких примеров чрезвычайно велико. Но приходится порой слышать и противоположные утверждения, что фундаментальная наука здесь, в общем-то, ни при чем:

человечество так или иначе к этому бы пришло, отвечая на свои насущные потребности. Но история не знает сослагательного наклонения. В этом плане интересно высказывание известного голландского физика Х. Казимира, на которое я наткнулась в одном из подаренных мне черновских буклетов (к слову, уже по подбору этой цитаты видно, насколько профессионально они сработаны). Проф. Казимир работал с Н. Бором и В. Паули, занимался квантовой механикой, ядерной физикой, термодинамикой, магнетизмом, прикладной математикой. Он был президентом Нидерландской академии наук и Европейского физического общества. Его именем назван тонкий физический эффект. Словом, без всяких натяжек Казимира можно отнести к ярким представителям фундаментальной науки. С другой стороны, он был директором исследовательской лаборатории знаменитой фирмы «Филлипс» в Эйндховене. Вот его мнение о связи фундаментальной науки с промышленными разработками:

«Конечно, можно предаваться праздным размышлениям относительно того, могли ли люди, не упражнявшиеся в квантовой механике и теории электронов в твердом теле, не внесшие вклада в эти науки, дойти до идеи транзистора. Но случилось так, что изобретатели транзистора были людьми сведущими в науке и внесли весомый вклад в квантовую теорию твердого тела.

Можно спросить: были бы открыты атомные ядра и скрытая в них энергия в процессе поисков новых источников энергии? Возможно, но все случилось иначе. Сначала были Кюри, Резерфорд, Ферми и многие другие.

Можно задаться вопросом, могла ли появиться электронная промышленность без предшествующих открытий электрона Томсоном и Лоренцем. И снова, возможно, но случилось все по-другому.

Можно спросить даже: а не могли бы индукционные катушки для автомобильных моторов быть сделаны неким предприятием, производящим моторы, а потом уже открыты законы электромагнитной индукции? Но реальность такова, что законы электромагнитной индукции были открыты Фарадеем задолго до появления автомобилей.

Или потребность в быстрой связи. Могла ли она привести к открытию электромагнитных волн? Но открыты они были на другом пути. Их обнаружил Герц, захваченный красотой физических законов и теоретическими исследованиями Максвелла.

Я думаю, едва ли можно найти пример, когда бы нововведения XX столетия

не были основаны на фундаментальных теоретических исследованиях».

После такой цитаты разговор о пользе фундаментальной науки и о том, что она принесет в будущем, выглядит, мягко говоря, праздным. Многие считают, что она уже авансом окупила все затраты на нее и имеет права на доверие общества¹. И тем не менее...

В ЦЕРНе я присутствовала при встрече депутата Российского парламента, члена официальной делегации (кстати, физика по образованию) с Оскаром Барбалой, возглавляющим отдел по связям ЦЕРНа с промышленностью. Необычайно живой, увлеченный своим делом человек, Барбала подробно рассказывал нашему депутату о проведенных по заказу ЦЕРНа двух исследованиях экономического эффекта, извлекаемого промышленностью от сотрудничества с ЦЕРНом. Оказалось, что каждый франк, потраченный ЦЕРНом на заказы фирмам, «генерирует» от 3 до 4 франков дохода этих фирм по другим контрактам. Аналогичное исследование, проведенное Страсбургским университетом по заказу Европейского космического агентства, привело к сходным результатам. Этот факт показателен: по-видимому, таково реальное влияние современной науки, будь то физика высоких энергий или космические исследования (правда, в некотором смысле ракеты и ускорители не так уж далеки друг от друга — и там, и здесь используются достижения криогенной и вакуумной техники, электроники, сверхсовременные компьютерные системы). Барбала упомянул еще об одном экономическом анализе, выполненном в США по инициативе Л. Ледермана, в то время директора Национальной лаборатории им. Э. Ферми. В отличие от церновского анализа, который можно назвать микроэкономическим (было обследовано 160 фирм из 519 сотрудничающих с ЦЕРНом), в США был проведен макроанализ — подсчитан вклад современной физики в валовой национальный продукт США. Он был оценен ни много ни мало в 25 %! И это только то, что внесла физика в процветание американского общества, а ведь есть еще биология, химия, медицина, информатика...

Думаю, что это не могло не произвести впечатления на официального представителя России, посетившего ЦЕРН. Но его волновал вопрос, покажутся ли такие доводы убедительными для его избирателей? Ведь обогащаются фирмы (в нашей прежней терми-

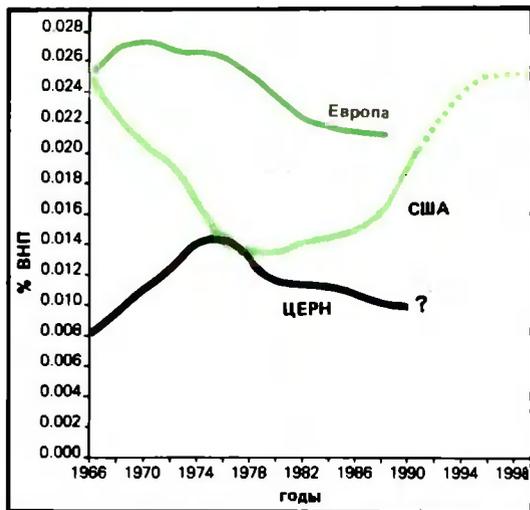
нологии — капиталисты!). Нет ли примеров более прямых выгод от деятельности ЦЕРНа? А вот это уже непонятно господину Барбале. Выполняя заказы ЦЕРНа, фирмы создают дополнительные рабочие места, применяют полученный опыт в новых устройствах и технологиях, выбрасываемых на рынок, и тем самым способствуют улучшению жизни всех членов общества. И это, видимо, трудно объяснить нашим избирателям и тем «диким» предпринимателям, которые пока успешно научились в основном извлечению денег из «воздуха», за счет обнищания всего остального населения.

Я не уверена, что проблемы развития фундаментальной науки стоит обсуждать на митингах и предвыборных собраниях. В конце концов, на всенародном референдуме можно решить, при соответствующей агитации, что Земля плоская. Объяснять обществу, почему наука стоит затрат на нее, — дело кропотливое, которым должны методично заниматься и ученые, и журналисты. Вопросы нашего депутата и его беспокорство по поводу реакции избирателей особенно отчетливо высветили в моем сознании, сколь низко пал в нашей стране престиж науки.

Беседуя с тем же Оскаром Барбалой, я интересовалась в первую очередь механизмом взаимодействия ЦЕРНа с промышленностью. Допустим, спрашивала я, ученые ЦЕРНа создали нечто совершенно новое. Каким образом это новое проникает в индустрию? Эту же проблему я неоднократно затрагивала в беседах с нашими учеными, занимающимися к тому же крупными административными постами. Выводы обычно были неутешительными. Интересы промышленности к разработкам, ведущимся в научных институтах, никто не отмечал. В самом слове «внедрение», существующем у нас в языке для общения с промышленностью, заложено нечто насильственное — ученые должны довести свое детище чуть ли не до серийного производства, и, возможно, тогда промышленностью соизволит заинтересоваться результатами их труда и все остальное возьмет на себя. Барбала нарисовал мне совершенно иную картину, из которой следовало, что упомянутое слово «внедрение» даже невозможно перевести на английский язык.

Политикой ЦЕРНа всегда было получить на рынке то, что предлагает промышленность. Заказ с необходимой спецификацией рассылается фирмам в страны-участницы, затем из поступивших предложений отбираются оптимальные по техническим характеристикам, срокам исполнения и цене. Этот механизм хорош, когда необходимая

¹ Фаддеев Л. Д. Научное мировоззрение и «Природа» // Природа. 1991. № 1. С. 3—5.



Тенденции в финансировании исследований по физике высоких энергий за последние 25 лет в Европе и США (в процентах от валового национального продукта). Резкое увеличение средств, отпущаемых на эту область науки в США за последние годы, связано с решением о сооружении сверхпроводящего суперколлайдера [SSC].

технология уже освоена индустрией. Однако во многих случаях для исполнения заказов ЦЕРНа необходима совершенно новая технология. В течение многих лет такими разработками ЦЕРН занимается сам, а потом передает их заинтересованным фирмам, стимулируя тем самым производство с применением новейших технологий, но при умеренных затратах. «Мы не в состоянии соревноваться с военными, которые могут позволить себе платить большие деньги за нужное им изделие. И в этом отношении наши военные ничем не отличаются от ваших, — говорит Барбала. — Ученым же приходится изощряться в поисках технических решений, пускать в ход все свое воображение, чтобы возместить тем самым недостаток средств. Это еще один урок, который мы можем преподать промышленности.»

Еще один возможный механизм взаимодействия с промышленностью — совместные разработки. К нему особенно активно прибегают сейчас, когда в планах ЦЕРНа стоит такая серьезная задача, как осуществление проекта адронного коллайдера LHC. Европейская промышленность должна освоить выпуск его главных компонентов — сверхпроводящих магнитов. Многие фирмы уже заинтересовались такой перспективой, но, что интересно, откликнулись на такую возможность в Испании, где никогда не занимались выпуском сверхпроводящих маг-

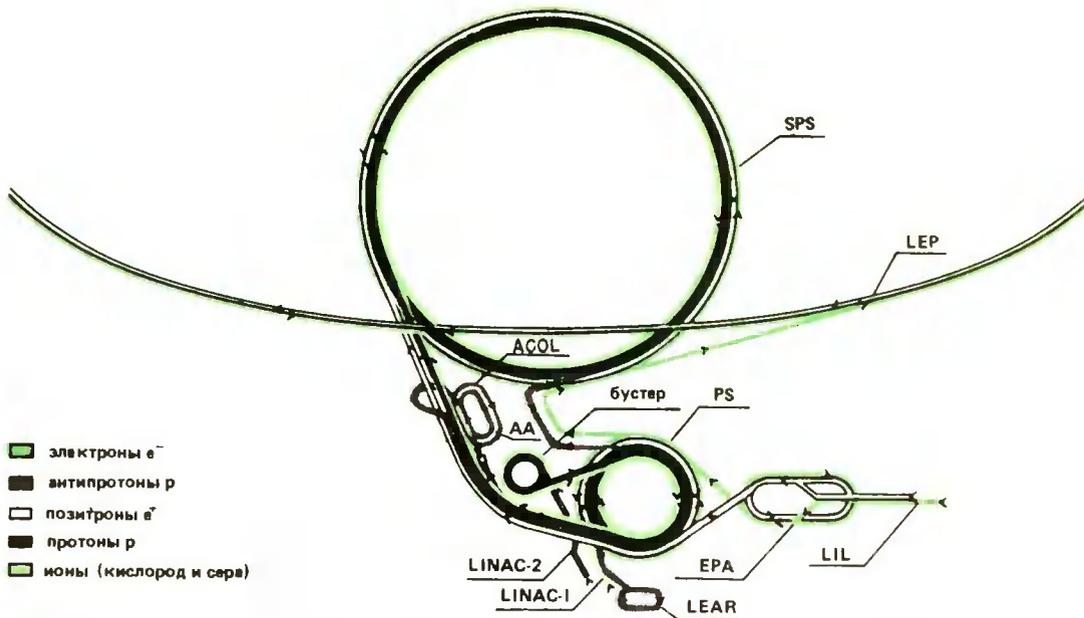
нитов. Однако испанское правительство хотело бы развивать современные производства и обратилось к ЦЕРНу с просьбой о помощи в освоении соответствующих технологий. Необходимые соглашения уже заключены.

Преимущества сотрудничества с ЦЕРНом хорошо осознаны европейской промышленностью — заказ от этой организации не просто выгоден, но и повышает репутацию фирмы. Однако ЦЕРН — это не только обширный рынок с объемом ежегодных заказов на сумму порядка 300 млн. франков, но и прекрасная школа для повышения квалификации инженеров и технического персонала.

В заключение еще одно интересное замечание Барбалы. Посетив 12 лет назад Китай, только что освободившийся от пут маоизма, он был потрясен тем, что в этой обремененной экономическими проблемами стране решили развивать физику элементарных частиц. Почему? Одна из причин в том, что эта область исследований является генератором высоких технологий. Но кроме того, физика элементарных частиц чрезвычайно притягательна в интеллектуальном плане, поэтому, развивая ее, можно удерживать лучшие умы в пределах страны. Да, Восток — дело тонкое, но вернемся в ЦЕРН.

СЕРДЦЕ ЦЕРНа — ЕГО УСКОРИТЕЛИ

Экспериментальные установки ЦЕРНа — то главное, ради чего собирався квалифицированный и высокооплачиваемый персонал, ради чего раскошелились правительства стран-участниц. Они образуют единое целое, являя собой уникальный пример реализации хорошо продуманной и самой крупной в мире программы исследований в области физики элементарных частиц. Такая концентрация ускорителей частиц имеет очевидные преимущества. ЦЕРН стал точкой притяжения всех физиков. Развитая инфраструктура, общая для всех ускорителей, позволила избежать дополнительных расходов, продлить время жизни каждого из них и наладить высокоэффективное международное сотрудничество. Некоторые из устаревших ускорителей обрели вторую молодость, перейдя на обслуживание более совершенных установок. Из примерно 8 млрд. швейц. франков, вложенных в ускорители ЦЕРНа в 1955—1990 гг., около 5 млрд. все еще продолжают активно «работать», будучи воплощенными в поныне действующие установки. Этот показатель необычайно велик: ведь старение идей и приборов в науке идет еще быстрее, чем в промышленности.



Система действующих ускорителей ЦЕРНа (цветом указаны различные типы ускоряемых частиц, стрелками — направления их движения). Первый большой ускоритель ЦЕРНа PS, сооруженный в 1959 г., служит сейчас для предварительного ускорения частиц разных типов, которые затем инжектируются в более мощные установки: протоны, антипротоны и тяжелые ионы в SPS, лептоны (электроны и позитроны) в LEP. Два линейных ускорителя LINAC-1 и -2 питают PS протонами и ионами, которые предварительно ускоряются до энергии 1 ГэВ в бустере диаметром 50 м. Источником антипротонов служит аккумулятор антипротонов AA, который снабжает этими частицами эксперименты на ускорителе SSC и LEAR — уникальной установке, где антипротоны замедляются для изучения свойств антиматерии при низких энергиях. Лептоны производятся в линейном ускорителе LIL (его длина 100 м, энергия 0,6 ГэВ). Затем они инжектируются в небольшой электрон-позитронный аккумулятор EPA, а после накопления в нем ускоряются в PS до энергии 3,5 ГэВ и в SPS до 22 ГэВ, а уже оттуда попадают в LEP.

Наиболее яркий пример — первый большой ускоритель ЦЕРНа, протонный синхротрон PS (Proton synchrotron), ради которого и был создан ЦЕРН. Его сооружение началось в мае 1954 г., а в ноябре 1959 г. установка вступила в строй. Протоны ускорялись в ней до энергии 28 ГэВ; до этого рекорд (10 ГэВ) принадлежал ускорителю в Дубне. Для целей физики протонов ускоритель использовался без перерыва вплоть до 1975 г. В нем была применена традиционная схема — бомбардировка неподвижной мишени пучком ускоренных протонов. В настоящее время он служит для предварительного ускорения частиц разных типов, которые затем поступают в более мощные ускорители.

Вторым ускорителем ЦЕРНа стала установка ISR (Intersecting storage rings — пересекающиеся накопительные кольца) — первый в мире протонный коллайдер, в котором сталкивались частицы, летящие навстречу друг другу. Такая схема дает огромный выигрыш в полезной энергии по сравнению с ускорителями с неподвижной мишенью. Появление ISR было вполне естественным развитием той линии в физике элементарных частиц, которой суждено было стать генеральным направлением подобных исследований. Сооружение ISR началось в июле 1966 г., а в январе 1971 г. на коллайдере начались эксперименты. За 12 лет работы были получены отличные результаты по столкновениям протонов при недостижимых до того энергиях. В июне 1984 г. коллайдер ISR был закрыт по финансовым причинам.

Третий большой ускоритель ЦЕРНа — SPS (Proton super synchrotron — протонный суперсинхротрон) сначала проектировался как ускоритель с неподвижной мишенью. Его сооружение началось в сентябре 1971 г., а закончилось в июне 1976 г. По масштабам он на порядок превосходил своих предшественников. Так, его диаметр 2,2 км против 200 м у PS и 300 м у ISR. В настоящее время SPS работает как протон-антипротонный коллайдер с энергией сталкивающихся пучков около 315 ГэВ. Превращение ускорителя с неподвижной мишенью в ускоритель на встречных пучках произошло в

1978—1981 гг. Именно благодаря этой трансформации в ЦЕРНе были открыты знаменитые бозоны W^+ , W^- и Z^0 , переносящие слабые взаимодействия. За это открытие два физика из ЦЕРНа — Карло Руббиа и Симон ван дер Меер — были удостоены Нобелевской премии в 1984 г.

Четвертый ускоритель ЦЕРНа — LEP (Large electron-positron — большой электрон-позитронный коллайдер) был заложен в июле 1983 г. и завершен в июле 1989 г. Пока это самый большой в мире ускоритель на встречных пучках — длина его окружности 27 км. Первоначально энергия пучков была равна 55 ГэВ, но, оснастив коллайдер сверхпроводящими магнитами, ученые подняли энергию электронов и позитронов до 90 ГэВ. Системы ускорителя установлены в туннеле, расположенном под горным массивом Юра по обе стороны франко-швейцарской границы. Сооружение туннеля в скалистой породе само по себе было трудной задачей: я помнила это по прежним публикациям в «ЦЕРН-Курьере» и «Природе». Спускаясь под землю, я ожидала увидеть нечто серо-грязное, похожее на туннели метро между станциями. Но ничего подобного. Огромный туннель LEP, напичканный тысячами разноцветных «железок», блистал идеальной чистотой и порядком. Большого опыта прогулок по ускорителям у меня нет: до того мне довелось побывать лишь в строящемся туннеле ускорителя в Протвине. И все же я не преминула поделиться восхищением с сопровождавшим меня Нилом Калдером. Ответ был кратким: «Это же Швейцария!»

Стоял конец ноября, был листопад, но в парках Женевы все так же зеленели лужайки, а кипы желтых листьев аккуратными кучками лежали за специальными загородками. Аккуратность швейцарцев, как видно, простирается и на 150 м под землю. (Правда, рассказав это одному из наших физиков, я услышала в ответ историю о посещении Лаборатории им. Э. Лоуренса в Беркли. Бетонные стены экспериментального зала не были отделаны, и американские хозяева сказали: «В Европе все это покрасили бы в желтый и голубой, а у нас, как и у вас, и так сойдет: главное, что все работает». И это — тоже правда.)

Сейчас ЦЕРН стоит на пороге «пост-лэповской» эры, но проект следующего ускорителя ЦЕРНа — большого адронного коллайдера LHC — сюжет для отдельной статьи.

Особо следует отметить детекторы элементарных частиц — огромные сооружения, обитые проводами, похожими на гигантские разноцветные спагетти. В них воплощены мастерство и выдумка ученых и инженеров многих стран, в том числе и нашей. На установке LEP смонтированы четыре детектора: ALEPH, OPAL, DELPHI и L3. На двух последних, наиболее изоциренных, работает довольно многочисленная команда физиков из Дубны, Протвина и Москвы. Сотрудничество ЦЕРНа с нашими крупнейшими институтами ведется уже много лет и реализовалось в научных результатах высокого уровня. В нынешней сложной экономической обстановке ищутся новые механизмы дальнейшего общения с ЦЕРНом. Вопрос этот очень непрост, и на сегодня не существует единого подхода к его решению. «Природа» попытается обсудить его на своих страницах, а пока о последнем (на февраль 1992 г.) сообщении из ЦЕРНа: после переговоров, проведенных там Б. Г. Салтыковым, ЦЕРН выделил 600 тыс. франков на содержание команды из 30 наших физиков. Что ж, по крайней мере мы не останемся полностью отрезанными от современных ускорительных установок.

В заключение слово генеральному директору ЦЕРНа К. Руббиа: «ЦЕРН прославился тем, что образцово завершил все свои большие проекты. Сооружая обычные ускорители и коллайдеры, которым мы обязаны прогрессом в понимании тончайших структур материи и сил между ними, ЦЕРН сыграл лидирующую роль в современном развитии физики элементарных частиц. Именно в Европе был совершен решающий шаг по направлению от ускорителей с неподвижной мишенью к ускорителям, где встречные пучки вращаются в одном кольце навстречу друг другу. Это привело к гораздо более эффективному использованию энергии...»

С электрон-протонным коллайдером HERA в Гамбурге, запущенным в 1991 г., с подземной лабораторией Гранд Сассо в Италии, где наблюдают результаты работы непревзойденного ускорителя, каковым является наше Солнце, и с протонным коллайдером LHC, который будет строиться в этом десятилетии в туннеле LEP, Европа вплоть до следующего столетия с очевидностью гарантирует себе блестящие перспективы в одной из самых многообещающих областей науки».

Дубна — младшая сестра ЦЕРНа

ВМЕСТО ПОСЛЕСЛОВИЯ

В самолете Аэрофлота, выполняющем рейс Женева — Москва, меня быстро вернули на нашу грешную землю. Сыр за обедом подавали еще швейцарский, но озабоченность и суетливость моих попутчиков была наша, родная — мыслям мы все были уже на Родине.

Разговор с соседом по салону, оказавшимся представителем научных кругов Грузии, коснулся Дубны. Случайность! Но, как авторитетно утверждал Волад, даже «кирпич ни с того ни с сего никому никогда на голову не свалится». И правда, как после посещения ЦЕРНа не вспомнить его младшую сестру — Дубну, попавшую в очень непростое положение после грандиозных политических перемен в Восточной Европе и у нас в стране!

Эта заметка никоим образом не претендует на полное освещение нынешних проблем Объединенного института ядерных исследований. Она — лишь информация к размышлению, почерпнутая из газеты «Дубна» и неформальных бесед с сотрудниками ОИЯИ. Более глубокий и объективный анализ процессов, которые в Дубне уже пошли и успели зайти довольно далеко, требует специального обсуждения.

Г ОВОРЯ о ЦЕРНе, невозможно не вспомнить и не сравнить его с Дубной. 26 марта 1956 г. было подписано Соглашение об образовании Объединенного института ядерных исследований (ОИЯИ), международного физического центра социалистических стран: Албании (вышла в 1962 г.), Болгарии, Венгрии, Вьетнама, ГДР, Китая (вышел в 1962 г.), Кореи, Кубы (вступила в 1976 г.), Монголии, Польши, Румынии, СССР, Чехословакии. Сейчас обязательства ГДР пока выполняет объединенная Германия. В декабре 1991 г. вместо СССР в ОИЯИ вступили Беларусь, Россия и Украина, в начале 1992 г. поступили заявления и от других стран СНГ.

По целям и задачам ОИЯИ во многом схож с ЦЕРНом: обеспечение совместных исследований в области фундаментальной ядерной физики, содействие развитию этой области науки в странах-участницах, созданию собственного научного потенциала. Сходными были и способы финансирования его деятельности, и органы управления, хотя имелись и любопытные различия.

Так, высшим органом ОИЯИ является Комитет полномочных представителей (КПП), куда входили обычно министры соответствующей отрасли каждой страны. Ученый совет ОИЯИ — консультативный научный орган, в котором тремя делегатами представлены научные силы стран-участниц. Финансовый комитет также формиру-

ется правительствами этих стран. Как видно, приоритет в управлении ОИЯИ отдавался все-таки представителям национальных администраций, среди которых, естественно, первую скрипку играло правительство СССР в лице Министерства среднего машиностроения. Различались и причины создания этих двух институтов. В 50-е годы у СССР не было особой нужды в объединении усилий нескольких стран. Недаром его доля в финансировании ОИЯИ не опускалась ниже 47%. К моменту создания ОИЯИ в Дубне существовало два больших физических института: Институт ядерных проблем с одним из крупнейших в то время ускорителей протонов и Электрофизическая лаборатория, где заканчивалось строительство гигантского синхрофазотрона на рекордную тогда энергию 10 ГэВ. Оба института были безвозмездно переданы международному центру. Проблема «утечки умов» из социалистических стран не стояла, пока висел «железный занавес». Поэтому создание ОИЯИ было скорее политической акцией, направленной на развитие современной науки в социалистических странах и укрепление дружбы между ними.

В этом утверждении нет и тени иронии, без которой не обходятся сейчас любые публикации о нашем недавнем прошлом. Дубна действительно сыграла большую роль в научной жизни социалистических стран. Она позволила воспитать

целое поколение ученых, помогла этим странам создать собственную научную базу. С другой стороны, весомым был вклад ученых из социалистических стран в успехи ОИЯИ, многие из них провели в Дубне по пять, а то и по десять лет. Было время, когда в странах-участницах выстраивалась целая очередь молодых физиков, претендующих на место в ОИЯИ. По сути дела, Дубна так и осталась единственным научным центром нашей страны, накопившим бесценный сейчас опыт международного сотрудничества и создавшим соответствующие эффективные службы.

Дубна во многом похожа на ЦЕРН и во многом от него отличается. Улицы в Дубне также носят имена ученых, но в основном советских (единственное исключение — улица Жолио-Кюри). По численному составу ОИЯИ близок к ЦЕРНу, разве что заметно меньше доля людей, работающих временно и, соответственно, больше доля постоянных сотрудников. Но если ЦЕРН развивался как специализированный центр физики частиц, то Дубна рассматривалась как широкопрофильный институт, ведущий исследования по всем направлениям физики микромира. Помимо физики частиц и теоретической физики, характерных и для ЦЕРНа, здесь развивались, и довольно успешно, такие направления, как физика тяжелых ионов, нейтронная физика, ядерная физика средних и малых энергий. В условиях ограниченного финансирования (грубо говоря, Дубна получала в пятилетку меньше рублей, нежели ЦЕРН за год франков, а зарплаты сотрудников были стандартными для нашей страны) всем «сестрам доставалось по серьгам». Центральная дирекция ОИЯИ более или менее успешно делила деньги между лабораториями (так традиционно называются крупнейшие подразделения института).

Если говорить о физике элементарных частиц, точнее, о ее экспериментальной базе, то Дубненский синхрофазотрон оказался здесь последней установкой для изучения области высоких энергий: следующий большой советский ускоритель — на энергию 76 ГэВ — был введен в строй в 1967 г. в Протвине. Физика высоких энергий в Дубне перешла на вахтовый метод работы: ученые стали ездить для выполнения экспериментов в ЦЕРН, научные центры США и на другой конец Московской области. Даже в таких условиях ученые Дубны выполнили целый ряд прекрасных экспериментальных работ, создали задел в виде проектов будущих оригинальных установок. Но чем дальше, тем чаще страны-участницы

настаивали на выделении в ОИЯИ приоритетных направлений исследований с тем, чтобы сконцентрировать усилия на более дешевых и, быть может, более близких к прикладным исследованиям, нежели физика частиц, имея в виду направления, реально доступные с точки зрения имеющихся средств.

Сейчас, когда ряд стран-участниц ОИЯИ получили прямой выход на ЦЕРН (Германия, кроме того, имеет и собственный центр физики высоких энергий в Гамбурге — DESY), развитие экспериментальной физики частиц в Дубне их просто не интересует. В январе 1992 г. на очередной сессии Ученого совета ОИЯИ представитель Германии проф. Х. Шоппер (кстати, бывший генеральный директор ЦЕРНа) заявил, что «правительство Германии приветствовало бы такое положение вещей, когда будущие долгосрочные программы были бы не только конкурентоспособными, но и дополняющими программы остального мира» (цит. по газете «Дубна» от 29.01.92). Шоппер считает, что в отношении краткосрочных планов развития собственной научной базы «достигнуто хотя и не всеобщее, но все же согласие — необходимо сконцентрироваться на трех направлениях деятельности: физика тяжелых ионов, физика твердого тела с использованием нейтронов, теоретические исследования». Как известно, Дубна располагает ускорителями тяжелых ионов и реактором на быстрых нейтронах, позволяющими экспериментаторам выполнять интересные работы в отмеченных направлениях. Что касается теоретиков, то летом прошлого года они провели совместно с германскими физиками три рабочих совещания по разным отраслям теоретической физики и выработали программу «Гейзенберг-Ландау», которую Шоппер отметил особо. Так что мнение Германии родилось не спонтанно — оно явно хорошо продумано и взвешено.

Относительно долгосрочных проектов подчеркивалось, что точка зрения правительства ФРГ на будущее Дубны «будет зависеть также от того, какой приоритет дается Объединенному институту России». Программа Дубны должна рассматриваться не только в контексте общих международных программ, но и национальных программ России».

Шоппер отметил высокий потенциал ученых Дубны, подчеркнув, что «сила Дубны — это одна из причин, почему ее нужно продолжать развивать. Для персонала института характерна отличная техническая компетентность, и Дубна является в данной части

мира, насколько я вижу, единственным центром, который создал инфраструктуру для обеспечения деятельности международного коллектива». В то же время он отметил, что «персонал лабораторий еще не осознает, насколько серьезна ситуация» и что «сейчас не время обсуждать, финансировать ли на несколько процентов больше одно или другое направление... Вопрос стоит так: быть или не быть». Шоплер предупредил, что при невыполнении двух важнейших условий — быстрой концентрации усилий на отдельных научных направлениях и разработки конкурентоспособной долгосрочной программы — они не видят причин для того, чтобы продолжать в перспективе поддерживать институт.

Представитель Польши проф. А. Хрынкевич подчеркнул, что сейчас бюджет Дубны в 20 раз меньше бюджета ЦЕРНа. Он также остановился на необходимости концентрации усилий: «Нет ни одной страны, которая может финансировать все научные направления... Почти все полномочные представители на заседании КПП предупреждали о катастрофическом экономическом положении своих стран и о сложном в связи с этим положении института. На ученом совете мы заслушиваем чрезвычайное богатство разных новых дорогостоящих проектов. И мы, как физики, считаем, что они целесообразны, мы их обсуждаем, задаем умные вопросы. Но мне кажется, что сотрудники ОИЯИ, и в этом я согласен с проф. Шоплером, не представляют угрозы ситуации» («Дубна» от 12.02.92).

Говоря о вступлении бывших республик СССР в ОИЯИ, Хрынкевич не высказал особого умиления: «Мы очень рады, что увеличивается число стран, которые становятся членами нашей семьи. Особенно для нас существенна точка зрения России, как страны местопребывания нашего института:

от подхода России зависит в значительной мере будущее ОИЯИ. Приятно слышать, что другие суверенные республики тоже выражают желание войти в состав института. Но это еще не принесет много денег. Ситуация вообще не сильно меняется. И мы принимаем новые страны без обсуждения финансовых условий их членства в ОИЯИ». Представитель Польши заявил о необходимости разработки финансового протокола, определяющего процедуру финансирования ОИЯИ с учетом интересов стран-участниц. «Если такого протокола не будет, — сказал Хрынкевич, — то я вряд ли смогу убедить моих коллег в Польше, что мы должны все-таки в дальнейшем оставаться в Дубне».

Словом, для Дубны настали непростые времена, в отличие от преисполненного оптимизма ЦЕРНа. Вот уж поистине у всех свои проблемы: у кого жемчуг мелкий, а у кого — суп жидкий. Ясно одно: никакой заморский дядюшка не станет просто так спасать российскую науку — Запад готов сотрудничать на взаимовыгодных условиях. Ученые Дубны регулярно получают приглашения за рубеж, некоторые из них выехали на длительные сроки. Поездки помимо чисто научного значения помогают поддерживать более или менее пристойный уровень жизни. Но это — лишь паллиатив, а кардинальные меры — за российскими властями. Похоже, им в первую очередь придется отвечать на гамлетовский вопрос, звучащий не только из Дубны. Быть или не быть российской науке — вот в чем сейчас проблема. И тут велика опасность, что жесткая борьба за источники финансирования пойдет не между институтами или даже отдельными научными направлениями, а между «сильными» личностями. Это мы уже проходили и знаем наверное: пользы от этого науке не будет никакой.

Экологическая онкология

В. В. Худoley



Вениамин Викторович Худoley, доктор медицинских наук, член-корреспондент Академии естественных наук, руководитель лаборатории генетической токсикологии и экологии Научно-исследовательского института онкологии им. проф. Н. Н. Петрова Российской АМН. Член Американской и Европейской ассоциации исследователей рака, член Научного совета Всемирного института экологии и рака. Область научных интересов — химический канцерогенез, генетическая токсикология, биотестирование, биоиндикация и мониторинг канцерогенов в окружающей среде. Один из создателей сравнительно-эволюционной и экологической онкологии. В «Природе» опубликовал статью: Филогенез и онкогенез (1978, № 5).

КАЧЕСТВО окружающей среды, контроль экологической обстановки и взаимоотношения между человеком и природой тесно связаны с профилактикой различных заболеваний, с сохранением Homo sapiens как биологического вида. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, три четверти болезней человека обусловлены экологически неблагоприятным состоянием окружающей среды, нарушениями естественных связей в природе вследствие ее загрязнения продуктами цивилизации. Особую роль здесь играют разнообразные загрязнения, порождающие широкий спектр биологических эффектов и вызывающие различные заболевания (аллергические, токсикозы, эндокринологические, иммунодефициты и т. д.).

Вместе с тем очевидно, что наибольшую опасность для здоровья нынешних и грядущих поколений представляют отдаленные эффекты, в частности мутагенность и канцерогенность, в основе которых лежат нарушения в работе генетического аппарата клетки и механизмов его регуляции. Так более 1500 врожденных заболеваний обусловлены генными мутациями, а 35 % спонтанных абортос вызываются хромосомными aberrациями. Примерно 85 % новообразований человека (в том числе опухоли легких, желудка, кишечника, печени, мочевого пузыря и других органов) связаны с действием химических факторов. Среди причин смерти населения большинства развитых стран злокачественные опухоли занимают второе-третье место, причем заболеваемость ими неуклонно растет. Ежегодно в мире регистрируется 5,9 млн. новых случаев рака (по прогнозам специалистов, к 2000 г. возможен рост до 10 млн.), причем половина из них наблюдается в высококоразвитых странах.

Как мы знаем сегодня, расширение производства удобрений, пищевых добавок, лекарств, увеличивающийся объем промышленных отходов, интенсификация технологических процессов резко повышают химическую нагрузку на биосферу. Известно, что лишь 10 % добываемого сырья превращается в готовую продукцию; остальное

идет в отходы, загрязняющие природную среду. Предполагается, что к 2000 г. производство химических веществ в мире возрастет примерно вдвое по сравнению с нынешним. По расчетам специалистов, ежегодно арсенал химических средств пополняется 250 тыс. новых названий. Сегодня в окружающей среде содержится от 7,8 до 8,6 млн. химических веществ. Из всего этого огромного количества по крайней мере 63 тыс. широко используются в различных сферах жизни.

Все сказанное выше, с одной стороны, и «экологизация» научного мышления, приводящая к осознанию глобальности проблем окружающей среды, — с другой, породили на стыке экологии и онкологии новое научное направление, о котором и пойдет речь.

Экологическая онкология, возникающая на стыке двух наук, медицинской и общепромышленной, изучает взаимоотношения между живыми организмами и их средой обитания, которые могут привести к образованию опухолей. Сюда входит выяснение роли биотопа (физико-химического и биологического окружения) в образовании природных и антропогенных канцерогенов; анализ специфических и неспецифических реакций биоты на их воздействия, а также роли живых организмов в их круговороте и биотрансформации; интегральная оценка и прогнозирование повреждений биоценозов и экосистем под влиянием вызывающих опухоли факторов¹.

Конечная цель этих исследований — разработка методов охраны окружающей среды от факторов, негативно влияющих на экосистемы и вызывающих опухоли у разных организмов, а также предупреждение развития опухолей в различных представителях экосистем, включая человека, животных, растения.

КАНЦЕРОГЕНЫ ВОКРУГ НАС

Начиная с 1775 г., когда английский врач П. Потт установил, что рак кожи мошонки у трубочистов вызывает печная сажа, накопилась масса доказательств роли химических веществ в развитии новообразований. В настоящее время эксперты Международного агентства изучения рака (МАИР), проанализировав около 800 химических факторов, составили перечень агентов, безусловно канцерогенных для человека (группа 1)². Туда вошло 41 химическое ве-

щество (бензол, винилхлорид, асбест, афлатоксины, некоторые стероидные гормоны, а также курение и жевание табака и др.) и 14 производств (выплавка алюминия, газификация угля, резиновая промышленность, подземная добыча гематита и т. д.), в которых канцерогены не идентифицированы. Еще обширнее перечень веществ, которые с весьма высокой (группа 2А) и высокой (2Б) вероятностью вызывают опухоли у людей. Среди 200 таких наименований — ряд пестицидов, в том числе скандально известный ДДТ, пищевые добавки, разнообразные красители и даже лекарства. Еще в 1887 г. Г. Хатчисон обнаружил первую злокачественную опухоль, вызванную лечебным препаратом мышьяка, указав тем самым на возможный канцерогенный эффект некоторых лекарств.

Одна из важнейших задач экологической онкологии — изучение природных и антропогенных канцерогенов. Первые, имея космохимическую, геохимическую или вулканическую природу, служат источником таких опасных веществ, как полициклические ароматические углеводороды, хром, никель, асбест, мышьяк, радиоактивные изотопы и т. п. Эти агенты заметно влияют на характер онкологической заболеваемости населения. Например, рак кожи у жителей провинции Кордоба (Аргентина) вызывается значительным содержанием в воде рудного мышьяка. Массовые заболевания раком кожи наблюдаются и на юго-западном побережье Тайваня, где население почти 60 лет снабжалось артезианской водой с высокой концентрацией мышьяка. Опухоли легких (мезотелиомы плевры) часто встречаются не только у занятых добычей асбеста, но и у проживающих вблизи асбестовых выработок. В 1968 г. на о. Окинава была зарегистрирована чесотка пловцов, сопровождающаяся глубокими эрозиями кожи. Подобные заболевания отмечались и в 1980 г. на Гавайях. Предположили, что чесотку вызывают некоторые виды синезеленых водорослей. Действительно, выделенные из них аплизиатоксин и дибромоплизиатоксин вызывали чесотку, более того, они обладали сильной опухолестимулирующей активностью. Возможная пищевая цепочка (синезеленые водоросли — морские животные — человек) не исключает участия аплизиатоксинов в инициации новообразований у людей. Среди природных канцерогенов известны продукты жизнедеятельности некоторых грибов, бактерий и растений (в частности, это относится к нитрозо-соединениям, микотоксинам и пр.).

Первые искусственные канцерогены

¹ Бькорез А. И., Рубинчик Б. Л. Экология и рак. Киев, 1985.

² IARC. Overall Evaluations of Carcinogenicity. Lyon, 1987.

появились около 500 тыс. лет назад, когда первобытные люди научились добывать и использовать огонь (продукты пиролиза пищевых белков — некоторые гетероциклические амины обладают канцерогенными свойствами). За прошедшие тысячелетия количество искусственных канцерогенов увеличивалось очень медленно. Ситуация круто изменилась с широкомасштабным производством полимеров, красителей, упаковочных материалов, лекарств, горючих материалов, пестицидов. Так, бензола — вещества, вызывающего у людей лейкозы, — ежегодно производится более 12 млн. т.

В настоящее время загрязнение природной среды приняло повсеместный характер. Если еще несколько десятилетий назад существовали экологически чистые районы, то сегодня даже в Антарктиде обнаружены пестициды и соли тяжелых металлов.

Подавляющее большинство химических веществ может попадать в воду и почву, воздух и продукты питания. Например, гидросферу загрязняют сточные воды промышленных предприятий, коммунальные и бытовые стоки, выбросы двигателей судов, захоронения радиоактивных контейнеров, разливы нефти при авариях танкеров и ее добыче в прибрежной зоне и т. д. Наиболее опасны крупные химические катастрофы.

О химических катастрофах у нас заговорили лишь в последние годы³. Это и разливы нефти в результате ее неправильного хранения и транспортировки, выбросы в воздух больших количеств окислов азота, продуктов белково-витаминных комбинатов, горы ядохимикатов и т. д. Целлюлозно-бумажная промышленность регулярно отравляет воду рек и озер фенолами. А ведь при хлорировании воды в присутствии окислов железа (а где их нет?) образуются канцерогенные бифенилы, которые попадают в организм.

Другая группа антропогенных канцерогенов — химическое оружие. До сих пор на вооружении ряда армий находится «горчичный газ» (иприт), отнесенный экспертами МАИР к группе 1. Достоянием общественности стали сведения о затоплении союзниками в Балтийском море в 1945—1947 гг. сотен тысяч тонн боеприпасов, содержащих табун, зарин, фосген, горчичный газ. Срок годности металлической упаковки — 60—70 лет. Если содержимое этих емкостей попадет в воду одновременно, все живое в Балтийском море погибнет; при посте-

пенном же поступлении этих ядов (что более вероятно) нельзя исключить не только гибель моря, но и вымирание населения прибрежных регионов от хронических отравлений и злокачественных опухолей. Во время войны во Вьетнаме армия США широко использовала экологическое оружие — гербициды военного назначения, например известный дефолиант «Orange Agent», содержащий чрезвычайно опасный диоксин⁴. Мало изучены отдаленные последствия так называемых диверсионных ядов — фторацетатов. До сих пор не преданы гласности результаты изучения последствий аварии на заводе химического оружия в Новосибирске весной 1979 г.

Но химические катастрофы и военные действия с применением химического оружия — не главный источник антропогенных канцерогенов. Гораздо опаснее постоянное воздействие некоторых химических соединений, находящихся в среде обитания человека. В Западной Европе ежегодно расходует 1 млн. т асбеста, безусловного канцерогена, с которым контактируют не только рабочие асбестодобывающей промышленности, но и занятые в других областях: дорожном строительстве, производстве шин и т. д. Широко применяется и винилхлорид (прежде всего в производстве полимерных материалов) — также канцероген из группы 1. Все это — бомбы замедленного действия, и число подобных примеров легко увеличить.

ЭФФЕКТ КАНЦЕРОГЕНОВ

Опухолевый рост — весьма распространенное в природе явление. У стоящих на различных ступенях эволюционной лестницы животных нет ни одной крупной таксономической группы, свободной от опухолей. У червей и насекомых, моллюсков и рыб, лягушек и птиц описаны многочисленные злокачественные новообразования, возникшие под влиянием канцерогенов⁵. Действие канцерогенов также носит общебиологический характер. Оно основано на их способности влиять на деление и дифференцировку клеток, органогенез и наследственную изменчивость, вызывая структурные и функциональные нарушения (вплоть до развития опухолей).

⁴ Фокин А. В., Бабиевский К. К. Уничтожение химического оружия // Природа. 1992. № 5. С. 16—25.

⁵ См., например: Плисс Г. Б. Онкогенез и канцерогенные факторы у низших позвоночных и беспозвоночных животных // Экологическое прогнозирование. М., 1979. С. 167—188.

³ Оксенгендлер Г. И. Химические аварии // Природа. 1992. № 2. С. 31—42.

Токсический эффект загрязнений часто поражает не только специалистов. Скажем, при печально знаменитой аварии танкера «Амоко Кадис» вследствие разлива нефти (основной источник канцерогенных полициклических углеводородов) все побережье Бретани было усеяно трупами птиц, рыб, моллюсков.

Тератогенные эффекты (аномалии и пороки развития) канцерогенных загрязнений изучаются достаточно широко как в полевых и эпидемиологических исследованиях, так и в эксперименте. Так, среди 25 тыс. миксин, выловленных в Швеции в 1972—1975 гг., отмечены разнообразные уродства, которым часто сопутствовали опухоли печени, поджелудочной железы, кожи и мягких тканей. Оказалось, что незадолго до этого в районе вылова произошел сброс сточных вод промышленных предприятий, содержащих полихлорированные бифенилы и хлорированные пестициды. В популяции крупных неотенических личинок тигровой саламандры, обитающей в лагуне Риз (штат Техас, США), куда сливали горячее с расположенной поблизости военно-морской базы, обнаружено до 40 % аномалий развития и опухолей.

О генетических последствиях воздействия химических загрязнителей в последние годы стало много известно. Например, у жен рабочих, занятых на производстве винилхлорида, уменьшена частота зачатий. Еще не так давно американские фирмы поставляли в страны Латинской Америки детские пижамы и пеленки, пропитанные специальным составом — трис-(2,3-дибромпропил)фосфатом, препятствующим возгоранию. Первые сигналы о вреде этого соединения были получены при испытании его мутагенных свойств, а вслед за тем установили и канцерогенность в экспериментах на животных. В Японии до недавнего времени широко применялся консервант соевого молока и рыбных сосисок АФ-2, оказавшийся очень сильным мутагеном. Когда это выяснилось, его повсеместно запретили. В последние 30 лет для лечения шистозоматоза применяли различные лекарства, но наибольшей популярностью пользовался гикантон — его получили более 300 тыс. детей, а это, как удалось установить, чрезвычайно мутагенное вещество. Вообще корреляция между канцерогенными и мутагенными свойствами химических соединений очень велика; подавляющее большинство канцерогенов — это мутагены, увеличивающие так называемый генетический груз в популяциях человека, животных, растений.

Мнение о том, что рак — это приспособ-

ительная реакция на воздействия факторов окружающей среды (или изменение ее условий), возникшая в ходе эволюции и претерпевшая на протяжении длительных геологических эпох существенные изменения, в результате чего она выродилась в атактистическую, — прежде высказывалось неоднократно⁶. Изучение филогенетически наиболее древних адаптивных реакций на разнообразные воздействия факторов окружающей среды показало, что возникающие у низкоорганизованных первичноводных животных зародыши и образования из слабодифференцированных автономных клеточных структур ведут к гибели материнского организма, но позволяют пережить неблагоприятные условия среды и сформировать в дальнейшем новые особи.

Вместе с тем, изучая чувствительность животных разных таксонов, мы пришли к выводу, что нет универсальных канцерогенов, способных вызывать опухоли у филогенетически отдаленных видов животных. Даже такие распространенные вещества, как бенз(а)пирен и нитрозоамины, не обладают универсальным опухолеродным действием. Известно, что химические вещества, канцерогенные для одних видов, далеко не всегда проявляют опухолеродные свойства в отношении других. Это обусловлено как особенностями метаболизма, так и, видимо, выработанными в процессе эволюции системами противоопухолевой защиты.

Есть еще один важный экологический аспект проблемы — запрещенные геохимические ассоциации, так называемые микропровинции и дисбаланс элементов, когда канцерогенный эффект обусловлен именно взаимоотношением этих элементов (никеля и меди, цинка и кадмия), содержание которых в среде может быть ниже ПДК.

Самые разнообразные экологические факторы, в том числе и химические загрязнители, участвуют в биотрансформации этих или других соединений, изменяя канцерогенный эффект (отсутствие его, снижение или повышение частоты появления опухолей, изменение спектра новообразований, сокращение или увеличение латентного периода их развития). Подобное влияние может быть как непосредственным (ингибиторы и индукторы ферментов), так и опосредованным (модификаторы модификаторов). Скажем, представитель поверхностно-активных веществ — сульфанола — резко усиливает образование опухолей у рыб,

⁶ Худолей В. В. // Журн. общей биологии. 1976. Т. 2. С. 242—264.

содержащихся в воде, загрязненной канцерогенным диэтилнитрозоамином.

Известно, что в круговороте канцерогенов участвуют многие (если не все) живые организмы. Некоторые из них аккумулируют канцерогены: полихлорированные бифенилы накапливают устрицы (до 0,26 мг/кг) и рыбы (до 0,57 мг/кг); бенз(а)пирен — устрицы (до 70 мг/кг) и рыбы прибрежного шельфа (до 400 мг/кг). Один из наиболее ярких примеров — последствия накопления ДДТ, использованного для уничтожения комаров на одном из калифорнийских озер. После обработки акватории концентрация ДДТ в воде составила 0,02 части/млн., в планктоне — 10, в планктонных рыбах — 900, в хищных рыбах — 2700 и в птицах, питающихся рыбой, — 2100, т. е. в тканях птиц была почти в 100 тыс. раз выше.

С другой стороны, известно, что многие живые организмы могут включать в свой обмен веществ ксенобиотики (почвенные бактерии, бобовые растения и др.), и именно поэтому так важно изучать участие биотического компонента экосистем в синтезе, аккумуляции, активации и деградации химических веществ, вызывающих новообразования у представителей этих же или других биоценозов.

МОНИТОРИНГ: ДИАГНОЗ И ПРОГНОЗ

Одна из главных задач экологической онкологии — контроль за состоянием канцерогенного загрязнения среды. Такой онкоэкологический мониторинг, как и биологический, разделяют на диагностический и прогностический.

Диагностический мониторинг включает биоиндикацию, сбор данных об уровнях загрязнения биоты канцерогенами и отбор приоритетных видов — так называемых интегральных индикаторов. Для гидросферных загрязнений подобными индикаторами могут служить некоторые виды рыб и моллюсков. Исследуя состояние Невской губы в начале 80-х годов, мы зафиксировали лишь единичные случаи опухоли кожи у рыб⁷. Однако позднее частота таких новообразований существенно возросла, что нельзя не связать с увеличением загрязнения Невской губы и снижением способности водоема к самоочищению. Организмы-индикаторы можно использовать и для количественного определения относительного

уровня загрязнений. Так, для контроля содержания в воде канцерогенных металлов (кадмия, хрома, никеля и др.) служат мидии, для органических канцерогенов — водоросли-макрофиты. В диагностическом мониторинге используют и ряд косвенных показателей, обусловленных биологической активностью химических веществ, которая может быть связана с канцерогенностью.

В прогностическом мониторинге основное место отводится биотестированию, позволяющему выяснять механизмы активации и дезактивации загрязнителей, зависимость «доза — эффект», определять минимально эффективные концентрации и т. д. Используемые организмы-тестеры должны обладать высокой чувствительностью, специфичностью отклика, возможностью быстрой регистрации ответа, простотой содержания в лабораторных условиях, идентичностью или близостью физиологических, биохимических и иных биологических параметров. Однако главная проблема биотестирования канцерогенов — адекватность применяемых систем реальным условиям окружающей среды или корреляция регистрируемых ответов системы с опухолеродными эффектами.

В классической онкологии до последнего времени канцерогенная активность химических веществ определялась в хронических экспериментах на животных (главным образом, грызунах). Но такой метод имеет ряд серьезных недостатков: длительность (опыты на мышах и крысах занимают два-три года), исключительную дороговизну (до 1 млн. долл. на тестирование одного вещества) и, самое важное, низкую «пропускную» способность. Для быстрого выявления канцерогенов предпочтительнее тесты, основанные на регистрации некоторых биологических эффектов, коррелирующих или причинно связанных с канцерогенезом. Среди них наиболее распространены и теоретически обоснованы пробы на мутагенность, поскольку в основе развития большинства опухолей, индуцированных канцерогенами, лежит генотоксический эффект, т. е. повреждение наследственного аппарата клетки, выражающееся в мутациях. Тесты на канцерогены, регистрирующие главным образом генные, геномные и хромосомные мутации, отличаются простотой, быстротой, высокой «пропускной» способностью и сравнительно небольшими затратами. Таким методом в различных лабораториях Западной Европы, США и Японии испытано уже около 20 тыс. химических веществ, в том числе соединения, канцерогенность которых установлена для жи-

⁷ Худолей В. В., Боговский С. П. // Успехи современ. биологии. 1989. Т. 93. № 3. С. 466—472.

вотных. Только в нашей лаборатории за последние 10 лет детально изучено около 300 химических веществ и почти для 30 из них предсказаны канцерогенные свойства.

Как правило, канцерогенные вещества находятся в окружающей среде в незначительных количествах, но действуют комплексно; при этом опухолеродные эффекты усиливаются и продлеваются. Кроме того, в биосфере содержатся и различные модификаторы, влияющие на развитие канцерогенеза и связанных с ним процессов. Осознание этого характеризует новый, интегральный подход к оценке степени канцерогенного риска, особенно эффективный в тех случаях, когда конкретную причину выявить не удастся, так как реальная онкогенная опасность обусловлена взаимоотношением различных факторов и длительностью их воздействия. Отсюда понятно, что онкоэкологический мониторинг нужно проводить комплексно: по компонентам среды (вода, почва, воздух, продукты питания), загрязняющим факторам (асбест, хром, винилхлорид и т. д.) и объектам воздействия.

ПЕССИМИЗМ, РЕАЛИЗМ, ОПТИМИЗМ

Сегодня около 20 % населения страны проживает в зонах экологического бедствия и еще 35—40 % — в регионах, находящихся на грани экологического кризиса. Вследствие непродуманной деятельности человека среда его обитания неумолимо разрушается. Конечно, это разрушение в большинстве случаев непреднамеренное, т. е. не является экоцидом, однако ведет к биоциду и крайней степени его проявления — геноциду — истреблению целых популяций путем создания нетерпимых условий жизни. Некоторые отдаленные последствия экологических изменений (в частности, вызывающих развитие рака) уже необратимы, и поэтому, в принципе, их полная «ликвидация» невозможна никогда. Можно говорить лишь об адаптации биоценозов и экосистем, включая и человека, к новым условиям существования.

Статистика онкологической заболеваемости отражает (с учетом латентного периода развития опухолей) реальное состояние окружающей среды 10—15-летней давности. Специалисты Российского онкологического центра АМН подсчитали, что при сохранении в будущем предшествующих тенденций и неизменности влияющих факторов в 2005 г. в стране заболевают раком 988 тыс. чел. Это очень много. Но в действительности заболевших будет гораздо больше, поскольку химическая нагрузка на био-

сферу растет все быстрее. Таким образом, через 10—15 лет возможен взрыв онкологических заболеваний.

Чтобы предупредить катастрофический рост онкологических заболеваний, необходим целый комплекс мероприятий, реализация которых требует значительных капитальных вложений, существенно превышающих сегодняшние «вливания» (в 1988 г. у нас было израсходовано на охрану окружающей среды 10 млрд. руб., а в США — свыше 80 млрд. долл.).

Один из основных путей защиты биосферы — создание действенной системы всесторонней экологической экспертизы как строящихся и действующих объектов промышленности, так и канцерогенного риска разнообразных загрязнений. Необходим запрет на «экологическую колонизацию» — импорт технологий и оборудования, дающих много отходов, а также ряда далеко не безопасных бытовых химикатов, захоронение на территории России высокотоксичных и радиоактивных отходов, усиливающийся со стороны крупных западных фирм («БАСФ», «Байер», «Монсанто», «Доу кемикл») «пестицидный прессинг» (в Австралии, Пакистане, Индонезии, некоторых штатах США вообще отказываются от применения ядохимикатов):

Оценка канцерогенного риска должна проводиться с учетом принципов экологического регламентирования, а не ПДК для отдельных канцерогенов (это — тупиковый, теоретически и практически не оправданный путь). Здесь весьма перспективны методы биоиндикации и биотестирования с использованием систем «микро-» и «мезо-косма», моделирующих состояние окружающей среды и позволяющих регистрировать и идентифицировать не только сами опухолеродные вещества, но и их интегральный эффект — канцерогенность.

Специалисты подсчитали, что прекращение контакта с канцерогенами, или удаление их из окружающей среды, а также настоящий мониторинг ее онкологических характеристик могут резко (на 70—80 %) снизить число онкологических заболеваний. Однако реализация подобного подхода невозможна без понимания учеными и обществом в целом, что не человек — центр мироздания. Он, при всей его уникальности, лишь часть Природы, и потому пересмотр традиционных антропоцентристских взглядов и переходов к «природоцентризму» в конечном счете направлен на охрану здоровья человека и борьбу с различными заболеваниями, в том числе и онкологическими.

Неопознанные явления — «проделки» плазмы?

С. В. Авакян, В. В. Коваленок



Сергей Вагенович Авакян, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник Государственного оптического института им. С. И. Вавилова. Основные научные результаты связаны с учетом новых физических процессов в аэрономии и физике атмосферы. Один из авторов послеполетной научной интерпретации результатов наблюдений с борта орбитальных станций. Автор ряда монографий.



Владимир Васильевич Коваленок, летчик-космонавт СССР, кандидат военных наук, профессор. Участник трех полетов в космос. Выполнял обширную программу исследований в области оптики околоземного космического пространства, дистанционного зондирования поверхности Земли и акватории Мирового океана. Соавтор семи монографий по результатам орбитальных полетов. Дважды Герой Советского Союза.

ИЗВЕСТНО, что визуально-инструментальные явления, проводимые с борта орбитальных станций, а в последние годы — и с орбитального комплекса «Мир», дают много сведений о неведомых ранее геофизических явлениях. Среди них, например, обнаружение реакции ночной верхней атмосферы на солнечные вспышки, регистрация рассеивающего слоя в мезопаузе (на высотах обычного появления серебристых облаков) в низких и экваториальных широтах и др. Очень важно, что каждое явление, подмеченное и описанное космонавтами, дополнялось затем количественными характеристиками с использованием приборных измерений, выполненных в геофизических обсерваториях. Так визуальная информация находила дополнительное подтверждение.

Явление, описанное в статье, такого подтверждения получить не могло. Но прошло время, и мы решили опубликовать данный факт, дополнив его описание некоторыми комментариями.

Подобные эффекты принято относить к разряду НЛО, которые сейчас так бурно обсуждаются. Часто вспоминают и прежние, широко известные случаи регистрации необычных явлений и объектов. Здесь одно из первых мест, наверное, занимает Петрозаводский феномен. Событие это произошло в ночь с 19 на 20 сентября 1977 г. Около 4 час. утра 20 сентября 1977 г. в районе Петрозаводска на темном небосклоне появилась огромная «звезда», состоявшая из двух светящихся областей: ярко-белой, центральной, и менее яркой голубоватой оболочки. Из центральной части спорадически вырывались разноцветные снопы света, напоминавшие лучи прожектора. Излучение «звезды» пульсировало, и постепенно объект приобрел форму кометы с хвостом в виде лучей. Затем вся светящаяся область начала свое движение в направлении Онежского озера. Цвет объекта менялся от зеленого к голубому, а затем стали различимыми и крас-

¹ Лазарев А. И., Коваленок В. В., Авакян С. В. Исследование Земли с пилотируемых космических кораблей. Л., 1987.

новатые оттенки. Интенсивное свечение продолжалось более 20 мин².

В Отделение общей физики и астрономии Академии наук поступило более 80 письменных сообщений очевидцев этого уникального явления. Оно наблюдалось на огромной территории — от Эстонии и Хельсинки до Мурманской области. Есть свидетельства регистрации не одного, а нескольких объектов одновременно, а также таких особенностей в их движении, как ускорение и зависание.

Сразу после события в газете «Ленинская правда» директор Главной астрономической обсерватории В. А. Крат высказал предположение о пролете метеорита, которое, как выяснилось в дальнейшем, оказалось ошибочным. В зарубежных публикациях Петрозаводское явление связывается с запуском искусственного спутника Земли «Космос-955» с космодрома Плесецк в Архангельской области. Действительно, абсолютное большинство свидетелей зафиксировало время начала Петрозаводского феномена непосредственно после запуска спутника, произведенного в 4 час. 01 мин. 20 сентября 1977 г. Однако напрямую связывать событие только со струей факела и следом ракеты-носителя было бы слишком большим упрощением, не объясняющим ни масштабов, ни особенностей зарегистрированной картины. Впрочем, это с очевидностью следует также из уникальности описанного феномена, хотя запуски ИСЗ аналогичными ракетами-носителями проводились до этого неоднократно. И, наконец, специалисты в состоянии выделить из общего потока сообщений о НЛО явления, непосредственно связанные с запусками спутников.

Причину грандиозности Петрозаводского феномена нам удалось связать с сильнейшим возмущением космической погоды. С 16 сентября 1977 г. отмечались уникальные по силе солнечные вспышки, которые образовали квазикompактную серию-триплет. В геомагнитном поле зарегистрирована мировая буря. Такие особенности в гелиогеофизической активности создают в околоземном космическом пространстве, верхней и средней атмосфере и ионосфере большие возмущения, в том числе ионизацию и оптическое возбуждение. Мы еще остановимся на роли этих возмущений, а сейчас приведем некоторые сведения о наблюдениях НЛО в космосе. Визуальные наблюдения с орбиты низколетящих космических аппаратов ведутся уже много лет. Преимущество таких наблюдений состоит в том,

что при этом исключается влияние нижних слоев атмосферы — облаков, дымки, тумана и т. п. Это позволяет проводить регистрацию различных эффектов (в частности, аномальных) практически в любое время и в любом ракурсе.

Впервые странный светящийся объект, насколько известно, был зарегистрирован в 1965 г. американским астронавтом Дж. Макдивитом с борта космического корабля «Джемини-4». Позднее неопознанные объекты были зарегистрированы и нашими космонавтами. В 1975 г. В. И. Севастьянов в течение нескольких витков наблюдал светящуюся точку (очевидно, это был ИСЗ), двигавшуюся параллельно орбитальной станции «Салют-4».

Шуточный вариант «НЛО по заказу» в 1977 г. был предложен Г. М. Гречко. Оказывается, целая флотилия НЛО появляется за иллюминатором пилотируемого космического корабля после сильного удара по его наружной стенке — это видны ярко светящиеся на Солнце пылевые частицы³, в основном продукты разрушения поверхности космического аппарата. Впервые такие светящиеся частицы наблюдал в 1962 г. астронавт Дж. Гленн при полете на космическом корабле «Меркурий». Подробно это явление описано в 1969 г. В. А. Шаталовым и Г. С. Шониным: частицы видны на расстоянии до 30 м и на обычных высотах полета долго сопровождают орбитальную станцию; иногда из-за несферичности они мерцают.

Необычное явление зарегистрировал на орбитальной станции «Салют-6» один из авторов этой заметки (В. В. К.). Приводим запись в боржурнале за 5 мая 1981 г.

«В 17 час. 53 мин. (± 2 мин) московского декретного времени на удалении от станции 200—300 км или меньше (поскольку я смотрел по вертикали)... увидел ярко горящий шар, идущий практически перпендикулярно к направлению полета. Потом шар принял продолговатую форму вроде дыни, вокруг него стал образовываться тоненький слой голубого дымка, и произошел двойной взрыв с интервалом 0,5 с, сначала передняя часть, а потом задняя. После этого на этом месте на облачность проектировалась в течение 2—3 мин шлея серо-голубого дыма. Это было перед входом в терминатор. Зафотографировать оставшийся дым не представилось возможности.

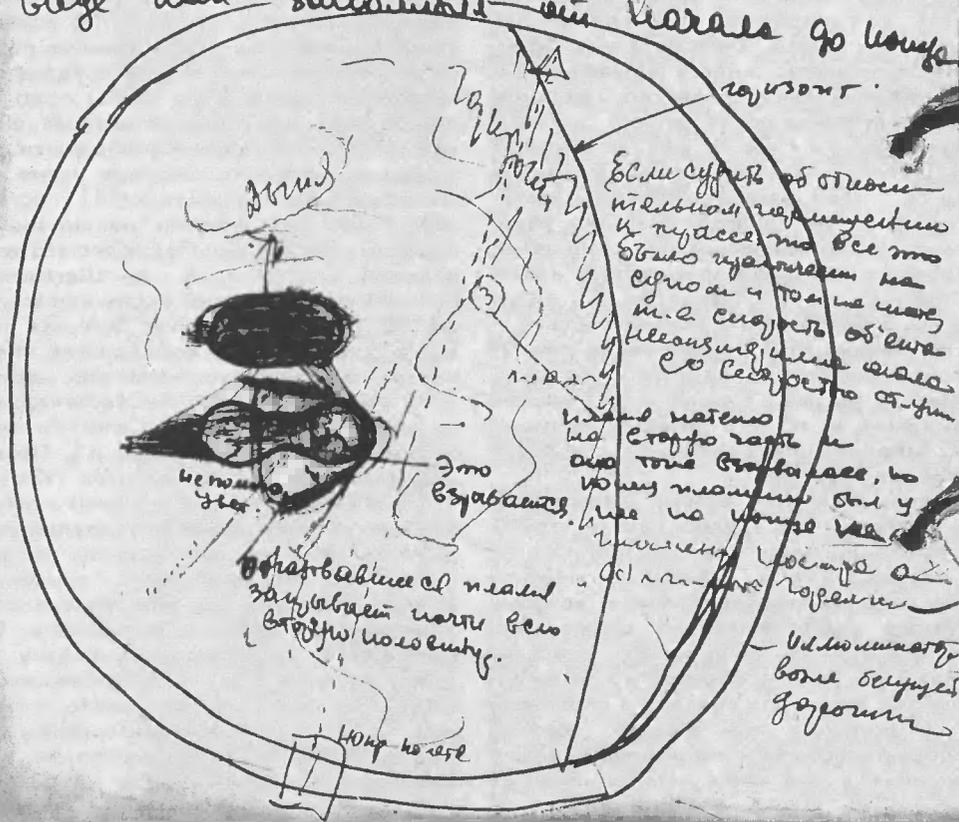
Пламя во время взрыва первой поло-

² Дмитриев М. Т. // Техника и наука. 1978. № 9. С. 34.

³ Климук П. И., Лазарев А. И., Севастьянов В. И., Шаталов В. А. Наблюдения светящихся частиц // Исследования атмосферно-оптических явлений с борта орбитальной станции «Салют-4». Тарту, 1979. С. 143.

потом барьер. После этого на том месте
не наблюдается увеличения в течение 2-3 мин
или среднего дотла. Это было через взрыв
в термитах загромождать равновесие
дотла не представлялось возможным.

После во время взрыва первой половины отды-
חה: участок, увеличилось. После взрыва первой
части оставалось это горение в форме пламени
не менее 2-3 с, потом произошёл второй взрыв
аналогичного цвета (пламени кока). Во время
второго взрыва конец имел заостренную
форму. Попробую зарисовать в том
виде как запомнил от начала до конца



В. В. Коваленко, находясь на борту орбитальной станции «Салют-6», 5 мая 1981 г. наблюдал весьма необычное явление. Фрагменты описания этого явления в бортовом журнале космонавта приведены на этой фотографии.

вины обычное: красное, цвета кока. После взрыва первой части оставалось это горение в форме пламени не менее 2—3 с, потом произошел второй взрыв аналогичного цвета (пламени кока). Во время второго взрыва конец имел заостренную форму. Попробую зарисовать в том виде, как запомнил от начала до конца.

Если судить об относительном перемещении к трассе, то все это было практически на одном и том же месте, т. е. скорость объекта несоизмеримо мала по сравнению со скоростью станции. Пламя натекло на вторую часть, и она тоже взорвалась, но конец пламени не (типа) пламени костра, а автогенной горелки — заостренный, синий, по оценке 1,5 м, а в центре взрыва — такого почти белого цвета.

После взрывов осталась полоса белого дыма, напоминающая связанную за концы гантель. Утолщение на одном конце. Утолщение на другом конце. Дым белесый, как после сгорания магния, именно белый. Форма белого дыма после двух взрывов сохранялась на форме облачности до входа в тень.

Что же это было? Что же это рядом прошло?»

В момент этого явления «Салют-6» находился над океаном у южной оконечности Африки на высоте около 380 км. Мог ли наблюдаемый объект быть искусственным? Вряд ли.

Процесс разделения на части искусственного тела, очевидно, не может происходить через этап образования так называемой «осиной талии». И хотя расстояние от станции до объекта определить, конечно, нельзя, можно предположить (исходя из рассмотрения деталей картины), что его размеры вряд ли выходят за интервал 1—10 км. Наконец, кажущаяся неподвижность объекта, судя по всему, подтверждает предположение о том, что он либо находился далеко, либо действительно был неподвижен относительно атмосферы. Последнее также исключается, если объект искусственный.

Известны попытки связать НЛО с внеземными цивилизациями. Однако в методологическом плане эти попытки сталкиваются сегодня с невозможностью сказать что-либо конкретное относительно существования каких-то иных планетных систем, кроме Солнечной. Поэтому нет основы и для оценок вероятности «встречи» с внеземными посланцами. Современная наука уже умеет экспериментально устанавливать наличие или отсутствие планет у любой звезды, излучающей в далеком ультрафиолетовом или радиодиапазоне волн. В 1966 г. А. М. Молчанов впервые показал, что Солнечная система имеет резонансную структуру⁴. Из этого следовало, что такая нелинейная колебатель-

ная система, как Солнце и его планеты, в процессе достаточно длительной эволюции стремится войти на такой синхронный режим, в котором частоты отдельных процессов, например вспыхивающая активность Солнца или изменение каких-либо параметров планетной системы, находятся в простых кратных отношениях между собой. Так, казалось бы, несущественное (вследствие слабости гравитационного взаимодействия планетной системы и Солнца по сравнению с солнечной активностью) влияние периодического движения планет на солнечные вспышки имеет глубокую физическую причину. Определенные Молчановым резонансы направления в Солнечной системе согласуются с установленной в соответствии с многолетними данными анизотропией солнечных вспышек по числу регистрации случаев солнечных космических лучей.

По нашему мнению, дальнейшие поиски фактов, подтверждающих гипотезу Молчанова (в общем виде она касается эволюции длительно существующей и сложной многокомпонентной системы, в том числе биологической), интересны для различных областей современной науки.

В числе регистрируемых на Земле вспышек на любой фазе цикла активности имеются относительные максимумы (февраль — март, август — сентябрь, май — июнь, ноябрь — декабрь) и минимумы (январь и апрель). Для сильных вспышек максимумы сдвигаются (к июлю и октябрю). Эти выводы соответствуют и данным⁵, полученным с «Салюта-6»: заметно усиление свечения атмосферы и полярных сияний в период с июля по октябрь 1978 г.

Позднее и другие ученые отмечали возможность определять наличие планетных систем у звезд по вариациям их коротковолнового ультрафиолетового и радиоизлучения, однако эта идея до сих пор не привела к каким-либо свидетельствам существования иных планет, кроме известных уже в Солнечной системе. Таким образом, пока что нет оснований для вероятностных оценок существования внеземных цивилизаций, прежде всего из-за отсутствия доказательств того, что у какой-либо из известных звезд имеются планеты. Нет поэтому и никаких реальных оснований связывать НЛО с проявлением инопланетных цивилизаций.

Ученые уже давно задумываются над физической природой НЛО. Так, известный исследователь П. Класс в 1966 г. для дока-

⁴ Молчанов А. М. // Докл. АН СССР. 1966. Т. 168. № 2. С. 284.

⁵ Лазарев А. И., Коваленок В. В., Иванчиков А. С., Авакян С. В. Атмосфера Земли с «Салюта-6». Л., 1981.

Сравнительные характеристики НЛО и шаровых молний

Характеристика	НЛО	Шаровая молния
Цвет	Обычно красновато-оранжевый или голубовато-белый, иногда зеленый	Многоцветный, с преобладанием красного или голубовато-белого
Форма	Круглая, овальная или куполообразная	Сферическая, эллипсоидальная или тороидальная
Движение	Часто парит или медленно перемещается вверх и вниз. Иногда движется горизонтально, медленно или с высокой скоростью	Иногда неподвижна. Двигается вертикально, горизонтально с малой или большой скоростью
Динамика	Часто кажется, что вращается или движется волнообразно. Иногда находится в закрученном состоянии	Испытывает скачки, качание в горизонтальном направлении. Иногда находится в закрученном состоянии
Звук	Беззвучен, иногда жужжание или шипение	Иногда жужжание или шипение
Время жизни	От нескольких минут до получаса	От нескольких секунд до многих минут
Размеры	В ночное время (большинство наблюдений) трудно определяемы, но, по оценкам наблюдений, в диаметре — от баскетбольного мяча до 60 м	В дневное время (яркая часть) до 10 см в диаметре, но есть свидетельства и о значительно больших (до 1,5 м) размерах

зательства плазменной природы НЛО провел сравнительный анализ характеристик НЛО и шаровых молний. Результаты этого анализа⁶ приведены в таблице. Из проведенного сравнения Класс делает довольно очевидное предположение о близости природы большей части НЛО и шаровых молний.

Свидетельством в пользу плазменной природы НЛО служит также реакция на них стрелки компаса, наличие радиоизлучения, а также характер спектра оптического излучения. Для доказательства последнего случая обычно приводят высказывание видного специалиста по молниям М. Юмана о том, что твердому телу соответствует сплошной спектр, в то время как излучение НЛО в отдельных участках спектра свидетельствует в пользу плазменной природы явления.

Гипотеза Класса о НЛО как о плазмоидах (т. е. образованиях из электромагнитного поля и вещества) подверглась критике со стороны Д. Мак-Дональда⁷, которая сводилась к рассмотрению «трудных» вопросов, возникающих и при объяснении плазменной природы шаровой молнии, — о необходимости существования источника энергии для поддержания длительного существования плазмоида на атмосферных уровнях. Эта критика в свете современных публикаций по процессам в шаровых молниях не выглядит достаточно убедительной.

Для темы данного сообщения привле-

кателен механизм длительного существования плазменного образования при атмосферном давлении, предложенный известным исследователем шаровой молнии И. П. Стахановым⁸. Механизм этот объясняется теорией кластеров, поскольку кластеры представляют собой крупные молекулы, окруженные устойчивой сольвентной оболочкой, состоящей из нейтральных дипольных молекул, и они не только сильно замедляют рекомбинацию в плазме шаровой молнии, но и обеспечивают запас энергии.

Интересно также и объяснение причин «немотивированности» движений шаровой молнии, данное Стахановым и имеющее прямое отношение к необычности в эволюциях НЛО: «Дело в том, что мы не имеем органов, которые реагировали бы на напряженность электрического (от себя добавим: и магнитного) поля. Электрическое поле во время грозы может возрасти на 3—4 порядка, и тем не менее мы практически не ощущаем этого. Поэтому в повседневной жизни мы не знаем, как меняются электрические поля вокруг нас, и, в отличие от поля тяжести, не привыкли считаться с ними как с возможной причиной, определяющей движение тел».

Откуда же могут взяться плазмоиды, принимаемые за НЛО? Здесь подсказку дала необычная космическая погода, сопровождающая большую часть появлений НЛО.

С одной стороны, мы говорили об очень сильных вспышках на Солнце и миро-

⁶ Klass P. // Aviation week and space technology. 1966. V. 85. N 14. P. 54.

⁷ В докладе, прочитанном на симпозиуме, посвященном НЛО (Монреаль, 12 марта 1968 г.).

⁸ Стаханов И. П. О физической природе шаровой молнии. М., 1985.

вой магнитной буре во время Петрозаводского феномена. Очень сильные солнечные вспышки наблюдались также 4—5 мая 1981 г., в том числе в момент регистрации НЛО с борта орбитальной станции «Салют-6». С другой стороны, сейчас известно, что серии мощных солнечных вспышек могут сопровождаться и выбросами корональной массы Солнца, и ударными волнами. В работах известного исследователя явлений такого рода К. Г. Иванова⁹ показано, что как раз 4 мая 1981 г. при движении по своей орбите Земля вошла в зону прихода такого возмущения от Солнца. А в этих условиях образование плазмоидов при проникновении вещества коронального выброса внутрь земной магнитосферы считается вполне вероятным. Несколько сложнее решается вопрос о проникновении плазмоидов на атмосферные уровни.

Не отрицая того, что возможность длительного существования плазмоидов такого рода весьма проблематична, выскажем гипотезу о причинах появления двух НЛО: в Петрозаводске — 20 сентября 1977 г.; и над океаном у юга Африки — 5 мая 1981 г.

Отмечается, что большинство сообщений свидетельствует о совпадении момента начала Петрозаводского феномена с моментом запуска ИСЗ «Космос-955» или сразу после него. Запуск ракеты-носителя сопровождается появлением сильно нагретой факельной струи и следа из продуктов сгорания ракетного топлива. Этот след держится долго, состоит из аэрозолей, в том числе в виде так называемых аэрогелей, в образовании которых существенную (каталитическую) роль играют вещества, как раз присутствующие в факельной струе. А наличие аэрогелей и аэрозолей улучшает возможность переноса заряда, в том числе в промежутке земная поверхность — ионосфера. Пуск ракеты, как показали натурные эксперименты, может вызывать и стимулированные выпадения электронов из плазмосферы в верхние слои атмосферы, что также увеличивает ее проводимость.

Наш анализ обстоятельств наблюдения НЛО с орбитальной станции «Салют-6» показал, что стимулировать его появление в то же время мог и пролет под «Салютом-6», на высоте примерно 260 км, поперечным курсом ИСЗ серии «Космос» с ядерной установкой на борту. На сильнейшую ионизацию верхней атмосферы, вызванную солнечной вспышкой, наложилось также добавочное монообразование за счет проникающей радиации ядерной установки ИСЗ.

Наличие сильных возмущений в геомагнитном поле может быть причиной неожиданных эволюций плазмоидов. Действительно, плазмоид должен «висеть» на постоянной силовой трубке магнитного поля Земли. Но при геомагнитных вариациях изолинии — «изодинамы» с постоянным значением магнитной индукции перемещаются к полюсу (или к экватору) при увеличении (или при уменьшении) значения индукции в данной географической точке. Скорость такого перемещения определяется в первом приближении лишь амплитудой и крутизной импульса геомагнитной вариации. Поскольку на расстоянии от экватора до полюса, составляющем около 10 000 км, значение магнитного поля Земли уменьшается на 0,3 Э, изменению поля в 3γ ($1\gamma=10^{-3}$ Э) соответствует перемещение по геомагнитному меридиану приблизительно на 1 км вдоль земной поверхности. Изменения же в десятки гамма — это вполне реальная ситуация в моменты магнитных бурь. Отсюда и могут появиться перемещения НЛО со скоростями, составляющими несколько километров в секунду, сменяющиеся зависанием (при выходе значения индукции на плато).

Итак, в качестве рабочей гипотезы мы предлагаем рассматривать НЛО как плазмоиды, имеющие солнечно-магнитосферное происхождение. Во всяком случае такую гипотезу можно считать справедливой при наличии определенных факторов в развитии космической погоды, а также при воздействии стимулирующего влияния техногенного характера. Приведенные же здесь наблюдения 5 мая 1981 г. могут быть полезными как для статистического анализа подобных явлений, так и при дальнейшем обсуждении их природы.

⁹ Иванов К. Г., Микерина Н. В., Павлов П. П. Компактные вспышечные триплеты // Геомагнитные вариации и электрические поля. М., 1984.

Транспорт регуляторных пептидов

А. А. Каменский



Андрей Александрович Каменский, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник биологического факультета Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова. Область научных интересов — исследование пептидных регуляторов физиологических функций организма. Неоднократно печатался в «Природе».

ПРОБЛЕМА направленного транспорта лекарственных препаратов — одна из главных задач фармакологии. Особенно важна она в тех случаях, когда роль лекарств выполняют биологически активные вещества, относящиеся к числу естественных продуктов обмена человека. Именно к таким веществам и принадлежат регуляторные пептиды, о которых пойдет речь в статье.

Эти биологически-активные соединения обладают чрезвычайно широким спектром действия на человека и животных. В частности, гормоны и медиаторы весьма эффективны при язве желудка, нарушениях свертываемости крови, бесплодии, потере памяти, иммунодефиците.

Однако ряд особенностей этих соединений ставит серьезные препятствия на пути их широкого лекарственного использования. Дело в том, что пептиды чаще всего обладают и прямым действием на клетки (там, где образуются), и своего рода «дальнодействием», поскольку разносятся кровью по всему организму. Кроме того, один пептид может стимулировать выброс второго с иной биологической активностью, который, в свою очередь, индуцирует синтез и секрецию других пептидов. Такая «цепная реакция», схематично иллюстрирующая теорию каскадной пептидной регуляции, показывает, насколько нелегко подчас оценить эффект введения пептида в организм лабораторного животного или пациента¹.

На самом деле все обстоит даже сложнее: ведь с пищей в организм каждый день попадает масса белков, распадающихся в кишечнике на еще большее количество пептидов. В свою очередь, пищевые пептиды распадаются на отдельные «кирпичики» — аминокислоты, которые и всасываются в кровь через ворсинки тонкого кишечника. Но, оказывается, не всегда и не всякий пептид разрушается в кишечнике полностью, и тогда пептидные молекулы могут проникать в кровь. В большинстве случаев это

¹ Ашмарин И. П., Обухова М. Ф. // Биохимия. 1986. № 4. С. 531—545.

совершенно безопасно для организма. Однако известны редкие случаи, когда белок молока — казеин, не разрушаясь до конца, образует пептид β -казоморфин, который, попадая через кровь в мозг, вызывает болезненные симптомы, сходные с психическими заболеваниями. Если возникает такая патология, необходимо полностью (бывает, навсего) отказаться от молочных продуктов.

Существует еще один важный момент, который надо учитывать при терапевтическом применении пептидов. Каждый фармаколог знает, какие требования предъявляются к лекарственному препарату: хорошая растворимость, малый размер молекулы, устойчивость к изменениям внутренней среды организма. Пептиды же не только быстро разрушаются в пищеварительном тракте ферментами и соляной кислотой, но и в крови. Так, подсчитано, что из 10 тыс. молекул фрагмента гормона адренокортикотропина (АКТГ₄₋₁₀), введенных в кровь, достигают мозга лишь одна-три молекулы, что, естественно, не обеспечивает должной эффективности.

Как же на основе пептида создать такую лекарственную форму, которая бы медленно разрушалась и успевала оказать лечебное действие? Можно одновременно с пептидами вводить ингибиторы пептидаз ферментов, разрушающих их, или использовать специальные капсулы, защищающие пептиды от ферментов. Минус опасные участки, такая капсула растворяется, и освобожденный пептид попадает в кровь. Наконец, можно попытаться ускорить всасывание пептида до его распада, скажем, увеличивая липофильность пептида (за счет изменения его структуры) или повышая вводимую дозу.

Однако, несмотря на кажущуюся простоту, последний способ далеко не всегда эффективен. По ряду причин (не до конца понятных) зависимость биологического действия пептидов от дозы такова, что наиболее эффективны средние дозы. Большие же концентрации не только снижают положительное воздействие, но и могут давать отрицательный эффект. Так, малые дозы фрагментов АКТГ₄₋₁₀ стимулируют способность животных и человека к обучению, а 5—10-кратные — либо неэффективны, либо даже ухудшают память. И таких примеров множество.

Самый надежный путь сохранить терапевтические свойства пептидов — изменить структуру молекул так, чтобы защитить их от воздействия пептидаз. Здесь также возможны различные варианты. Первый и, пожалуй, самый распространенный — вклю-

чение в состав молекулы пептида правовращающих (D) аминокислот. Как известно, все белки и пептиды (за редким исключением, например у бактерий) состоят из левовращающих (L) аминокислот. Появление в молекуле пептида D-аминокислотного остатка нарушает специфическое ферментативное узнавание, что позволяет пептиду добраться до мишени. На этом принципе основан отечественный противозрывный препарат даларгин и импортный стимулятор памяти эбиратид. Но этот метод имеет и существенные недостатки. Прежде всего, необходимо найти место для «чужой» аминокислоты. Если D-аминокислотный остаток попадет в активный центр пептида, биологическая активность может исчезнуть или полностью извратиться: вместо стимулятора обучения получится блокатор памяти или вместо анальгетика — усилитель боли. Кроме того, недавно выяснилось, что D-аминокислоты, накапливающиеся в организме (они ведь не подвержены катаболизму), могут вызывать злокачественные новообразования или другие заболевания².

Наиболее перспективно включение в молекулу пептида таких природных аминокислот, которые медленно атакуют протолитические ферменты, что удлиняет жизнь полученных соединений, а значит, и повышает терапевтический эффект. Хороший пример — новый препарат семакс (стимулятор внимания и памяти). Этот синтетический гептапептид получен на основе фрагмента АКТГ₄₋₁₀ (4 Met—Glu—His—Phe—Arg—Try—Gly 10), в котором три концевых аминокислотных остатка, не влияющих на активность пептида, заменены на Pro—Glu—Pro. Замена всего трех аминокислот обеспечила устойчивость препарату, который сейчас проходит клинические испытания³.

До сих пор речь шла о форме, точнее, о структуре лекарственного препарата. Второй, не менее важный вопрос — способ введения. Помимо перорального, который почти неприемлем для пептидов, применяют внутривенные, внутримозговые, внутривенные, внутриартериальные, лимфатические вливания, инъекции в кожу, под кожу, в мышцы, прямую кишку, влагалище, глазницу, введение в нос или носоглотку, в виде аэрозолей, в капсулах под язык и даже приклеивание изнутри к щеке. Что же предпочтительнее для того или иного пепти-

² McMartin C., Hutchinson L., Hyde R., Peters G. // J. Pharmacol. Sci. 1987. V. 76. N 7. P. 535—540.

³ Kamensky A. A. et al. // Neuroscience Lett. 1991. V. 127. P. 133—136.

да? Путь, как обычно, ищут в экспериментах на животных.

Один из встречающихся способов введения — подкожный, ограничивающий количество пептидаз на пути препарата. Но при этом нарушается целостность кровяного русла и, кроме того, возникают болезненные ощущения. В последние годы все чаще применяются пептидные аэрозоли и капли, вводимые через нос (интраназально). Это совершенно безболезненно и, главное, значительно эффективнее, чем при введении в кровь. С чем это связано? Поверхность носовой полости выстлана слизистой оболочкой, обильно пронизанной разветвленной сетью капилляров. Видимо, в этой оболочке либо мало пептидаз, либо их активность достаточно низка. Другая точка зрения связывает высокую активность пептидов при введении через нос со свойствами пептидной молекулы — низким молекулярным весом и высокой липофильностью⁴.

Несмотря на такие объяснения преимуществ введения пептидов через нос, единого мнения у специалистов нет, а экспериментальные данные довольно разноречивы. Так, некоторые полагают, что при непосредственном введении в кровь активность пептидов выше, чем при интраназальном, хотя, например, натрийдиуретический пептид в первом случае оказывает физиологический эффект при дозировке 400 мкг/кг, а во втором — 0,5—0,6 мкг/кг, т. е. его активность при введении через нос в 800 раз выше, чем при введении в кровь. (Интересно, что, несмотря на большой молекулярный вес, этот пептид достаточно эффективен при интраназальном воздействии.) В то же время короткий пептид *Leu-энкефалин*, относящийся к анальгетикам, при введении в нос в дозе 60 мкг/кг разрушается полностью, не достигая мозга. А его аналоги, содержащие D-аминокислоты, хорошо проникают через слизистую оболочку в кровь: спустя 1—4 ч после введения их было в крови столько же, сколько и после внутривенного вливания. Похоже, максимальный эффект возможен только при «индивидуальном подходе» к каждому пептиду.

Известно, что нетривиальные решения подчас находятся в экспериментах, преследующих совершенно иные задачи. Начав изучение физиологического действия пептидов при интраназальном введении крысам, мы ставили перед собой скромную цель — избежать травмирующего

влияния укола, которое искажает исследуемый эффект. Основная наша задача состояла в поиске новых анальгетиков среди синтетических аналогов дерморфина. Этот пептид — исключение среди эндогенных пептидов позвоночных животных. Впервые выделив его из кожи лягушек и определив его аминокислотный состав $\text{Tyr—DAla—Phe—Gly—Tyr—Pro—Ser}$, исследователи с изумлением обнаружили на втором положении молекулы остаток D-аланина, что совершенно несвойственно белкам и пептидам позвоночных. Оказалось, что этот аномальный пептид способен надолго снижать болевую чувствительность. Наибольший эффект наблюдался при непосредственной инъекции в желудочки мозга. В этом случае для полного обезболивания было достаточно всего 5 мкг/кг дерморфина. При введении интубрирующим болевая чувствительность снижалась вдвое (10 мкг/кг) по сравнению с контролем. Когда же раствор дерморфина закапывали крысам в нос, эффект отмечался уже при дозе 0,001 мкг/кг. Однако стоило увеличить дозу, как эффект исчезал⁵.

Высокая эффективность подобного введения дерморфина показана и в опытах на рыбах.

Каков же механизм обезболивания при интраназальном введении дерморфина? Хотя точного ответа пока нет, выскажем несколько предположений.

Возможно, дерморфин проникает в мозг через кровеносные сосуды носовой полости, которые сообщаются с кровеносной системой мозга. Врачи знают, что если на лице выше линии рта появляется гнойник, велика вероятность быстрого проникновения инфекции в мозг. Но ведь для одинакового эффекта в кровь нужно ввести значительно большую дозу, чем при интраназальном введении. Значит, помимо кровеносных сосудов существует и другой путь.

Попадая в нервные окончания, расположенные в слизистой носоглотки, дерморфин может поступать в мозг по аксонам. Но скорость транспорта веществ по нервным окончаниям настолько мала, что на это потребовались бы десятки минут, если не часов. В эксперименте же при введении дерморфина через нос мы наблюдали анальгезию уже через 5—10 мин.

Нельзя исключить также проникновение пептида в мозг по лимфатическим сосудам. Ведь лимфатические пути носоглотки

⁴ Harris A. Delivery Syst. Peptide Drugs. Proc. NATO Adv. Res. London — New York, 1986. P. 191—204.

⁵ Батурина Е. Ю., Сарычева Н. Ю., Дейгин В. И. и др. // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 1988. № 2. С. 177—178.

связаны с лимфатической системой гипофизарной области. И хотя в самом мозге лимфатических сосудов нет, добравшись до гипофиза, пептид легко проникает в мозг без особых потерь.

И, наконец, самый неожиданный механизм анальгезии при интраназальном введении — пептид вообще не попадает в мозг. Вероятно, реакция организма на дерморфин формируется рефлекторно: пептид действует на рецепторы слизистой носа.

В настоящее время мы пытаемся в эксперименте прояснить, какие же пути наиболее вероятны. Обезболивающее действие дерморфина одним механизмом объяснить нельзя, поскольку зависимость «эффект — доза» очень сложна.

Аналогичные результаты получены и для другого пептида — тафцина (это эндогенный иммуностимулятор, обладающий также нейротропной активностью)⁶. В опытах

на крысах показано, что доза, оказывающая нейротропное действие, при интраназальном введении на порядок меньше, чем при внутривенной инъекции. Это означает, что малые дозы тафцина, введенные интраназально, избирательно действуют на нервную систему, не затрагивая периферических систем организма. Однако механизм такого воздействия также пока не ясен⁷.

Решение этого вопроса имеет большое практическое значение. Выяснив, какие пептиды и почему наиболее активны при интраназальном введении, удастся обнаружить самый щадящий и одновременно эффективный способ применения пептидного препарата. Перспективы такого лечения очевидны, особенно если вспомнить, что живем мы в век СПИДа.

⁷ Каменский А. А., Сарычева Н. Ю. // Журн. высш. нерв. деятельности. 1989. Т. 39. Вып. 4. С. 767—769.

⁶ Каменский А. А., Сарычева Н. Ю. Пептидная регуляция физиологических функций // Природа. 1989. № 8. С. 18—23.

РЕКЛАМА, ОБЪЯВЛЕНИЯ

Магазин № 3 «Книга-почтой» «Академкнига» высылает наложенным платежом книги издательства «Наука»

Назаров В. И. УЧЕНИЕ О МАКРОЭВОЛЮЦИИ. НА ПУТЯХ К НОВОМУ СИНТЕЗУ. 1991. 288 с. 8 р. 50 к.

В книге обоснована специфичность движущих сил и механизмов дивергентной макроэволюции исходя из кардинальных открытий последних 15—20 лет. Показана несостоятельность редуccionистской генетико-популяционной модели макроэволюции и укоренившихся представлений, будто подвиды и разновидности являются зарождающимися видами. Предполагается, что видообразование, трактуемое в качестве ключевого элемента макроэволюции, может совершаться только сальтационно.

Книга рассчитана на биологов широкого профиля.

СОВРЕМЕННОЕ РАЗВИТИЕ НАУЧНЫХ ИДЕЙ Д. Н. ПРЯНИШНИКОВА. 1991. 280 с. 8 р. 50 к.

Сборник приурочен к 125-летию со дня рождения основателя отечественной агрохимии акад. Д. Н. Прянишникова. В нем не только показано значение работ Д. Н. Прянишникова в развитии агрохимии, но и сделан критический анализ современного состояния ее важнейших направлений. Рассматриваются объективные противоречия химизации земледелия и роль научного обеспечения в их преодолении. Показано, что потенциал агрохимической науки позволяет найти оптимальные решения повышения эффективности химизации при одновременном уменьшении негативных экологических последствий. Центральное место отведено проблеме азота в интенсивном земледелии.

Для агрохимиков, почвоведов и специалистов смежных дисциплин.

Адрес магазина: 117393, Москва, ул. Академика Пилюгина, д. 14 корп. 2.

Мышевидная соня

А. В. Горбунов
Красноводск

ЭТОТ ЗВЕРЕК — один из редчайших и наименее известных млекопитающих Палеарктики. Всего несколько зоологам мира посчастливилось наблюдать его в природе. Замечательна и история обнаружения мышевидной сонны. Летом 1923 г. московские зоологи Б. Б. Родендорф и Е. С. Смирнов случайно добыли небольшого крайне интересного мышевидного грызуна. Зверек был пойман под камнем среди мелкого кустарника у р. Сумбар, близ Кайне-Кассыра на границе Персии (Ирана) и Закаспийской области (Туркмении). Внешностью, раскраской меха и хвостом он более всего походил на серую белохвостую и белолобую мышку, но строением черепа и зубов — на настоящую соню. Именно по этому экземпляру в 1924 г. С. И. Огнев описал мышевидную соню (*Myomimus personatus*¹).

Так млекопитающие пополнились новым родом (*Myomimus*) и видом. Долго еще эта находка оставалась единственным достоверным свидетельством существования мышевидной сонны на Земле. Правда, в 1935 г. также в Западном Копетдаге участники Балханского отряда Туркменской экспедиции АН СССР, возглавляемого Б. С. Виноградовым, обнаружили фрагменты черепа этой сонны в погадках хищной птицы, собранных близ Кара-Кала².

Годом позже в Болгарии также поймали мышевидную сонню, но определили ее как садовую (*Eliomys quercinus*). Ошибку исправили лишь 25 лет спустя, в 1959 г., когда болгарские зоологи добыли на границе с Турцией 20 экземпляров этого животного³. В 1964 г.

четыре сонны поймали американские зоологи на двух участках в северном Иране. Тушки этих зверьков хранятся с тех пор в коллекции Национального музея естественной истории в Вашингтоне⁴.

Таким образом, лишь к середине 60-х годов стало понятно, что род *Myomimus* занимает достаточно обширную территорию от европейских до азиатских гор. Также удалось установить, что мышевидная соння, в отличие от других видов сонны, ведет не древесный, а наземный образ жизни, устраивая неглубокие простые норы.

В 1974 г., т. е. спустя 50 лет после первой находки, в Западном Копетдаге, по водоразделу ручьев Ай-Дере и Тутла-Кала (1000 м над ур. м.), московские зоологи добыли шесть экземпляров этого вида⁵. Три из них оказались самками, причем две были на последней стадии беременности. Поскольку зверьков добыли в середине мая, зоологи предположили, что спариваются мышевидные сонны в последней декаде апреля — вскоре после выхода из зимней спячки. Все зверьки были пойманы на небольшой площади на склонах неглубоких оврагов, покрытых довольно густой травой, среди зарослей невысокого миндалья. Здесь же водились общественная полевка, серый хомячок, краснохвостая песчанка, домовая и лесная мыши.

О. Л. Россолимо, сравнив мышевидную сонню из Копетдага с соннями, которых добыли раньше в Иране и Болгарии, в роду *Myomimus* выделила три вида: болгарскую (*M. bolgaricus*), иранскую (*M. setzeri*) и копетдагскую (*M. personatus*)⁶. Ареал последней, как предполагали, занимал бассейн рек Сумбар и Чандыр в Западном Копетдаге.

Через 12 лет в Малых Балханах, в окрестностях родника Чалсу (45 км западнее Казанджика), сотрудники зоологической экспедиции АН Туркмении поймали взрослую самку⁷. Зверька обнаружили случайно — под одним из отвороченных камней. Соня находилась в состоянии оцепенения и была взята живьем (потом ее содержали в садке). Облик местности, где ее нашли, типично пустынный: сложное расчлененные каменистые ущелья, сочетающиеся с глинистыми оврагами и сухими руслами. Благодаря этой находке граница ареала вида отодвинулась на 200 км к северо-западу от Западного Копетдага. Возникло предположение, что соня может обитать еще севернее — в горах Большого Балхана.

Весной 1988 г. мы проводили эпизоотологическое обследование тех мест и решили прицельно поискать этого экзотического зверька. У родников по ущельям и сухим руслам, а зачастую в широких долинах среди каменистых россыпей и валунов выставляли орудия лова со стандартной приманкой и кусочками мелко нарезанного сала. В некоторых местах переворнули не одну сотню камней, проводили ночные экскурсии с фонарем. Нам казалось, что именно в таких местах наиболее вероятно обнаружить мышевидную сонню, однако два месяца работы не принесли успеха — ни в одной из почти 4 тыс. выставленных ловушек зверька не оказалось. Надежды на поимку сонны угасли.

В начале мая на верхнем ярусе того же самого хребта, только гораздо выше (1400 м над ур. м.), в так называемой горной степи, мы ловили афганскую полевку в поселениях, расположенных примерно в 30 км к северо-востоку от Небит-Дага. Обнаружив в одном из них, на участке типчаково-ковыльной степи, выходное отверстие норки со свежими следами мелкого зверька, мы поставили ло-

¹ Огнев С. И. // Природа и охота на Украине. 1924. № 1—2. С. 115—116.

² Виноградов Б. С., Аргиропуло А. И., Гентнер В. Г. Грызуны Средней Азии. М.—Л., 1936. С. 228.

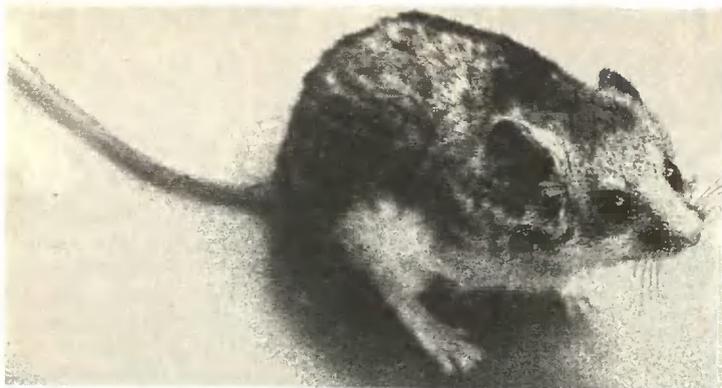
³ Пешев Ц. Х., Динев Т. С., Ангелова В. И. // Зоол. журн. 1960. Т. 39. Вып. 5. С. 784—785.

⁴ Walker E. P. Mammals of the World. Baltimore, 1968. V. 2. P. 647—1500.

⁵ Никольский В. С., Мамонова М. И. // Зоол. журн. 1975. Т. 54. № 10. С. 1583—1585.

⁶ Россолимо О. Л. // Вестн. зоологии. 1976. Т. 1. С. 67—69; Она же // Зоол. журн. 1976. Т. 55. Вып. 11. С. 1632—1634.

⁷ Маринина Л. С., Орлов Н. Л., Сорокина Н. А. // Изв. АН ТССР. Сер. биол. наук. 1987. Т. 1. С. 72.



Мышевидная соня из горной степи Секи-Дага.

Фото автора

вушку. В ней-то на следующий день и оказался взрослый самец копетдагской мышевидной сонни! Это был зверек массой 17,5 г, длиной тела 8,2 см и хвоста — 5,6. Его спинка примерно до середины боков туловища имела темно-серую с легкой охристой окраской; вдоль хребта, от ушей до основания хвоста, проходила размытая темная полоса шириной 6—7 см; по бокам туловища тоже имелись размытые полосы из темно-охристых разводов. Брюшко, низ боков и лапы были белыми, но с заметным серым подпушьем, рыжеватый налет на кончиках волос брюшка особенно выделялся у основания хвоста. Округлые уши у нашей находки, как и шерстка на горле и боках, были серо-охристого цвета. Тонкий, голый хвост, сверху более темный, чем снизу, походил на мышиный. Довольно длинные вибриссы и крупные глаза свидетельствовали о ночном образе жизни. У попавшего в ловушку самца череп оказался поврежденным (его остатки вместе с тушкой хранятся в Красноводском противочумном отделении).

Осмотрев ближайшие к месту добычи окрестности, примерно в 50 м от него мы обнаружили три отверстия размером 3×3 см, расстояния между двумя парами которых равнялись 35 и 80 см. У нор, внешне похожих на примитивное строение, заметных признаков обитания не было, тем не

менее мы установили неподалеку заборчики и поймали в ловчий цилиндр вторую мышевидную соню — молоденькую самочку, массой около 12 г, длиной тела примерно 6 см с почти таким же хвостом. Окраской она походила на взрослого самца, но нос и ступни лапок были розовые. Нижняя часть лапок от самых ногтей опущена редкими, короткими белыми волосками. Очень подвижного зверька можно было погладить, но когда соню надоедала ласка, она щурилась, прижимала к спинке уши и вписывалась зубами в палец. Ее писк напоминал пронзительное щебетание воробьиных птиц. То и дело она оскаливала резцы и становилась на задние лапки.

Продолжая свою основную работу, мы с легкостью могли наблюдать за этим загадочным для зоологов зверьком. В отгороженном для сонни месте она вырыла норку с несколькими входными отверстиями и простой округлой камерой (10×6 см), уходящей на глубину 10—13 см. В своем жилище соня искусно разгребала землю всеми лапками и носом, иногда, непонятно для чего, в зубах заносила туда плоские камешки. Утром она, как тушканчики, забивала носом изнутри все входные отверстия рылыми земляными пробочками.

На охоту выходила только ночью и добывала в основном ящериц, бабочек, жуков, богомолов, кузнечиков, саранчу, тараканов и всевозможных личинок. Не отказывалась и от подкормки — сырого мяса и даже отварных куриных яиц. Во время

охоты она сначала принохивалась и прислушивалась, а когда замечала жертву, преследовала ее и хватала передними лапками, при необходимости искусно подпрыгивая на задних, а потом резцами. От насекомых обычно оставались лишь крылья и лапки. Свою добычу соня съедала там, где настигла ее, или в норке. Дважды мы видели, что соня впадает в оцепенение: в жаркую погоду, сидя на задних лапках за пределами своего дома, сворачивалась калачиком, подвернув голову к брюшку между задними ногами. Стоило ее тронуть, как она валилась на бок, издавала писк и начинала медленно потягиваться.

К началу июля самочка подросла и достигла размеров взрослого животного: масса увеличилась до 16,6 г, длина тела — до 7,5 см, хвоста — до 5,6 см. В середине месяца мы отправили ее в Ленинград — в Зоологический институт.

Добыча двух копетдагских мышевидных сонь на хребте Большого Балхана подтверждает предположение, что это животное распространено в горных системах Копетдага шире, чем считалось. Кроме того, это еще одно свидетельство тесной связи в прошлом териофауны Западного Копетдага, Малого и Большого Балханов. Не исключено, что мышевидная соня обитает по всей системе Копетдага, но из-за трудности обнаружения пока известны лишь отдельные находки в нескольких местах. А трудность эта связана с тем, что о соню почти ничего не известно: ни ее биология, ни биотопы, ни численность, да и способы лова тоже. Тем не менее уже известные находки мышевидной сонни в разных горных поясах позволяют заключить, что наземный образ жизни способствовал более широкому ее распространению и приспособлению к разнообразным условиям обитания в горах, чем древесной сонни. Остается надеяться, что зоологам еще не раз повезет встретить это столь редкое животное и изучить его, и тогда сведения о нем не будут, как в «Красной книге СССР» (1984), содержать сплошные частицы «не».

Зеленая стена России: мост из прошлого в будущее

Е. В. Пономаренко, С. В. Пономаренко, Г. Ю. Офман, В. П. Хавкин



Елена Викторовна Пономаренко (третья слева), кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Лаборатории экологического проектирования — неправительственной научной организации.

Сергей Васильевич Пономаренко (второй слева), кандидат биологических наук, директор той же лаборатории.

Галина Юрьевна Офман, старший научный сотрудник той же лаборатории. Научные интересы сотрудников лаборатории связаны с исторической экологией (механизмы функционирования и трансформации экосистем за последние столетия под влиянием человеческой деятельности; взаимосвязь социально-культурных и экологических механизмов стабильного развития и т. д.).

Виктор Павлович Хавкин, доктор технических наук, заместитель директора Института комплексной автоматизации систем управления. Сфера научных интересов — автоматизация интеллектуальных процессов, разработка экспертных систем, в том числе в области экологии.

В ИСТОРИИ каждого народа существуют географические факторы, которые определяют существенные черты его развития. Для египтян, например, таких факторов было два: наличие огромной плодородной поймы Нила и окруженность этой поймы пустынями, которые ограничивали контакты с другими народами и обусловили создание сложной социально-ирригационной системы, на первых порах очень уязвимой для иноземных вторжений. Не будь этих пустынь, цветок цивилизации пирамид вряд ли смог бы расцвести.

По справедливости вторым чудом света после египетских пирамид следовало бы назвать Великую китайскую стену. Даже

сейчас для человека, владеющего современной техникой, сооружение такой стены было бы одной из крупнейших строек века. Представить масштаб этой работы во времена строительства стены немногим легче, чем ощутить объем Солнечной системы. Китайцы сами создали свой географический фактор-барьер, разделяющий оседлую земледельческую и кочевую скотоводческую цивилизацию, что позволило им беспрепятственно использовать северную часть страны.

Надо сказать, что проблема разграничения зон, контролируемых этими двумя типами цивилизации на протяжении тысячелетий, была достаточно острой. Роль барьеров играли большие ненаселенные или слабо населенные пространства, особые буферные этносы или механические преграды. Китайская стена уникальна своим масштабом, но отнюдь не замыслом.

Сооружение заградительных стен и насыпей для защиты от кочевников использовали многие земледельческие народы. Создавались они на границе между оседлым и кочевым населением, фиксируя сферы их влияния, и сами становились факторами объединения обороняемых территорий.

У русских не было нужды создавать искусственные барьеры, они использовали естественные экосистемы для создания многосоткилометрового рубежа защиты от степняков. Это так называемая засечная черта Московского государства — памятник истории, природы и военного искусства. О настоящей деревянной стене, охранявшей русские земли от набегов кочевников и незаслуженно забытой, мы расскажем в этой статье.

По своему значению для охраняемых территорий, масштабу и, как мы надеемся показать, уникальности использованных средств эта зеленая стена вполне сравнима с Китайской. Но судьба Русской стены иная: если Китайская стена — это символ нации, то зеленая русская стена русскими забыта. О ней знают специалисты, историки, но представление о ней не входит в культурно-исторический багаж общества.

«Засеки» — вымирающее слово в на-



Панорама русско-польского сражения 1632 г. (гравюра В. Гондуса «Оборона Смоленска»). Засака по краю оборонительной линии — единственный образ засечного леса, оставленный современником тех событий. Правда, такие засеки были временными, и в отличие от постоянных стволы в них валялись хаотично, а не вершинами в сторону ожидаемого набега.

шем лексиконе, его исторический смысл забыт, а большинству людей и просто неизвестен. В старину же засеками называли заграждения из определенным способом срубленных деревьев.

ЗАСЕЧНАЯ ЧЕРТА — ОБОРОНИТЕЛЬНАЯ ЛИНИЯ

Если взглянуть на карту Русской равнины, первое, что бросается в глаза, — поясное расположение природных зон: тундра, лесотундра, средняя и южная тайга, широколиственные леса, лесостепь, степь следуют друг за другом, как полоски на тельняшке.

Граница лесостепи и широколиственных лесов — вот тот предел, который не могли преодолеть движущиеся на север кочевники-скотоводы. В лесу не было дорог,



Лист карты Лихвинских засек (XVIII в.). Центральную часть Лихвинского уезда пересекает непрерывная полоса лесного массива без населенных пунктов, к северу и югу от нее располагаются распашанные земли с многочисленными деревьями.

по которым можно было провести конницу, а тем более громоздкие обозы. Единственным путем проникновения в глубь лесного массива были реки, но использовать флот степняки не умели.

Судя по самым древним сохранившимся историческим хроникам-летописям, еще в эпоху начальной колонизации славянами междуречья Оки и Клязьмы (Волги) огромный массив лесов и болот на территории нынешних Брянской и Калужской областей был совершенно непроходим.

С IX—X вв. этот лесной массив довольно интенсивно начали осваивать славянские переселенцы из Поднепровья, спасаясь от набегов степных кочевников. Желая оградить себя от них на новых местах, переселенцы оставляли нетронутыми леса на границе с лесостепью, которые служили и преградой для конницы степняков, и местом укрытия местных жителей.

Князья дополняли эту защитную меру земледельческого населения созданием оборонительных линий по лесостепной границе. Опыт сооружения укрепленных степных рубежей у киевских князей был богатый: по южной границе Киевского княжества стояли военные городки, созданные Олегом, а затем и Владимиром Красное Солнышко. В X и XI вв. эти городки соединялись между собой земляными валами, частоколами и лесными засеками. Но так как южнее Киева леса росли только островками и вдоль рек, засеки имели вспомогательное значение.

Однако позже засекание лесов, тянув-

шихся по южной границе сплошной полосой, стали использовать как основной прием строительства оборонительных рубежей.

И хотя засечной черты, созданной по единому замыслу, в то время не могло быть, ибо княжества были невелики, граница леса и лесостепи, протянувшаяся как пояс, предопределила соединение отдельных засечных участков. Благодаря этому широтные засечные зоны, отделявшие Русь от степи, оказались относительно стабильны, в то время как засеки внутри русских земель были временными из-за частой смены политической ситуации и постоянного перенесения границ.

Упоминание о засеках как о средствах обороны неоднократно встречается в русских летописях.

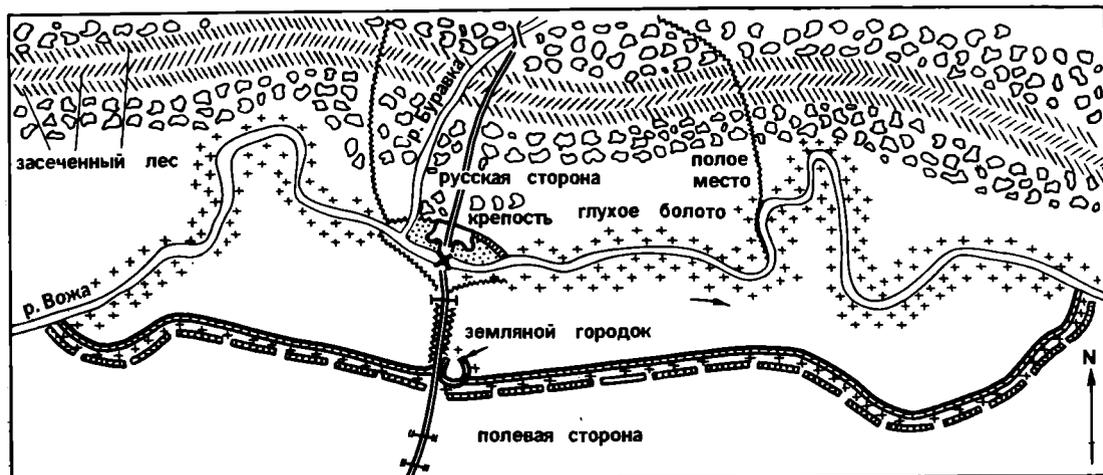
«Потом же Святослав Ольгович совокупи всю землю Новгородскую и брата Глебка, идоша на Псков, прогоните Всеволода, не покоришися им Псковичи и не выгнаша от себя князя, но бяхут устерегли, засекали осеки вся»¹. В 1216 г. перед битвой «Липице и Ярославли мужи учинили твердь, а пути Новгорода засекаша»².

В 1564 г. засекаются все дороги между Навлем и Озерищем. Засеки устраивались и в Сибири, например во время борьбы Ермака с Кучумом.

С возникновением централизованного государства появилась необходимость единой системы для обороны достаточно протяженных границ от продолжающихся набегов степняков. Для этого сооружались в лесной местности сторожевые линии шириной в несколько километров. Они состоя-

¹ ПСРЛ (Полный свод русских летописей). IV. 1131—1139 гг. СПб., 1846. С. 31.

² Лаврентьевская летопись под 1216 г. Цит. по: Яковлев А. И. Засечная черта Московского государства в XVII в. М., 1916. С. 312.



Укрепления у Дураковских ворот. Для обороны использовались все особенности ландшафта. Засака здесь — это три параллельные полосы разного «возраста»: когда подгнивал лес на одной полосе, рядом с ней засекалась новая. Со временем первая полоса полностью зарастала лесом, и его снова засекали.

ли из участков естественных заграждений (рек, лесов, болот, озер, оврагов) и искусственных (лесных завалов, земляных валов, рвов, частоколов, вбитых в дно реки кольев и т. п.). Эти сложные оборонительные комплексы довольно долго, иногда столетия, сохраняли свое стратегическое значение. Лес, по которому проходила сторожевая линия, имел межевые границы, назывался заповедным и строго охранялся. Запрещался под страхом наказаний (вплоть до смертной казни) не только рубки, охота, но даже въезд или вход в заповедные леса, чтобы «не накладывали стежек».

Для охраны содержался целый штат. Кроме того, за сохранность каждого участка сторожевой линии (или черты) отвечали жители близлежащих селений. До конца XVII в. засеки ведались в Пушкарском приказе и строго охранялись, являясь, по словам историка А. И. Яковлева, полосой отчуждения, настойчиво оберегаемой правительством от посягательств со стороны населения.

За состоянием сторожевых линий периодически следили дозоры, результаты заносились в особые дозорные книги (частично они сохранились и содержат ценный исторический и географический материал). В случае угрозы нападения степняков сторожевые линии реставрировались, т. е. подновлялись остроги, башни, валы, устраивались лесные завалы вместо сгнивших старых и т. д. Для такой реставрации мобилизовали значительные силы и

средства, появились даже особые «засечные деньги» — регулярно собираемая подать на укрепление засек.

Самая древняя сторожевая линия Московского государства — Заокская засечная черта протяженностью около 600 км — полностью сформировалась к середине XVI в., но в виде отдельных засек существовала и ранее. Она протянулась от Переяславля-Рязанского до Козельска через Венев, Тулу, Крапивну, Одоев, Лихвин. В 1638 г. эта черта реставрировалась: были восстановлены оборонительные сооружения и по всей длине устроен лесной завал.

По мере колонизации Московским государством земель к югу от Заокской черты вновь (после татарского опустошения) строились города, часто на месте старых. Со временем создавались и новые сторожевые линии и рубежи. Так, к середине XVII в. возникла Белгородская черта протяженностью почти 800 км. Начинаясь она на востоке около Тамбова, через Козлов и Воронеж шла к югу, около Усерда поворачивала почти на 90° и тянулась через Новый Оскол, Яблонов, Корочу, Белгород, Хотмыжск до р. Ахтырки. К концу 70-х годов XVII в. южнее Белгородской соорудили Изюмскую черту длиной около 600 км.

Все три засечные линии проходили в лесистой местности, но только в Заокской лесные завалы шли сплошной полосой. Заокская, Белгородская и Изюмская линии сыграли немалую роль в обороне от набегов крымских и ногайских татар, в польско-литовско-шведских войнах первой половины XVII в., а затем и в турецкой войне 80-х годов.

Со времен Ивана Грозного шла также постепенная колонизация восточных земель, и в середине XVI в. были устроены Ряз-

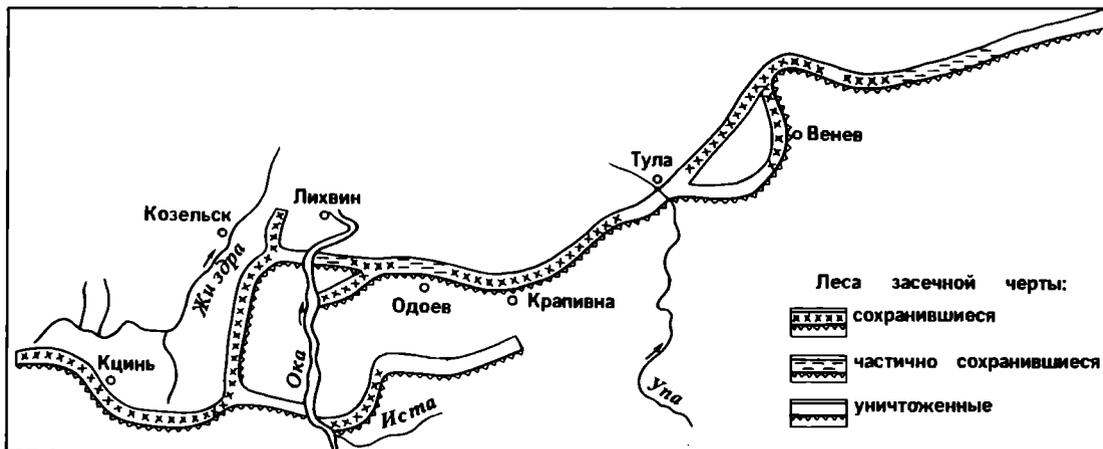


Схема Заокской засечной черты.

ские и Шацкие засеки. Позже, когда русское население перешло Суру, от кочевников отгородились Симбирской чертой, восточнее которой шла Закамская.

В том же XVII в. появилась Сызранская черта, сомкнувшаяся с Симбирской, и уже в XVIII в.—Новая Закамская, или Оренбургская.

К концу XVII в. Заокская черта потеряла свое стратегическое значение, и большую ее часть распродали частным владельцам, которые стали интенсивно вырубать и распахивать лесные массивы. Тульским и особенно Калужским (Козельским) засекам повезло: в конце 30-х годов XVIII в. их передали Тульскому оружейному заводу, который, продолжая охранять бывшие засекаемые леса от местного населения, сам не слишком активно занимался вырубкой. Потому-то к моменту генерального межевания (70-е годы) здесь сохранился старовозрастный лес. В XIX в. эта практика сохранилась, хотя леса формально принадлежали уже Министерству государственных имуществ.

ТОЛЬКО СЛЕДЫ ПРОШЛОГО

Сейчас на территории бывшей засечной черты во многих местах лес сохранился. На снимках со спутников можно распознать ее образ, хотя, конечно, за последние 200 лет, когда засечные леса перестали охраняться, многие из них прошли через неоднократную рубку, лесопосадку или самовосстановление, распаху территории с последующим зарастанием, часть бывших засек и теперь под пашней.

Сохранившиеся участки засечной чер-

ты имеют немалую научную ценность как эталон лесных экосистем, почва под ними хранит свидетельства прошедших веков.

Мы, не задумываясь, привыкли воспринимать растущие сейчас леса как исконные естественные экосистемы, особенно, если эти леса старовозрастные. Между тем за тысячелетнюю историю земледельческого освоения территории не раз первичные лесные массивы сводились, земля использовалась для сельскохозяйственных целей, а потом зарастала вновь. При таком антропогенном воздействии, конечно же, менялась и почва, что как и другие исторические обстоятельства, не могло не сказаться на облике вновь образовавшихся лесных экосистем.

Как выглядели первичные леса? Какие в них протекали процессы? Об этом мы можем только догадываться или полагать, как чаще и делают, что они были примерно такие же, как и современные старовозрастные. Как трансформировались первичные экосистемы в современные за последнюю тысячу лет? Этот процесс — тоже пока лишь предмет умозрительных построений, основанных на наблюдениях за самовосстановлением (сукцессией) леса за 70—100 лет.

История засечных черт дает нам возможность приподнять завесу над этими загадками. По сравнению с остальной территорией широколиственных лесов центра Русской равнины засечные леса были вовлечены в систему природопользования с задержкой на 500—700 лет. Мало того, в бывших Калужских засеках мы обнаружили участок искомого леса в Ягоднинском лесничестве, который, судя по результатам наших натуральных исследований и архивным материалам, никогда не вовлекался в сферу пахотного

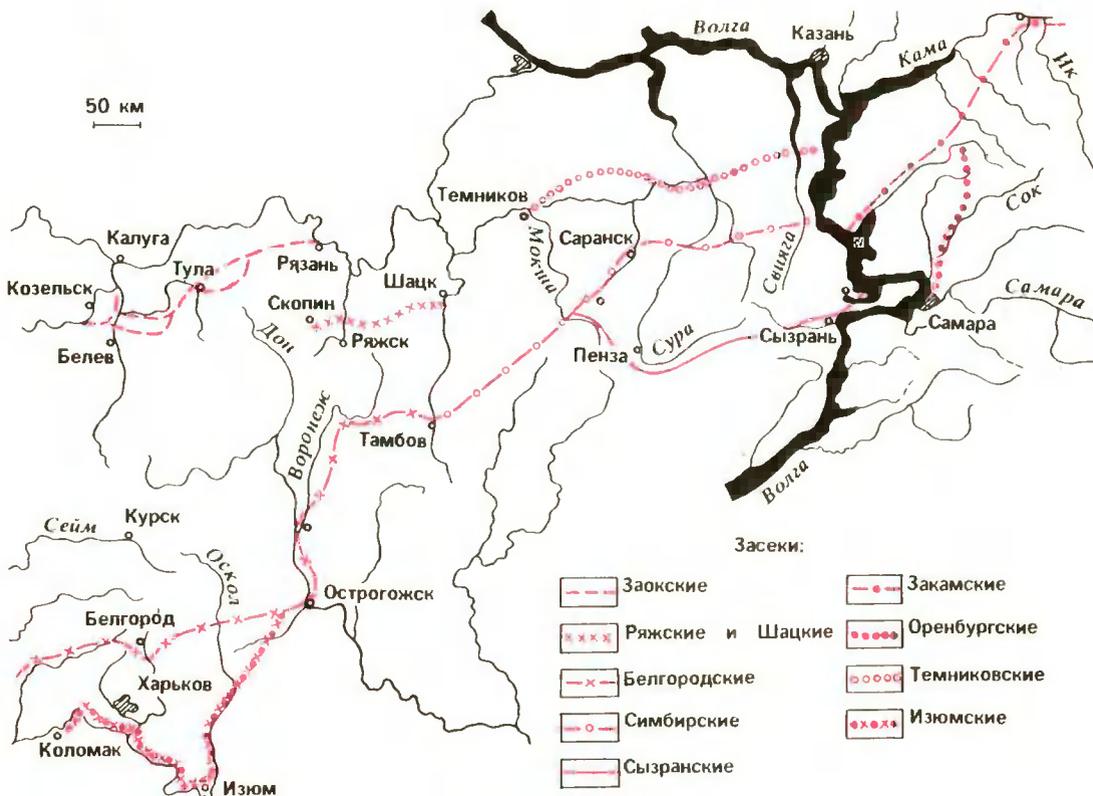


Схема засечной черты.

земледелия. Другого подобного участка широколиственного леса со столь древней родословной мы не знаем, он поистине уникален и должен стать заповедником³.

Другие участки засечной черты, обозначенные на картах Генерального межевания как нерубленные старовозрастные леса, за последние 200 лет имели различные судьбы. Их историю можно восстановить: сравнивая эти территории друг с другом и с «естественным» участком, удастся выяснить, что происходило в первичных экосистемах при том или ином виде антропогенного воздействия — вырубке, пожаре, выборочной рубке, разной длительности распашке, залужении, сенокосом или выгонном использовании, зарастании лесом, выпасе скота, заболачивании или осушении.

Если в археологических исследованиях почва предстает хранилищем предметов ушедших эпох или цивилизаций, то в отношении прошедших стадий антропоген-

ного и естественного развития экосистем оказывается остатком самой себя, содержащим в рисунке своей неоднородности зашифрованную историю экосистем.

На территории засечной черты антропогенная история коротка и хорошо документирована архивными материалами, поэтому именно здесь новое направление науки — почвенная археология экосистем — может найти ключ к расшифровке их истории. Методологию почвенной археологии экосистем мы разрабатываем уже 12 лет. В старовозрастную хорошо сохранившуюся дубраву Ягоднинского лесничества нас пригласили геоботаники для почвенно-исторических исследований. И нам удалось выяснить, что это один из участков забытой засечной черты.

Засечная черта Московского государства как памятник нашей истории должна быть восстановлена, хотя сейчас это вряд ли реально, ибо утраченные участки засек плодородны и используются под пашни. Но в будущем, когда исчезнет признак голода, зеленое ожерелье Русской равнины должно быть восстановлено полностью. В дополнение к культурно-историческому оно будет иметь и огромное экологическое, а при про-

³ Пономаренко Е. В., Офман Г. Ю., Пономаренко С. В. Обоснование организации заповедника «Калужские засеки». М., 1990.

думанном подходе — и туристическое значение.

Мощная антропогенная нагрузка на природную среду уже привела ко многим бедам в лесостепной и степной зонах Европейской части страны: резко нарушен их водный режим, исчезли тысячи малых рек, огромных размеров достигла эрозия, тысячи гектаров плодородных земель теряются под оврагами. Способность восстанавливать свои ресурсы у природы иссякает. Весь облик ландшафта настолько изменился, что нам трудно даже представить реалии еще недавнего времени. Там, где были леса с озерами и болотами, теперь лежит сухая степь и грунтовые воды ушли на десятки, а то и сотни метров вглубь.

Крепость Суджа Белгородской засечной черты была возведена для защиты от крымского хана и польского трона. Ее название в переводе с татарского означает «водяное место». Городок был срублен в окружении рек Суджа, Олешинка, Псел, обширных болот и лесов. Много нужно было иметь строевого дуба в округе, чтобы соорудить крепость и восстанавливать ее после периодических пожаров.

Но исчезла Белгородская черта, и от «водяного места» не осталось и следа. Экологическая ситуация в регионе коренным образом изменилась. В конце XIX в. русские ученые, обеспокоенные падением урожайности и учащимися засухами, стали искать причины этого. Долго искать не пришлось — вырубка лесов и нарушение экологически целесообразных приемов ведения сельского хозяйства центральной России вызвали его деградацию.

В это время русский ученый-агроном А. А. Измаильский, раскрывший роль антропогенного фактора в иссушении степей, пишет свою известную работу «Как высыхала наша степь» (1893), а основатель почвоведения В. В. Докучаев — «Наши степи прежде и теперь» (1892).

Через несколько лет Докучаев предпринимает первые шаги по созданию новой «зеленой стены», которая защищала бы русские земли, но на сей раз уже не от врагов, а от экологического дисбаланса, приводящего к учащимся засухам. Он организует посадки лесных полос в Каменной степи (Каменной ее прозвали потому, что в засуху почва высыхала, становилась твердой, как камень), а также на Старобельском и Великооанодольском участках. До сих пор облесенная часть Каменной степи — оазис с высокой урожайностью среди засушливых степей. Но, к сожалению, созданный Докучаевым оазис так и остался оази-

сом, эксперимент не был распространен, хотя облесение всего 5 % сельскохозяйственных угодий дает прибавку урожая зерновых и масличных культур на 20—28 %, а корневых культур — на 60 %. По опытам Владимирской агрометеорологической станции Украины и данным обследования более 250 хозяйств, в засушливые годы прибавка урожая может достигать и 200—300 %. А ведь создание системы защитных лесов — всего лишь один из элементов экологической оптимизации территории.

Чудовищными темпами падает вековой запас плодородия почв. Даже по сравнению с временами Докучаева, когда экологический кризис в лесостепной зоне уже был налицо, сейчас «царь почв» — чернозем — утратил от 30 до 50 % своего гумуса. Это потеря по меньшей мере 5—8 ц зерна с гектара ежегодно при тех же технологиях и затратах труда. Действительный же масштаб снижения плодородия гораздо больше.

Чтобы вернуть природе ее способность восстанавливать плодородие почвы, запастись в ней влагой, обеспечивать летний сток малых рек и т. д., нужно соблюдать ландшафтный принцип хозяйствования, т. е. позволить территории выполнять свои экологические функции. Иначе говоря, нужно ограничить пределы природопользования функционально различных частей ландшафта. Более того, 20—30 % территории должны стать специально охраняемыми, природопользование здесь необходимо свести к минимуму, а получение продуктов подчинить главной цели — воспроизводству ресурсов на окружающих интенсивно используемых угодьях. Для всего этого нужны крупные региональные программы.

Необходимость их создания для южных (лесостепных, степных и сухостепных) районов уже была осознана советскими учеными в 30-е годы, причем вторично — после попыток Докучаева. Тогда дала себя знать очередная серия знаменитых экологического дисбаланса территории — страшные пыльные бури, которые буквально за несколько часов уничтожали на сотнях тысяч гектаров посева и, более того, основу основ — почву, срывая с одних мест весь пахотный горизонт, переноса почву в виде порошка на большие расстояния и откладывая ее в других местах. План экологической оптимизации, разработанный учеными и идеологизированный по реалиям того времени, назывался Великим Сталинским планом преобразования природы. По этому плану предусматривался огромный объем работ, связанных с посадкой леса на землях колхозов и совхозов примерно на



Остатки засечного липово-дубового леса. Эти крошечные деревца, похожие на яблони, — третье поколение порослевых дубов: когда срубали молодые деревья, из пней вырастает второе поколение — более низкорослые, чем обычно, дубы с кривым стволом; если же и их срубали молодыми, выросшее из их пней третье поколение уже мало напоминает могучие дубы. Нормальная дубрава не может восстановиться из-за постоянного выпаса скота, лес редееет, чахнет и постепенно превращается в открытое пастбище (передний план).

Фото С. В. Пономаренко

6 млн. га для защиты 120 млн. га пашни и создадим 120 тыс. га лесных полос вдоль берегов и на водоразделах главных степных рек — Урала, Волги, Дона, Северского Донца.

Этот грандиозный проект, безусловно необходимый по сути, содержал целый ряд волюнтаристских решений, связанных с пренебрежением природными закономерностями. Поэтому после смерти Сталина реализация его фактически прекратилась. К тому времени было посажено около 2 млн. га лесных полос, остатки которых во многих местах сохранились до сих пор и продолжают играть свою полезную роль.

Кроме того, лесные полосы, как известно, регулируют климат, а в настоящее время могут выполнять еще одну важную экологическую функцию.

Закономерности, по которым осваивались земли, привели к тому, что антропогенные территории образовали единую систему, а места, где природопользование ограничено (в частности, естественные леса), разрываются на все более мелкие остров-

ки. Для многих видов растений и животных такое дробление ареала грозит гибелью локальных популяций, ибо из-за резкого ограничения миграции снижается их устойчивость.

В этом отношении показательна судьба бобра. Заметим, в разных местностях лесостепной зоны топонимы с корнем «бобр» очень распространены. Даже один из участков засечной черты назывался Бобриковой засекой. Воздействие этого животного на полноводность малых рек и обводненность территории огромное. Но поскольку в поисках кормовых мест бобры регулярно переселяются с места на место, вид оказался очень уязвимым к расчленению лесных массивов. К началу нашего столетия его существование было под угрозой. Только создание специальных заповедников (основной из них — Воронежский — организован на месте Белгородской засечной черты) и искусственное разведение спасли вид.

Чтобы незавидной участи бобра избежали другие животные, чтобы сохранить «экологическое здоровье» территории, нужно реорганизовать сложившуюся пространственную структуру природных сообществ: создать зеленые «коридоры» между островками обитания популяций. Тогда они смогут активно обмениваться генетическим материалом и за счет миграций восстановить свою жизнеспособность.

И, наконец, еще один аспект, связанный с понятием «качество жизни». В малолесных регионах потребность в рекреационных лесах огромна, а полосы леса как раз наиболее пригодны для активного

отдыха населения. И хотя на животных лесных полос, используемых для рекреации, скажется фактор беспокойства, вполне возможны решения, которые позволят сочетать обе эти функции.

ЗЕЛЕННЫЕ КОРИДОРЫ БУДУЩЕГО

Как видим, лесные полосы, но не засечные, а живые,— это коридоры в агроландшафтах, связывающие островки девственной природы. Ясно, что сохранить существующее разнообразие организмов в том или ином ландшафте удастся лишь с помощью их разветвленных локальных систем. Если же эти системы связать непрерывной лесной полосой, возникнет единая крупнорегиональная сеть.

Эту идею мы положили в основу проекта «Зеленая стена России», разработанного в нашей лаборатории. По проекту, главная связующая артерия, костяк общей сети — засечная черта. Восстановив леса по этим оборонным в прошлом линиям, протянувшимся с запада на восток по Русской равнине, мы создадим магистральные зеленые коридоры шириной от 1 до 10 км. Их «ответвления» — коридоры второго порядка — должны пролегать по берегам рек, водоразделам, сухим балкам, соединять сохранившиеся «островные» леса. Коридоры третьего порядка — это полезачитные лесные полосы из одного-пяти рядов деревьев. Приблизительно такая пространственная структура «естественных» экосистем будет выглядеть как пересекающиеся коридоры с расширенными узлами.

В проекте рассматривается и будущее дубрав, так как засечные леса были преимущественно липово-дубовыми, но значительную роль в них играли и такие широколиственные породы, как вяз, ильм, клен, ясень. Сейчас облик дубрав изменился: взрослых деревьев перечисленных видов фактически не осталось, более того, самим дубравам грозит вымирание, поскольку натуральных (семенных) дубрав в России сохранилось крайне мало, подавляющее большинство нынешних дубовых лесов — порослевые, выросшие из пней срубленных деревьев⁴. Порослевые дубы ниже ростом, имеют кривой ствол, очень часто дуплистый и годный лишь на дрова (у предков дубовый лес был строевым), жизнь их недолга. В лесостепных и степных лесах Русской равнины

молодых и средневозрастных семенных дубрав почти нет, хотя они значатся в министерских отчетах, поскольку семенные и порослевые леса не различают. Особенности среднерусского ландшафта незаметно утрачиваются.

В нашем проекте организации будущего лесопользования уделяется много внимания, иначе не удастся восстановить в оставшихся лесах семенные липовые дубравы со всем комплексом древесных пород, свойственных засечным лесам.

Сейчас, в новое «смутное время» в России, многим может показаться, что долгосрочные проекты лучше отложить, нужно выжить сегодня. Но если вдуматься, именно сейчас, в преддверии коренных изменений собственности на землю, вопрос о воссоздании сплошной полосы лесов на засечной черте можно решить наиболее безболезненно и без крупных капиталовложений. Сейчас, а не позже нужно провести полную инвентаризацию земель засечной черты, составить их кадастр, в котором было бы четко указано, где сохранились леса, какие земли стали пашней, лугом, оврагом, разведываемыми песками, населенными пунктами и т. д. В соответствии с кадастром и следует резервировать для восстановления лесов земли, чтобы они не стали пожизненно наследуемыми частными владениями, иначе возникнут труднопреодолимые препятствия в будущем. Необходимо также проанализировать аэрофотоснимки и материалы наземной таксации (оценки качественных и количественных характеристик) лесов, чтобы выяснить их состояние.

После выполнения этих двух основных задач настанет время составить проект очередного восстановления лесов засечной полосы, конечно же, с учетом современных реалий. Прежде всего нужно засаживать лесом земли Государственного лесного фонда, сейчас уже безлесные, а также эродированные и заовражные земли, открытые пески.

В проекте «Зеленая стена России» помимо упомянутого предусмотрены и другие аспекты, но всего в статье не перечислишь.

Мы приглашаем к сотрудничеству всех, кто заинтересуется проектом, кому небезразлична судьба русской земли. Идея ее защиты объединяет прошлое и будущее засечных лесов: в прошлом они защищали от врагов, в будущем спасут от экологической деградации.

⁴ Подробнее см.: Смирнова О. В., Чистякова А. А. Сохранить естественные дубравы // Природа. 1987. № 3. С. 40—45.

Н. К. Кольцов и экспериментальная генетика высшей нервной деятельности

СРЕДИ биологических наук физиология первая вступила на путь экспериментального развития. В ней, особенно в XX в., явно отчетливо представлены два направления: биологическое и физико-химическое. Именно этим объясняется пристальный интерес к физиологии и физиологам основателя экспериментальной биологии в нашей стране Н. К. Кольцова.

Творческие и дружеские контакты Кольцова с физиологами установились довольно рано, но особенно усилились после основания журнала «Природа» [1912] и Института экспериментальной биологии [1917]. Как редактор Кольцов был заинтересован в том, чтобы оба направления физиологии — биологическое (И. П. Павлов) и физико-химическое (А. Ф. Самойлов) — были представлены в «Природе». В ряде писем, начиная с 1913 г., Кольцов настойчиво просил Павлова написать статью о физиологии высшей нервной деятельности, а Самойлова — по физиологии нервов и мышц. В те годы казанская электрофизиологическая лаборатория Самойлова была лучшей в мире — здесь выполнены классические исследования в области электрофизиологии и электрокардиографии.

В письме Павлову от 11 сентября 1915 г., говоря о том, как тяжело отражается на людях война, как много слабых, готовых отчаиваться, Кольцов писал: «Необходимо всеми мерами поднимать дух разных слоев русского народа, поднимать его веру в свои силы, в свою культуру, в свое будущее. Надо напоминать о том, что у нас, русских, не только великая литература, но и великая наука, что у нас есть своя русская физиологическая школа, которая не идет в хвосте за иностранными, но ведет других за собой... Каково бы ни было содержание Вашей статьи, уже сама по себе она будет призывом к бодрости»¹.

В 1917 г. в «Природе» была напечатана статья И. П. Павлова «Настоящая физиология головного мозга». В том же году издательство «Природа» в серии «Классики естествознания» выпустило книгу Павлова «Лекции о работе главных пищеварительных желез». «На мою долю,—

писал Кольцов,— выпала честь быть редактором этого издания»².

Новый этап во взаимоотношениях этих ученых связан с выходом в свет известной работы Павлова «Новые исследования по условным рефлексам» [1923], в которой доказывалось, что условные рефлексы наследуются. История вокруг этой публикации началась с резкой критики Кольцовым гипотезы Павлова о наследственной передаче приобретенных признаков. В статье «Новейшие попытки доказать наследственность благоприобретенных признаков» [1924] Кольцов писал, что Павлов никогда не работал в области генетики и не представляет себе всей сложности генетических проблем. «Нас поразило,— продолжал Кольцов,— слишком упрощенное сопоставление безусловного рефлекса цыпленка, клюющего зерна и похожие на зерна предметы немедленно после выхода из яйца, с реакцией мыши на звук, остающейся все же условным рефлексом даже в последнем поколении... Но разница между врожденным безусловным и приобретенным условным рефлексом, которая нам, генетикам, кажется коренною, в представлении автора совершенно сглажена». «Передача по наследству приобретенных условных рефлексов,— продолжал Кольцов,— представляется нам особенно невероятной потому, что, по современным воззрениям, в основе условных рефлексов лежит закрепление новых рефлекторных дуг, т. е. возникновение новых тончайших структур в мозге. Совершенно невероятно, чтобы эти чрезвычайные специализированные микроскопические структуры могли каким-то образом отразиться на структуре хромосом зачатковых клеток и вызвать соответствующие изменения их генотипных элементов»³. Получив отклик статьи Кольцова, Павлов выразил готовность «побеседовать» с ним на интересующую его тему, и, как писал впоследствии Кольцов, слухи о нетерпимости Павлова к критике «оказались совершенно неверными»: Иван Петрович принял меня очень приветливо.

² Кольцов Н. К. Труд жизни великого биолога // Биол. журн. 1936. Т. 5. № 3. С. 391.

³ Кольцов Н. К. Новейшие попытки доказать наследственность благоприобретенных признаков // Рус. естественный журн. 1924. Т. 2. Вып. 2—3. С. 161—163.

¹ Переписка И. П. Павлова. Л., 1970. С. 100—101.

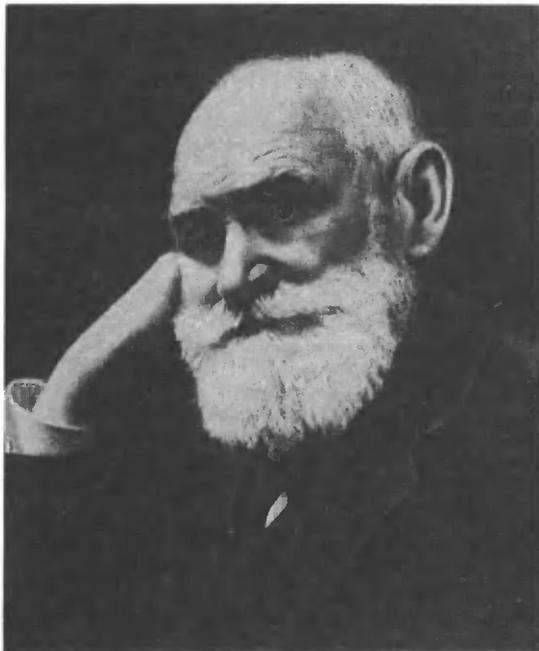
и первые его слова были: Теперь я работаю только с собаками, которых знаю...»⁴

В результате у Павлова обострился интерес к генетике. «На 87-м году жизни,— писал Кольцов,— он еще хотел учиться и определенно говорил, что ему надо изучать генетику, в которой он еще недостаточно сведущ». Описывая свое посещение Павлова в Колтушах в 1934 г., Кольцов отметил необычайное воодушевление его в связи со строительством нового корпуса Биостанции для экспериментального изучения генетики высшей нервной деятельности. «Он сам наблюдал за постройкой лабораторий и питомников, сам своими руками рассказывал кустарники вокруг зданий... Он с восторгом говорил мне о своем новом деле и развивал планы на будущее»⁵.

Последний раз Кольцов навестил Павлова в декабре 1935 г., за два месяца до его смерти. На этот раз Павлов рассказывал об опытах по определению темперамента собак, выражал сожаление в связи с трудностями создания специальной генетической группы. Павлова радовало, что ему удалось договориться с тогдашним министром здравоохранения Г. Н. Каминским о введении специального курса генетики во все медицинские институты. К этому времени относится незаконченная рукопись Павлова «Об одном важном долге современного врача» (1935), опубликованная лишь в 1975 г. В ней речь идет об обязанности для врача основательных знаний по генетике. Своим активным интересом к исследованиям, проведенным павловской лабораторией, Кольцов сумел повернуть Павлова лицом к генетике. Если в начале 20-х годов Павлов выступал с позиций «первобытного ламаркизма», как писал Кольцов, то в начале 30-х годов Павлов уже автор программы экспериментальной генетики высшей нервной деятельности.

«В настоящее время сильнее и громче раздаются голоса в защиту ламаркизма,— писал Б. М. Завадовский в 1926 г.— Генетика в своих выводах противоречит марксизму и не совпадает с социальной политикой партии. Эта точка зрения получает опору также в психологии масс, первая реакция которых по отношению к генетике резко отрицательная... Мне, как преподавателю Коммунистического университета имени Свердлова, приходится ежедневно сталкиваться с заявлениями студентов-свердловцев, что генетика — наука буржуазная, а ее выводы неприемлемы для философии пролетариата»⁶.

В педагогике те же шпаги скрещивались в споре о преобладании роли наследственности или социальной среды в формировании поведения человека. Выводы «буржуазных биологов, на основе законов генетики и менделизма, направлены против власти пролетариата, именно это заставляет биологов-марксистов,— продолжал Завадовский,— отшатнуться от генетики и искать



И. П. Павлов.

разрешение вопроса у берегов ламаркизма»⁷.

Поворот Павлова от ламаркизма к генетике упорно замалчивался. Более того, в 40-е годы, когда Павлов уже не мог защитить свою честь, его имя в угоду власти стало назойливо ставиться рядом с Лысенко. Н. И. Вавилов пытался восстановить истину. В октябре 1939 г. он писал: «Не случайно величайший биолог наших дней И. П. Павлов больше, чем кто-либо, сделавший в познании факторов воздействия на организм, при этом большой почитатель Тимирязева, тем не менее настолько ценил современную генетическую теорию, включая менделизм, что создал особый отдел генетики человека в своем институте в Колтушах и поставил около здания института памятник Менделю»⁸.

Биографы Кольцова Б. Л. Астауров и П. Ф. Рокицкий среди друзей Кольцова называют ученика Павлова академика Л. А. Орбели. Хранящиеся в Архиве АН СССР письма Кольцова подтверждают это. Первое письмо от 19 июня 1938 г. представляет собой развернутую программу генетического изучения темперамента собак с конкретными предложениями. Следуя совету Кольцова, Орбели приглашает в Колтуши Л. В. Крушинского, выполнившего здесь два исследования: «Роль наследственности и условий воспитания в прошлом и выражении признаков поведения у собак» (1946) и «Наследование пассивно-оборо-

⁴ Кольцов Н. К. Труд жизни великого биолога. С. 397.

⁵ Там же. С. 401.

⁶ Там же.

⁷ Завадовский Б. М. Дарвинизм и ламаркизм. М.—Л., 1926. С. 64.

⁸ Там же.

⁹ Вестн. АН СССР. 1990. № 9. С. 113.

нительного поведения (трусости) в связи с типами нервной системы у собак (1947). Эти работы впоследствии получили развитие в фундаментальной монографии «Биологические основы расщепочной деятельности» (1986), удостоенной Ленинской премии.

Второе письмо Кольцова, написанное через год, 3 июня 1939 г., читается с чувством глубокой горечи и обиды за судьбу нашей науки. Оказавшийся в плену лживых обвинений и клеветы, Кольцов в трудную минуту обращается к Орбели, уверенный, что найдет понимание и поддержку.

В декабре 1940 г. Кольцов умирает от инфаркта. Вслед за ним, покончив самоубийством, уходит из жизни и его жена.

На долю Орбели как академика-секретаря Отделения биологии АН СССР (1939—1948) выпали тяжелейшие испытания. Тем не менее в особо трудные для биологии годы Орбели позволял

себе называть Кольцова выдающимся биологом, а генетику — фундаментальной наукой, в основе которой лежат неопровержимые факты. Известный английский нейрофизиолог, президент Лондонского Королевского общества Генри Дэйл оценил постановление сессии ВАСХНИЛ и Президиума АН СССР от 26 августа 1948 г. как «ясное выражение политической тирании». Орбели был снят с поста секретаря Отделения за то, писал Дэйл, что он не подчинился «этой политически навязанной ортодоксии»¹⁰.

И в заключение хотелось бы сказать, что роль Кольцова в развитии исследований по экспериментальной генетике высшей нервной деятельности еще недостаточно оценена.

¹⁰ Британский союзник. 1948. 12 декабря.

19.VI 1938
Москва

Н. К. КОЛЬЦОВ — Л. А. ОРБЕЛИ

Многоуважаемый Леон Абгарович, прежде всего я хочу поблагодарить Вас за радушный прием в Колтушах, посещение которых доставило мне большое удовольствие. Я много думал о той большой интересной, но в то же время очень трудной задаче, которая стоит перед Вами, и я хочу поделиться своими соображениями.

Главная трудность этой задачи заключается в несомненной длительности ее выполнения. Вы сами определяете, что первые результаты получатся не ранее, чем через десять лет, и, может быть, этот срок даже преуменьшен. А кроме того, при теперешней постановке работы представляется маловероятным, чтобы за это время удалось закончить хотя бы какие-либо предварительные работы, заслуживающие опубликования.

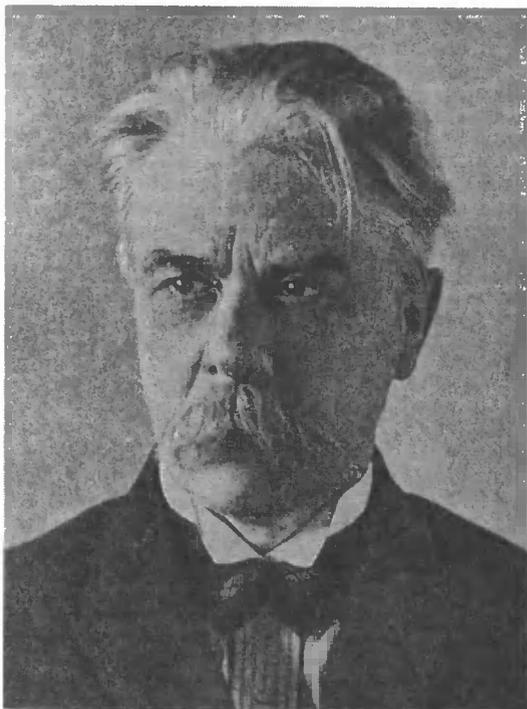
Причина этого лежит, по-моему, не столько в трудности проблемы — а проблема генетики темперамента очень трудна — сколько в особенностях той популяции собак, с которой Вам приходится работать.

Представьте себе, что мы упростили бы проблему, заменили ее, например, такую простую, как генетика окраски собак. Эта проблема ни для чего не нужна, и на нее жаль было бы затратить даже одну тысячу рублей, и она не требует никаких анализов, а лишь элементарных наблюдений. Но при имеющейся в Колтушах собачьей популяции она почти неразрешима и потребует для неполного разрешения десятки лет. Во-первых, у Вас нет, может быть, ни одной

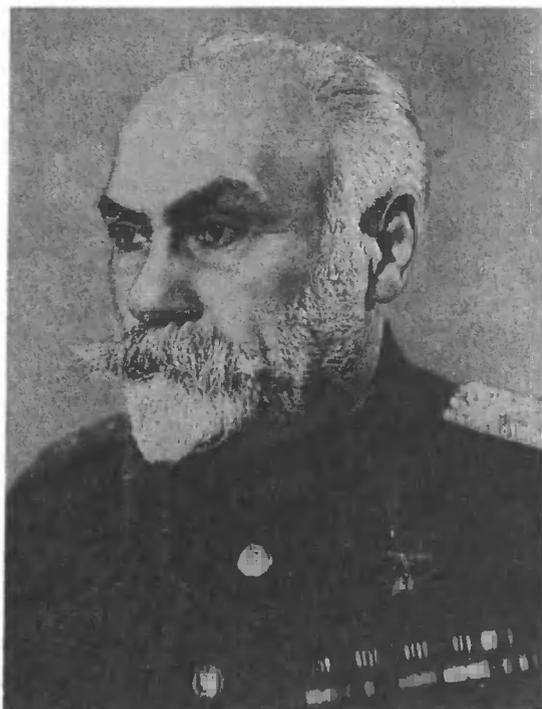
гомозиготной по окраске собаки, и при скрещивании двух более или менее одинаковых по окраске собак должно получиться расщепление. Придется выждать несколько поколений, чтобы получить с уверенностью гомозиготных по окраске собак. А во-вторых, в популяции не хватает ряда окрасок, типичных для некоторых собачьих рас: придется ждать возникновения редчайших мутаций или сознательно подбирать материал со стороны.

Те же два недостатка имеются в Вашей популяции и для решения проблемы генетики темперамента. Только здесь дело осложняется трудностью анализа каждой собаки, который требует, вероятно, несколько месяцев и для каждого производителя, и для каждого потомка. Очень жаль, что большая часть этой громоздкой работы будет пропадать задаром.

Я по-прежнему вижу единственный выход в том, чтобы заменить смешанную колтушинскую популяцию собак несколькими заранее подобранными «породами» собак, которые мы можем считать в значительной степени подобранными именно по темпераменту. Ведь всякий без глубокого анализа скажет, что сторожевая овчарка отличается по темпераменту от охотничьего сеттера, добродушный сенбернар от злобного бульдога-«боксер», доберман-пинчер от стремительной и глупой высоконогой борзой, флегматическая и почти меланхолическая туркестанская лайка от живого и деятельного фокстерьера. Чрезвычайно благодарная и, я полагаю, нетрудная задача выразить эти явные отличия в темпераменте в точных терминах по методу условных рефлексов. Если вы приобретете несколько выводков таких чистокровных племенных собак, то уже через год у Вас будут законченные и вполне пригодные для опубликования исследо-



Н. К. Кольцов.



Л. А. Орбели.

вания по темпераменту отдельных пород. Нет никакой необходимости торопиться с гибридизацией, т. е. задача выяснения типов поведения определенных пород не менее важна для генетики, чем изучение расщеплений при скрещивании. А когда, убедившись в гомозиготности по темпераменту своих племенных производителей, Вы приступите к скрещиваниям, то будете уверены, что уже первое поколение даст определенные интересные результаты.

Есть и другая тема, которая не возьмет много времени и может проводиться попутно: эволюция темперамента с возрастом. На беспородных гетерозиготных собаках эта тема не могла быть проведена, так как даст смешанные результаты, зависящие от гетерозиготности.

Третья тема: влияние полового цикла у самки на проявление темперамента — также не требует большого времени опять-таки при том необходимом условии, чтобы работа производилась на племенных, подобранных более или менее по генотипу животных.

Конечно, и среди определенных пород встречаются особи, не вполне сходные по темпераменту, но эти различия по объему значительно меньше, чем различия между беспородными дворняжками. Все, что я пишу, Вы, конечно, и без меня хорошо знаете, и я понимаю, что главным затруднением является стойкость Колтушинских традиций. Нет необходимости сразу

заменять всех беспородных собак племенными, можно и постепенно приобретать одну за другой породу, преимущественно сразу целыми гнездами в возможно большем числе братьев и сестер, и если это будут молодые щенки, сразу же ставить с ними работу по индивидуальному развитию темперамента, хотя бы вначале и не по методу условных рефлексов. Можно придумать целый ряд специальных методов для изучения щенят — бег по колесу или бег с шагомером, наблюдения и пр. Это тоже тема на несколько месяцев работы.

Для постепенного перевода своего питомника на питомник племенных собак Вам, конечно, требуется хороший специалист, знающий породы собак. Я очень рекомендую для этой цели Леонида Викторовича Крушинского, о котором Вы меня спрашивали и которого я в свое время рекомендовал покойному И. П. Павлову. Иван Петрович сказал тогда: пусть сначала он окончит аспирантуру. Крушинский аспирантуру кончил и защитил кандидатскую диссертацию, сейчас работает старшим научным сотрудником в Московском университете, в лаборатории М. М. Заводского. Он много работал в питомниках военного ведомства по темпераменту собак и хорошо знает собачьи породы. Жена его кончает аспирантуру в моем институте, также хорошо работает в области физиологии развития, и я убеждаю Крушинского переселиться в Ленинград, так как

в Москве при университете он не сможет, конечно, продолжать свои работы по генетике темперамента собак, а этой проблемой он очень увлекается. И для Вас он, конечно, будет полезен, так как хорошо знает генетику, с одной стороны, и собак — с другой.

Простите, что написал Вам целую диссертацию. Но Вы были так любезны, показывая мне свою станцию, что мне хотелось оставить некоторый след своего посещения. Другой след я оставил в виде портфеля с несколькими оттисками в Вашем кабинете. Он мне не очень нужен, но, может быть, при случае захватите с собой в Москву.

Мы с Марией Полиивктовой очень рассчитываем на то, что Вы посетите наш Институт. Привет от нас Вашей супруге.

Уваж. Вас Ник. Кольцов

3. VI 1939
Москва

Н. К. КОЛЬЦОВ — Л. А. ОРБЕЛИ

Многоуважаемый Леон Абгарович!

Я вернулся из разрешенного мне Президиумом Академии отпуска, который потребовали врачи, и застал здесь еще совершенно не выясненное положение.

Поскольку я отстранен от должности директора бывшего Института экспериментальной биологии, я имею право интересоваться только своей судьбой. Академия постановила обеспечить мне личную научную работу, и я думаю только о ней. По-видимому, из моей квартиры и из моей

лабораторной комнаты (совершенно обособленных в здании Института) меня не предполагается выселять. Но у меня нет совместительства, и единственную зарплату я получал из ИЭБ. Сохранилась ли эта зарплата? Будет ли утверждена моим помощником моя жена М. П. Кольцова (доктор биологических наук) и препаратором, обслуживавшая до сих пор мою личную работу, Е. П. Кумакова? Откуда мы будем получать зарплату и очень небольшие средства на научные расходы (последние я мог бы оплачивать и из своей зарплаты)? Я предпочел бы получить непосредственно из Академии, но если это нельзя, Вы можете приписать мою маленькую лабораторию (3 штатных единицы) к любому из академических Институтам — хотя бы к Вашему, физиологическому, так как в план моих работ ближайшего времени входит продолжение работ по меланофорам нервного возбуждения, первая часть которой «Исследования по раздражимости...»² только что опубликована.

Я охотно поговорил бы лично с Вами, но не знаю, когда Вы будете в Москве и где я могу Вас видеть.

Уваж. Вас Ник. Кольцов

(Архив РАН. Ф. 895. Оп. 3. Ед. хр. 556. Л. 1—5.)

Публикация и комментарии доктора биологических наук Н. А. Григорья
Институт истории естествознания и техники РАН
Москва

¹ Речь идет о будущей статье: Нервная регуляция меланофоров // Докл. АН СССР. 1940. Т. 28. № 5. С. 463—469.

² Исследования по раздражимости эффекторных хромотофоров // Биол. журн. 1938. Т. 7. № 5—6. С. 896—936.

ПРИРОДА-nature

В этом номере мы в очередной раз даем тем, кто подписался на журнал «Природа» (а в розницу с этого года он больше не поступает), возможность познакомиться с некоторыми материалами дружественного нам издания — журнала «Nature». И, по установившейся уже традиции, стремимся найти среди публикуемого нечто, способное привлечь к себе особое внимание наших читателей — либо благодаря чрезвычайной актуальности темы, либо потому, что в данном сообщении затронуты волнующие нас всех сегодня проблемы жизни (а порой и выживания) науки. Такие материалы в той или иной форме комментируются редакцией.

На этот раз в их число попала информация о преподавательской и научной деятельности отечественных ученых в Бразилии, в частности о сотрудничестве химиков, физиков и математиков-прикладников Казанского авиационного института с университетом в Иджуи, расположенном в южном штате Риу Гранди ду Сул, а также сообщение об опыте помощи болгарскому ученому Ивану Ивановичу, руководителю лаборатории термодинамики и физико-химической гидродинамики Софийского университета, со стороны его японского коллеги Куниаки Нагаямы, сотрудника фирмы «ДЖОЕЛ лимитед», производящей высококачественные микроскопы. Оба эти материала в комментариях не нуждаются — правильнее было бы сказать, что отечественные ученые нуждаются в том, чтобы из сказанного в них были сделаны скорые и практические выводы.

Что же касается третьего материала, то это небольшая заметка, рассказывающая еще об одном применении персонального компьютера в научной работе — о превращении его в точный и удобный измерительный прибор, производящий к тому же и обработку полученных результатов. Здесь нам бы хотелось, с одной стороны, повиниться перед нашими постоянными читателями, а с другой — объяснить с ними.

В области компьютерной техники и программирования сложилось парадоксальное положение. Несмотря на многолетние разговоры на всех возможных уровнях, до сих пор практически нет ни одной отечественной персональной ЭВМ, удовлетворяющей современным требованиям и выпускаемой серийно. В результате все работают на импортных машинах, которых к тому же не хватает. В то же время среди наших ученых, активно приглашаемых ведущими западными фирмами к сотрудничеству, именно компьютерщики — и проектировщики новых машин, и программисты — составляют едва ли не самую весомую часть.

Одно из объяснений этому лежит на поверхности событий последних десятилетий. Именно недостаток надежной, мощной и современной вычислительной техники и элементной базы для ее создания вынудил отечественных ученых искать новые, неожиданные пути для конструирования машин и использования тех, что есть в наличии. Не имея возможности полагаться на огромное быстродействие, гигант-

скую емкость запоминающих устройств, неограниченный срок работы машины до первого отказа, наши умельцы должны были писать такие программы, чтобы они решали поставленную задачу в минимальное время, отпущенное до очередного сбоя в работе машины, и не требовали больших ресурсов памяти. Не будучи избалованы отечественной промышленностью, выпускающей комплектующие изделия для вычислительной техники, они научились собирать даже супер-ЭВМ из весьма ограниченного числа различных типов далеко не стопроцентно надежных деталей. Справедливой — в какой уже раз — оказалась поговорка, которой на Руси издавна привыкли находить утешение: «Не было бы счастья, да несчастье помогло».

Однако наша «компьютерная неполноценность» привела к сдвигам в психологии: как-то не очень ловко писать о собственных достижениях в области вычислительной техники и ее применений, используя для этого импортную ПЭВМ и постоянно заботясь о том, как бы уложиться в отведенное тебе для работы на ней время. Мы тоже попались в эту психологическую ловушку и, вместо того, чтобы по возможности шире пропагандировать использование вычислительной техники в самых различных областях науки, все последние годы публиковали слишком мало материалов на эту тему. В научно-популярной периодике сложилось свое отношение к подобным материалам. Например, приводить в статье использованные автором программы, пусть даже очень нужные коллегам и предельно простые для восприятия, считалось предосудительным; далеко не у всех есть компьютеры, и потому печатать подобные тексты — все равно что помещать гурманские заметки об относительных достоинствах зернистой и паюсной икры в стране, где даже селедка не является общедоступным продуктом.

Мы намерены немедленно и кардинальным образом изменить свой подход к данному вопросу. (В немалой степени этому способствует то обстоятельство, что в последнее время редакция всеми правдами и неправдами обзаводится собственными компьютерами и сотрудники на собственном опыте уже смогли испытать огромные преимущества работы с ними.)

В частности, мы предполагаем опубликовать в одном из ближайших номеров статью доктора физико-математических наук С. Н. Баранова, заведующего лабораторией теории программирования Института информатики и информатизации РАН, который рассказывает о попытке заставить персональный компьютер даже самого невысокого класса моделировать работу большой вычислительной машины, которая в свою очередь моделирует необычайно сложные процессы, происходящие в жизни. Там наши читатели встретятся с записями программ для ПЭВМ, а также смогут полюбоваться плодами изобразительного творчества компьютера — теми картинками, что он создает в виде ответа на поставленные перед ним чисто научные вопросы. По заказу редакции ряд ведущих отечественных специалистов по информатике готовят статьи о различных компьютерных проблемах.

Мы далеки от мысли, что плохая обеспеченность вычислительной техникой и, шире, научным оборудованием, есть благо, ибо, заставляя использовать разум и изобретательность там, где можно было бы просто нажать кнопку или переключить тумблер, ведет нашу науку своим особым, только ей присущим путем. Но и проходить мимо действительно неожиданных, самобытных и остроумных решений только потому, что они продиктованы прорехами в техническом оснащении труда исследователя, мы тоже не считаем ни правильным, ни справедливым, ни, наконец, попросту умным. Да, отечественным ученым приходится рассчитывать в первую, во вторую и в третью очередь на собственные мозговые извилины и уж только потом — на современную технику. От кого нам скрывать эту правду?

К. Левитин

The rising price of helping Bulgarian science

Tokyo

A JAPANESE researcher, with the help of Japan's usually stodgy bureaucracy, has kept alive for a year a whole laboratory of Bulgarian scientists and technicians. But his creative use of a mere US\$50,000 from his large government grant may be foiled by the rising price of freedom in Eastern Europe.

Kuniaki Nagayama, a researcher at JEOL Ltd., a manufacturer of advanced microscopes, received an 'SOS' in December 1990 from Ivan Ivanov, head of the Laboratory of Thermodynamics and Physico-chemical Hydrodynamics at the University of Sophia in Bulgaria. Ivanov wrote that his team of researchers was on the verge of breaking up because of a lack of funds and a brain drain following the political upheavals in Eastern Europe.

Nagayama decided that Ivanov's team could make a significant contribution to his 'Protein Array' project funded by the Exploratory Research for Advanced Tech-

nology (ERATO) programme of the Research and Development Corporation of Japan (JRDC).

With the help of JRDC officials, Nagayama bent the rules governing ERATO projects to provide Ivanov's team with a small but significant sum of money. The \$50,000 was channelled to Ivanov's laboratory under a system normally used for contracting out data analysis to private companies or other research organizations. It has been enough to hold together Ivanov's team of 18 scientists and technicians for the past year. In addition, two researchers from Ivanov's team have spent a year in Japan under the ERATO grant.

The system of support set up by Nagayama has turned out to be a cost-effective way of carrying out research that, at the same time, supports science in Eastern Europe. Genya Chiba, vice president of JRDC, says that it costs almost as much to bring one Bulgarian scientist to

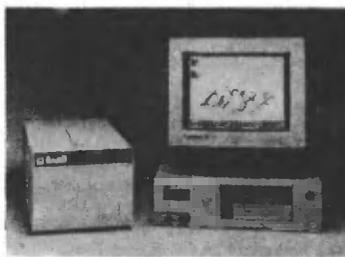
Japan for a year as to support the whole of Ivanov's laboratory in Sophia University for the past year. But it is becoming more expensive by the day.

Bulgaria suffered a sharp rise in prices last year following moves towards a more free-market economy. Ivanov wants almost twice as much money next year so that he can pay higher salaries to his team. Although plenty of money exists within Nagayama's ERATO grant to cover the request, it would be an unprecedented amount of money for outside, contracted research. A decision is expected soon.

In the long run, Nagayama hopes that the laws governing the ERATO programme will be changed to make it easier to provide ERATO funds to research teams overseas. And he hopes his small initiative will serve as a model for Western nations and Japan to help maintain the research infrastructure in Eastern European countries and the former Soviet Union.

David Swinbanks

The new PC-based, high-performance diode array LC detector — the model L-4500 — from Hitachi includes software for not only normal data reduction but also system suitability, peak purity testing (with graphical representation), spectrum library functions, full LC system control and customized reporting (*Reader Service No. 111*). This, together with an advanced optical design, provides a sensitivity of detection in the low parts-per-billion range (for example, less than 7



LC detector with 512 diodes in the array.

p.p.b. for anthracene on column). The L-4500 has a wavelength range of 190–800 nm with selectable spectral bandwidths of 2, 4, 7, 15 or 30 nm. Other features include spectrum displays in contour (including real-time contour display), three-dimensional, or customary chromatogram formats. When connected to a Hitachi LC system via PAN (private area network for laboratory instrumentation), the L-4500 diode array manager software can set up and control the entire LC system.

Two types of extragalactic jets



EXTRAGALACTIC radio jets come in two flavours. Powerful radio galaxies (FR2 sources), such as 4C14.11 shown on the left, have weak, narrow jets which end in bright hotspots at the edges of the radio lobes. Numerical simulations suggest that these jets are light and supersonic. Less-powerful radio galaxies (FR1 sources), such as 3C296 shown on the right, have brighter, broader jets

which do not end in hotspots but fade into diffuse plumes. These jets are often thought to be turbulent and trans-sonic. The narrow FR2 jets are almost always one-sided, whereas the broader FR1 jets are often asymmetric and very occasionally, as in M87, completely one-sided. (Figures are VLA images, courtesy of J. P. Leahy.)

S.G.

Seeing the unseeable

The ability to move atoms and molecules with the STM has perhaps diverted attention from the equally wonderful possibilities for 'seeing', and more broadly, sensing, offered by this microscope and its relations. Heinrich Rohrer (IBM Zürich Research Laboratory) surveyed the broad sweep of these possibilities, pointing out that the range of possible interactions between tip and sample (van der Waals, adhesive, magnetic and electrostatic, to name a few) offers both opportunities and potential problems. In principle, one can isolate any property of interest and measure it locally: under the broad heading of magnetism, for example, one can use the magnetic valve effect (in which the tunnelling current is sensitive to the electron polarization), magnetic force microscopy (with a magnetized tip), or magnetic resonance microscopy. Any of these techniques can also be combined with spectroscopy — for example, one might inject polarized electrons from the tip, and measure the emission of polarized photons. But Rohrer cautioned that the sheer number of interactions makes it hard to be sure that one is really looking at the interaction of interest, and one must also ensure that the probe itself doesn't interfere with the experiment one is trying to perform.

Akira Tonomura (Hitachi Advanced Research Laboratory) reminded the

audience that the STM is not the only way to create atomic-scale images. The availability of coherent electron beams, produced by field emission from a pointed tungsten tip, has led to the technique of electron holography, for both high-resolution imaging and electron interferometry. Tonomura illustrated the use of reflection interferometry to measure surface topography with a resolution of less than 0.01 nm. Like the STM, however, the technique can do far more than simply sense topography. Thanks to the Aharonov-Bohm effect, the phase of an electron wave is sensitive to the presence of an electromagnetic field: the fringes in an interference micrograph appear along magnetic lines of force, with a separation of one flux quantum between adjacent fringes. Following the use of electron holography to demonstrate definitively the existence of the Aharonov-Bohm effect, Tonomura has used the technique to image flux lines in superconductors — providing direct evidence for flux-line pinning, and other aspects of flux-line dynamics induced by thermal excitations or interactions with the supercurrent. Having seen Tonomura's videotape of flux lines dancing across the surface of a superconductor (see figure), one is inclined to believe him when he says, "with this technology, even thought experiments will be possible". □



Electron interference micrograph showing bundles of flux-lines emerging from the surface of a superconducting lead film. Scale bar, 2 μm .

BRAZILIAN UNIVERSITIES

Soviet immigrants trigger debate

São Paulo

A TRICKLE of scientists from the former Soviet Union who are headed towards Brazil has touched off a heated debate about the wisdom of hiring them at a time when native scientists are struggling to find jobs.

The current recession has meant few opportunities for faculty of any stripe. The notable exception is the University of São Paulo, the biggest and richest university in

the country which, not coincidentally, can also boast of having the most talented faculty. The university, supported by the state of São Paulo, is putting the finishing touches to contracts with 10 scientists from abroad, including eight from the former Soviet Union. One has already arrived for a two-year stay, and his colleagues — mostly engineers, physicists and mathematicians — are due this spring.

However, their hiring has been criticized by the president of the Brazilian Society for the Progress of Science, an umbrella group of scientists from various disciplines. Physicist Ennio Candotti, head of the society, believes that it is wrong for the university to hire foreigners at a time when the federal government is failing to provide necessary support for both working and would-be scientists.

Candotti pointed out that, since last May, the government has withheld funds for projects approved by an advisory body to the National Council for Scientific and Technological Development. Students who are studying abroad face similar delays. The problem came to a head earlier this month when several graduate students camped in front of foreign consulates and overseas agencies of the Bank of Brazil in cities where they are going to school to complain that they had not received their scholarship money. Their protests convinced the government to release the funds.

"The idea of bringing scientists from abroad is a very good one", says Candotti. "But we must be careful not to lose our international credibility". Candotti is also worried that foreign scientists could face the same hardships as native researchers if the Brazilian government fails to sustain its support. "Our wages are not competitive internationally," he says. Although São Paulo plans to pay the immigrant scientists some \$3,000 to \$3,500 a month, foreign scientists expected this fall at the University of Brasília will be earning only \$1,200 to \$1,400 a month.

São Paulo's pro-rector for research, Emey Plessman de Camargo, says that his university's recruitment of foreigners goes back more than 50 years, and that "we must keep the tradition of bringing competence [to the university] from abroad". He says that the university's \$400 million annual budget can easily absorb the cost of the new faculty.

The first contingent of Russian scientists has already arrived, and is making a difference. The University of Ijuí, a small institution in the southern state of Rio Grande do Sul, has hired a small group of chemists, applied mathematicians and physicists from the Kazan Aviation Institute, a research facility that until recently has been closed to foreigners. They are currently teaching in a small town far from the country's main academic research centres.

The group are part of a continuing effort by the university to bring in foreign faculty for two-year periods. "We're very pleased with their work," says Telmo Frantz, the university's rector. "We hope that they stay."

Ricardo Bonalume

Psychologists rethink Burt

London

The British Psychological Society, which 12 years ago decided to support allegations of scientific fraud against the late Sir Cyril Burt, the author of controversial publications on the inheritance of intelligence, last week announced that it holds no official opinion on the matter. Its decision baffles supporters of Burt, who have been pushing to exonerate him, and seems certain to open a new chapter in the controversy surrounding one of the few documented cases of alleged scientific misconduct in Britain. However, it seems unlikely to shed new light on the debate over the roots of intelligence.

The allegations of fraud were first published by the *Sunday Times* in 1976, five years after Burt's death. The article alleged that Burt had fabricated data in studies said to demonstrate high correlations between the IQ scores of monozygotic twins, raised apart. Burt was also accused of listing research assistants who did not exist.

Ten fellows of the British Psychological Society, led by the retired child psychologist Bill Wall, have been pressing for a full inquiry into the matter. Late last year, Wall and his colleagues appeared to be making progress when the society announced that it intended to reconsider its position on Burt (see *Nature* 354, 97; 1991).

But last week, Wall described the society's new statement as "remarkable for its illogicalities and evasiveness". The confusion, he speculates, comes from an attempt to paper over disagreement within the governing council of the society by crafting a statement that all its members could support. Wall expects the ten dissident fellows to meet shortly to consider their next move.

The group is unlikely to let the matter lie. Robert Joynson, the author of a book that sought to exonerate Burt (see *Nature* 340, 439; 1989), says he will not be satisfied until the society announces that it has changed its mind about Burt's guilt.

Joynson wants the society to reexamine the evidence — something it did not do in producing last week's statement. But as the society is unwilling to do so, Joynson says he would be "very happy" to see another organization launch a separate inquiry. He suggests the British Academy, of which Burt was a member.

Fraser Watts from the Medical Research Council's Applied Psychology Unit in Cambridge, who is president of the British Psychological Society, believes a new inquiry would be inappropriate. "The society never actually held an inquiry of the type that the defenders of Burt are calling for now," he says. (The society assumed that Burt was guilty on the basis

of the conclusions of Burt's biographer, Leslie Henshaw.) Watts is also bemused by the assumption among Burt's supporters that a new inquiry would exonerate him.

"Some of the case against Burt has been punctured," he concedes, but "I'd be very surprised if [an inquiry] would be conclusive". Although evidence has now emerged to suggest that the 'missing' research assistants actually existed, many psychologists are still sceptical of some of Burt's data.

Peter Morris, vice-president of the society from the University of Lancaster, rejects the accusation that the society is evading the issue. The society's council genuinely believes that it should not take a corporate view on the conduct of deceased members, he says, so it would be wrong to compound the error of judging Burt in the past by repeating the process now.

"I guess my view is that two wrongs don't make a right," says Morris. The society intends in December to hold a symposium on the Burt affair at its annual conference in London, but Watts says that no official conclusions will be drawn. The society does not believe it should pass judgement on alleged cases of scientific fraud involving deceased members, says Morris, unless the data in question are used in a way that threatens public health or safety.

Leon Kamin, whose examination of Burt's findings stimulated the original *Sunday Times* article, believes the question of Burt's guilt is of secondary importance to the issue of whether his findings can still be considered a serious contribution to the scientific literature. Kamin, a psychology professor at Northeastern University in Boston, Massachusetts, maintains that there are "too many internal inconsistencies, impossible consistencies, and too much lack of documentation" for Burt's publications to carry any real weight.

Other studies (notably the 'Minnesota Twin Study', published in *Science* 250, 233; 1990), have also found that a high proportion of the variance in IQ is associated with genetic variation. But Kamin says that Burt's data were unique in their scope. If Burt's findings could be taken at face value, he says, "the argument was over".

Sandra Scarr, a psychologist at the University of Virginia, disagrees. "If you eliminate Burt's data, the story and the picture do not change", she says.

Researchers may argue about whether Burt's findings will endure. But one thing is certain: the controversy surrounding them refuses to go away.

Peter Aldous

Born again bables

ALONE among mammals, human beings are born with great difficulty and danger. It's all the fault of the baby's big head. In evolutionary terms, a big-headed, big-brained baby is so valuable that it is well worth facing certain pain and possible death to bear it. Even so, Daedalus plans to reduce the risks.

He recalls the technique of giving birth to a baby under water. This is said to be more relaxing for the mother. The baby doesn't drown because it is still being nourished from the placenta and need not begin breathing until the umbilical cord is cut. It may not even realize that it has left the womb. Daedalus is now taking this idea to extremes. He is designing a sort of external auxiliary womb, a water-filled tank that can be attached to the mother-to-be by a short flexible pipe. At a stage when the baby's head is still small enough not to pose serious risks, birth can be induced by the usual drugs. The baby emerges into the tank, still attached to the mother, and can stay and grow there until it is ready to be 'born again' into the atmosphere.

An external womb will obviously be massively inconvenient. Even if supported on wheels it will severely limit the mother's mobility. The problems of maintaining sterility and hermetic sealing will complicate matters further. It may be best to design the whole thing as a sort of high-tech child bed in which the mother can lie and be looked after, for however many weeks it takes for the child to develop fully.

The benefits, however, will also be great. Slim-hipped mothers may well prefer a month or two in bed to the threat of caesarian section, while those at risk of premature birth could turn events to their own advantage. The baby could be inspected through a transparent panel, and minor damage from the birth process could be corrected via a glove insert. The mother could also touch and caress the baby; if the two could also look at each other they might become emotionally bonded even before final delivery.

Daedalus also comments that the normal nine-month pregnancy must be an evolutionary compromise between the interests of the mother and those of the baby. His artificial womb could relax this compromise, and allow a pregnancy of ten months or even longer: as long, in fact, as the placenta could deliver adequate nourishment. Finally, a far bigger and better-prepared child would emerge into the world. Unlike the rest of us, it should be free of the 'birth trauma' which, according to some psychologists, lurks worryingly in the normal human subconscious. Or it could have two of them.

DAVID JONES

Will women soon outrun men?

SIR — The mean running velocity (\bar{V}) is a crucial determinant of the metabolic demands imposed by competitive running events^{1,2}. Its historical progression, therefore, is likely to be important in understanding the physiological determinants of the seemingly inexorable progression of record performances.

We therefore established \bar{V} as a function of historical time (t) for the world records at all the standard Olympic events from the 200 m to the marathon

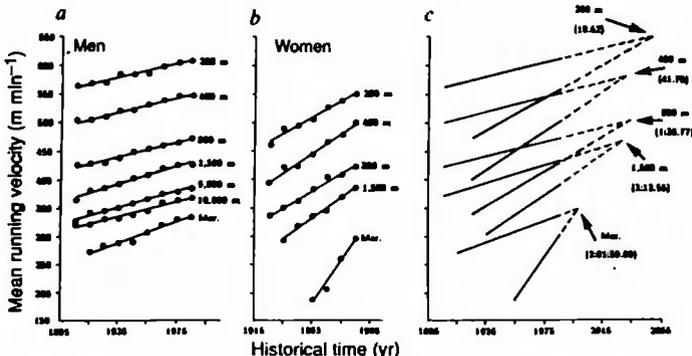
no different for men and women within the first half of the twenty-first century (t in the figure). Beyond that time, current progression rates imply superior performance by women. The projected intersection for the marathon is 1998.

The suggestion that women could, so soon, be running these races as fast as men seems improbable at first appearance. None of the current women's world record holders at these events could even meet the men's qualifying

slope of the record progression so similar from the sprints to the 10,000 m; the record progression in the marathon appreciably greater; and the record progressions for women increasing at such a rapid rate relative to men?

BRIAN J. WHIPP
SUSAN A. WARD

Departments of Physiology and Anesthesiology, School of Medicine, University of California, Los Angeles, California 90024, USA



World record progression, expressed as mean running velocity versus historical time, for men (a) and women (b), with best-fit linear regressions (solid lines) superimposed. In c, the regression lines for the common events for men and women (solid lines) are extrapolated (dashed lines) to their points of intersection; the predicted world record times at these intersection points are shown in parentheses (h:min:s)

(42,195 m) for men, decade-by-decade, throughout this century^{3,4}. We were able to establish this relationship only for events up to 1,500 m since the 1920s for women; data were inadequate for the 5,000 and 10,000 m, although we judged there to be sufficient for the marathon.

In men, the progression of \bar{V} appears to be a linear function of t , with slopes for the different events being remarkably similar (a in the figure) — in agreement with the results of Ryder *et al.*⁵. These ranged from 5.69 to 7.57 m min⁻¹ decade, with no systematic variation with increasing race distance. The marathon slope, however, was appreciably greater (9.18 m min⁻¹ decade).

For women, there were also no significant differences in the slopes among the different events up to the 1,500 m (b in the figure). The slope, however, was approximately double that for the men, ranging from 14.04 to 17.86 m min⁻¹ decade. As for men, the rate at which \bar{V} increased in the marathon was appreciably greater (37.75 m min⁻¹ decade). Despite the potential pitfalls, we could not resist extrapolating these record progressions into the future.

Unless the progression rate of men's records increases relative to that of women, then \bar{V} for these events will be

standard to compete in the 1992 Olympic games. However, it is the rates of improvement that are so strikingly different — the gap is progressively closing⁶.

Although it is difficult to establish a precise metabolic energy equivalent of these rates of improvement, one may estimate from the data of Margaria *et al.*⁷ and Wyndham *et al.*⁸ that, for the events up to 10,000 m, the progression requires a rate of increase in O₂ consumption of about 10 ml min⁻¹ yr for men and more than double that for women.

It is unlikely that we will learn when, and how rapidly, the current high rate of improvement was established, owing to the lack of reliable times over reliable distances in the past. Some world records are available however, as far back as the 1860s (ref. 4); they are consistent with the values 'expected' from the current progression rates. Whether the world record progression rate will begin to slow, either relatively abruptly or more progressively, will only become apparent in the future.

In any event these results pose four challenging questions to physiologists. Why is: the world record progression in the various events so linear over an interval of approximately a century; the

- Lloyd, B. B. *Circ. Res.* **30** & **30B** (suppl. 1), 1218–1226 (1967).
- Di Prampero, P. E. *Rivista di Cultura Sportiva* **3**, 3–7 (1984).
- Matthews, P. *Track and Field Athletics: The Records* (Guinness, Enfield, 1986).
- Progression of World's Best Performances and Official I.A.A.F. World Records* (International Athletic Foundation, Monaco, 1987).
- Ryder, H. W., Carr, H. J. & Hargel, P. *Sci. Am.* **234**, 6 109–119 (1976).
- Dyer, K. J. *J. Biosocial Sci.* **9**, 325–338 (1977).
- Margaria, R., Castellani, P., Aghemo, P. & Sassi, G. *J. appl. Physiol.* **18**, 367–371, (1983).
- Wyndham, C. H., Strydom, N. B., Van Rensburg, A. J. & Benade, A. J. *S. Afr. Med. J.* **43**, 906–1002 (1969).

RESEARCH PRIZE — Three share Jeantet award in medicine



Nurse (top), Townsend (middle), and Nüsslein-Volhard.

London
EUROPE'S largest award for medical research, the SFr2 million Louis Jeantet prize, has this year been shared by Paul Nurse and Alain Townsend, from the University of Oxford, and by Christine Nüsslein-Volhard, from the University of Tübingen in Germany. Nurse is recognized for his discovery of the molecular components of the yeast cell cycle, Townsend for his research on recognition of viral antigens by T lymphocytes, and Nüsslein-Volhard for her developmental genetics studies in *Drosophila* and other species. All of them say they plan to use the money to expand their research groups.
P.A.

Lacking a solution?

SIR — Magrath¹ points out that David Lack's well-known explanation of the clutch size of birds was anticipated by Eric B. Dunlop. Clutch size is, however, only a special case of the general problem of animal fecundity. This has a long and tortuous history.

R. A. Fisher, apparently unknown to Lack, discussed the general problem in his classic book² in 1930, hardly an obscure work. Fisher's characteristically incisive comments on fecundity may have been overlooked because they occur in the chapters dealing with human evolution and eugenics, from which many readers avert their eyes.

Fisher himself attributed the solution of the problem to his friend and patron Major Leonard Darwin, a younger son of Charles Darwin. Leonard Darwin did indeed cover the matter clearly³. He thought his treatment of the subject was novel, but he was wrong. Ironically, his father had discussed the problem in the first edition of his *Descent of Man*⁴ and given essentially the same solution. But in the second edition the relevant chapter was heavily revised and the passage on fecundity omitted. As later biologists seldom consulted the scarce first edition, Darwin's contribution seems to have been forgotten, even by his own son.

As a final complication, Charles Darwin gave the credit for the crucial insight to Herbert Spencer, who had discussed fecundity at length⁵. Spencer's treatment of the subject, like most of his writings, is not ideally clear, but the key point of 'Lack's solution' does seem to be there. Perhaps then it should be 'Spencer's solution' — unless an even earlier example comes to light.

DAVID BURBRIDGE

9 Penrith Road,
Thornton Heath,
Surrey CR7 8PN, UK

1. Magrath, R. D. *Nature* **353**, 611 (1991).
2. Fisher, R. A. *The Genetical Theory of Natural Selection*, 185–186 (Oxford University Press, 1930).
3. Darwin, L. *Eugenics Review* **34**, 266–269 (1922–3).
4. Darwin, C. R. *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* Vol. 1, 318–320 (Murray, London, 1871).
5. Spencer, H. *The Principles of Biology* Vol. 2, 472–473 (Williams & Norgate, London, 1867).

Virus release evaluation

SIR — There have been several recombinant approaches to increase the speed by which insect-specific viruses kill pest species; recent data indicate that insect viruses can be engineered to increase dramatically the speed of kill^{1–4}. This advance makes these viruses far more attractive for use in agriculture. Williamson's Scientific Correspondence⁵ addressing the News and Views article by Hochberg and Waage⁶ is valuable in focusing attention on the safety of these genetically engineered organisms. Although these prototype viruses offer numerous potential benefits⁵, possible risks need to be addressed, certainly by discussions between scientists and the public, and by design of rigorous experiments to evaluate safety.

These viruses are being designed as insecticides, not as biological control agents that will become permanently established. As augmentative biological control relies increasingly on inundative release of commercially available agents, the strategies being developed tend to be like those for insecticides. In such releases it is important to adopt a more holistic approach cognizant of environmental consequences, not only for natural and engineered pathogens, but also for predaceous and parasitic arthropods^{7,8}. By referring both to the wild-type and engineered viruses as viral insecticides, we remind ourselves not to repeat the mistakes that were made with synthetic chemical insecticides.

This terminology also has a positive connotation regarding Williamson's legitimate worry that nontarget lepidopterous larvae could be permanently endangered by these engineered viruses. Because these materials are being designed for an insecticide-type application and not as 'biological control' agents that will replicate in the environment, this concern is in part overcome. The fact that these viruses kill insects much more quickly than wild-type viruses leads to far fewer infective virus particles being produced, because the larvae are killed when they are very small and at an early stage in viral replication. Thus, by their mechanism of these actions, recom-

binant viruses will be less competitive than wild-type organisms. The risk to nontarget species seems more analogous to classical synthetic insecticides in that it arises primarily from the initial application. Recombinant viruses appear to vanish rapidly from the ecosystem, and the risk to nontarget species following direct application of large doses is being systematically addressed by the Oxford NERC group referred to by Williamson. Data so far indicate an intrinsically greater specificity of the recombinant viruses for target insects than either synthetic chemical insecticides or *Bacillus thuringiensis*. It is critical that such studies on stability and specificity of the viruses continue.

Certainly, it is important to disable the viruses. But the approach of using polyhedron-negative constructs as suggested by Williamson results in viruses so severely disabled that they are of little value in agriculture. Fortunately, there are other means to limit replication of engineered viruses in the field. Further research into the molecular mechanism of host specificity will enhance our ability to target more pest species, with greater safety to nontarget species.

BRUCE HAMMOCK

Departments of Entomology and
Environmental Toxicology,
University of California,
Davis, California 95616,
USA

1. Tomesaki, M. D. & Miller, L. K. *Nature* **352**, 82–85 (1991).
2. Stewart, L. M. D. et al. *Nature* **352**, 85–88 (1991).
3. Maeda, S. et al. *Virology* **354**, 777–780 (1991).
4. McCutchen, B. F. et al. *BioTechnology* **9**, 848–852 (1991).
5. Williamson, M. *Nature* **353**, 394 (1991).
6. Hochberg, M. E. & Waage, J. K. *Nature* **352**, 16–17 (1991).
7. Ehler, L. E. in *Assessing Ecological Risks of Biotechnology* (ed. Ginzburg, L. R.) 21–39 (Butterworth-Heinemann, New York, 1991).
8. Ehler, L. E. *Environ. Ent.* **22**, 1–15 (1992).

© „Nature”. 1992

ПРИРОДА - nature

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в СНГ: январь — февраль 1992 г.

В этот период запущено семь спутников, в том числе шесть серии «Космос» с научной аппаратурой.

С помощью спутников «Космос-2177—2179» продолжалась отработка элементов и аппаратуры глобальной космической навигационной системы «Глонасс», определяющей местонахождение самолетов гражданской авиации и судов морского и рыболовного флотов.

Автоматический грузовой корабль «Прогресс М-11» доставил на орбитальный комплекс «Мир» аппаратуру, оборудование и расходные материалы.

Запуски осуществлены ракетами-носителями «Космос», «Союз», «Молния», «Протон».

Астрофизика

Вселенная — моложе и меньше!

Группа канадских астрономов из Обсерватории Доминион, возглавляемая Р. МакКлюром (R. D. McClure), провела беспрецедентно точные наблюдения галактики NGC 4571 в созвездии Девы. Работая на Канадско-французско-гавайском телескопе, установленном на г. Мауна-Кеа (штат Гавайи, США), они использовали фотокамеру с высокой разрешающей способностью, снабженную адаптивной оптикой, что позволило устранить искажения, вносимые земной атмосферой. Полученные изображения примерно впа-

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	накло- нение, град	период обра- щения, мин
«Космос-2175»	21.1	173	373	67,1	88,6
«Космос-2176»	24.1	613	39 342	62,8	709
«Прогресс М-11»	25.1	190	245	51,6	88,6
«Космос-2177—2179»*	30.1	19 150	19 150	54,5	676
«Космос-2180»	18.11	980	1 028	82,9	104,9

* Запущены одной ракетой-носителем.

теро точнее, чем в обычных наземных телескопах.

Впервые удалось различить отдельные звезды в составе NGC 4571 и измерить расстояния до них. Сопоставляя светимость наиболее ярких из этих звезд и звезд Млечного Пути, принадлежащих к тому же классу и расположенных на известных расстояниях, авторы пришли к выводу, что NGC 4571 удалена «всею» на 50 млн. св. лет, т. е. почти вдвое ближе, чем полагали до сих пор.

Результат не относится к разряду рутинных, поскольку астрономы часто используют расстояние до Девы как эталон, определяя положение более удаленных объектов. Следовательно, Вселенная может оказаться меньше, чем считалось.

Так как расстояние до космического объекта служит индикатором его возраста, «меньшая» Вселенная должна быть и моложе; до сего времени предполагалось, что ее возраст составляет 10—20 млрд. лет. Правда, возраст некоторых шаровых скоплений еще недавно специалисты оценивали в 15 млрд. лет. Как разрешить это противоречие, пока не ясно.

Science News. 1991. V. 139. N 24. P. 381 (США).

Астрофизика

В SS 433 нет черной дыры

Поводом для подобного заявления послужили новые наблюдения объекта SS433, проведенные на 3,5-метровом телескопе Европейской южной обсерватории (Чили) группой астрономов из Западной Европы. Этот объект 14-й звездной величины в созвездии Орла — уникальная двойная звездная система нашей Галактики. Оптический источник в ней совпадает с точечным рентгеновским и радиоисточником, который к тому же окружен радиотуманностью W50.

Десять лет интенсивных наблюдений позволили установить, что SS433 находится на расстоянии около 5,5 кпк в плоскости Галактики и представляет собой двойную затменную систему с орбитальным периодом 13 дней, состоящую из массивной звезды и невидимого компактного компонента, окруженного аккреционным диском. Из центра диска в противоположных направлениях вырываются релятивистские струи, прецессирующие с периодом 163 дня. Огромная величина выделяю-

щейся энергии связана в первую очередь с высокой скоростью перетекания вещества на компактный объект — примерно $10^{-6} M_{\odot}/\text{год}$. По современным представлениям, такая скорость потери массы нормальной звездой характерна для короткой (по астрономическим масштабам) фазы эволюции, длящейся не более 1 млн. лет. При столь интенсивной передаче вещества в центре диска формируются две воронки, в которых плазма разгоняется до скоростей 80 тыс. км/с, образуя две узкие струи.

Кинематическая модель источника описывается в рамках СТО и подтверждена наблюдениями струй радиоастрономическими методами с высоким угловым разрешением. Радиотуманность W50, окружающая источник, по всей вероятности, представляет собой остаток сверхновой, после вспышки которой и образовался компактный объект в массивной двойной системе — предшественнице SS433.

После вспышки сверхновой может остаться либо нейтронная звезда, либо черная дыра. Чтобы понять природу компактного объекта в центре SS433, его необходимо «взвесить»: если масса превышает $3 M_{\odot}$, то это черная дыра. Определить массу компактного объекта в двойной системе можно, измерив характеристики движения видимого компонента. До сих пор масса компактной звезды в SS433 оценивалась не очень определенно — $4-10 M_{\odot}$. Теперь же получены четкие спектры источника за весь орбитальный период. По линии ионизованного гелия, которая возникает в аккреционном диске, была построена кривая лучевых скоростей, из которой следовало, что компактный объект движется вокруг видимого, т. е. его масса меньше массы оптической звезды. Длительность затмения в рентгеновской и оптической областях спектра позволила найти отношение масс компонентов, а новые наблюдения — оценить массу компактной ($0,8 M_{\odot}$) и нормальной ($3,2 M_{\odot}$) звезд.

Итак, важнейший аргумент в пользу присутствия черной дыры в SS433 — большая

масса компактной звезды — оказался опровергнут. Но по-прежнему неясна природа объекта, в частности механизм образования струй.

ESO Press Release. 1991. PR 07/91.

Астрофизика

Скорость ударной волны — более 150 км/с

Американская космическая обсерватория «Astro», запущенная в декабре 1990 г. для измерения рентгеновского и ультрафиолетового излучений, просуществовала всего девять суток, но собранные ею данные еще долго будут обрабатываться. Пока же появились сообщения о первых результатах.

В частности, как сообщил руководитель эксперимента А. Дэвидсен (A. F. Davidson; Университет им. Дж. Гопкинса, Балтимор, штат Мэриленд), ударная волна от так называемой Петли Лебеда — остатка взорвавшейся сверхновой в 26 тыс. св. лет от нас — обладает колоссальной мощностью. Ее хватает, чтобы сорвать с орбит пять-восемь электронов атома кислорода и заставить эти ионизированные атомы излучать в ультрафиолетовой части спектра. Именно их излучение и было зарегистрировано обсерваторией.

По энергии, расходуемой на ультрафиолетовое излучение, а также по кинетической энергии ударной волны специалисты оценили ее скорость — 168 км/с.

Science News. 1991. V. 139. N 18. P. 285 (США).

Астрофизика

Галактика далекая, но «нормальная»

Галактика считается «нормальной», если за время существования она претерпела небольшую эволюцию и в ее центре нет активного ядра (квазара). Все известные удаленные галактики в это определение не вписывались.

Д. Томсон и С. Дьорговский (D. J. Thomson, S. J. Djorgovski; Калифорнийский технологический институт, Пасадена, США) сообщили об открытии объекта, который, являясь «нормальным», в то же время относится к наиболее удаленным галактикам.

Астрономы вели поиски протогалактик, переживающих начальную стадию образования звезд. Спектроскопические наблюдения дали немного потенциальных «кандидатов». Попутно был обнаружен объект, зарегистрированный как 033+3208. Его красное смещение чуть больше 1, т. е. в момент его «рождения» Вселенная была вдвое моложе. Возможно, эта галактика — одна из многих слабо светящихся «обычных» галактик, остающихся пока не открытыми из-за огромной величины разделяющих нас расстояний, но вносящих крупный вклад в энергетику Вселенной.

Science News. 1991. V. 139. N 25. P. 396 (США).

Астрономия

Планетная система пульсара

Согласно наблюдениям А. Вольцана (A. Wolszczan; Радиоастрономическая обсерватория в Асерико, Пуэрто-Рико) и Д. Фрейла (D. Frail; Национальная радиоастрономическая обсерватория в штате Нью-Мексико, США), около пульсара PSR 1257+12 существуют две или даже три планеты. Об этом свидетельствуют периодически повторяющиеся «приливы» и «отливы» в теле пульсара.

Период обращения одной из планет вокруг пульсара составляет 67 сут, второй — около 98, а третьей (если она существует) примерно равен земному году. Две внутренние планеты удалены от пульсара примерно так же, как Меркурий от Солнца, третья же должна располагаться на расстоянии земного радиуса.

Между внутренними планетами наблюдается резонанс: первая успевает сделать примерно три полных оборота за время, что уходит у второй пла-

меты на два витка. В Солнечной системе подобным резонансом обладают Нептун и Плутон.

Как указывают сотрудники Корнеллского университета (Нью-Йорк, США), из-за резонанса эти планеты должны периодически оказываться поблизости друг от друга, и тогда гравитационное воздействие одной на другую заметно возрастет. Эффект усиливается благодаря значительной массе планет, составляющей у одной 3,4, у другой — 2,8 МЗ. Со временем подобное периодическое взаимодействие должно ощущимо повлиять на эксцентриситеты их орбит.

По данным Вольцана и Фрейла, сейчас обе планеты имеют малый эксцентриситет — 0,02. (Для сравнения, у Земли он 0,017). Резонанс должен привести к его изменению за несколько лет. Перемены, хотя и небольшие, будут доступны наблюдению. Если прогноз окажется верным, будет получено беспспорное подтверждение существования «коколопульсарных» планет.

Nature. 1992. V. 355. N 6358. P. 325 (Великобритания).

Астрономия

«16-метровый» телескоп строится в Италии

Подписано соглашение между Европейской южной обсерваторией (ЕЮО) и консорциумом трех итальянских фирм, специализирующихся в области точной механики, о строительстве VLT (Very large telescope) — очень большого телескопа, состоящего из четырех 8-метровых.

Две из этих фирм участвовали в строительстве NTT (Нового технологического телескопа), главное зеркало которого имеет диаметр 3,5 м. При создании NTT применялась новейшая технология и отработывались инженерные решения, предназначенные для VLT. Сейчас в ЕЮО работают 14 телескопов с диаметром главного зеркала до 3,5 м; последним в 1989 г. вошел в строй NTT.

По договоренности с ЕЮО все четыре 8-метровых телескопа VLT будут собраны и опробованы в Италии, а затем перевезены в обсерваторию Серра Параналь, расположенную в пустыне Атакама, в 130 км к югу от г. Антофагаста (Чили). В контракт включено изготовление всех металлоконструкций, гидростатических подшипников высокого давления, высокоточных угловых датчиков и гигантских двигателей диаметром 9 м, обеспечивающих наведение телескопа с требуемой точностью. Масса подвижных конструкций каждого из четырех телескопов 440 т.

Заготовки для 8-метровых зеркал отольют в Германии, а отполируют во Франции (одна уже изготовлена). На вершине Серра Параналь готовят площадку. В ближайшее время начнется изготовление самой конструкции VLT. К сентябрю 1995 г. планируется завершить строительство и опробование механической системы первого из четырех телескопов, после чего установят зеркало. Три остальных телескопа предполагается вводить с интервалом в год, так что полностью комплекс будет готов в 1998 г. По светособирающей поверхности он эквивалентен 16-метровому зеркалу и станет, таким образом, крупнейшим телескопом в мире.

ESO Press Release. 1991. 08/91.

Планетология

Спутник, «пасущий» внешнее кольцо Нептуна

В 1984 г. были открыты узкие диффузные кольца, опоясывающие планету Нептун. В пределах самого внешнего обнаружены яркие вытянутые дугообразные участки (скопления обломков породы), как бы нанизанные на темную нить. Само кольцо расположено примерно в 60 тыс. км от центра планеты; дуги шириной 15 км занимают около 10 % его протяженности. С момента обнаружения дуг астрономы разрабатывают гипотезы, объясняющие их происхождение и стабильность.

К. Порко (С. Porco; Университет штата Аризона, Тусон,

США), проанализировав данные американской межпланетной станции «Вояджер», прошедшей около Нептуна в 1989 г., пришел к заключению, что стабильность системы дуг обеспечивает малый спутник Галатея, орбита которого пролегает внутри кольца в 1000 км от него. Именно тяготение Галатеи не позволяет материалу дуг равномерно распределиться по кольцу.

Как установила Порко, дуги способны «покачиваться», смещаясь примерно на 30 км. Подобные гравитационные нарушения распространяются вдоль дуги волнообразно со скоростью, определяемой притяжением Галатеи.

Видимо, этот механизм ответствен за сохранение положения кольца в пространстве. Итак, Галатея — это спутник-«пастух», не позволяющий разбегаться «стаду» обломков и частиц, окружающих Нептун.

Но у этой гипотезы есть слабое место. Дело в том, что каждая частица дуги должна перемещаться по орбите, пересекающей орбиту другой частицы, в результате чего дуга размывается. На это обращает внимание П. Голдрайх (P. Goldreich; Калифорнийский технологический институт, Пасадена, США). Неизбежные столкновения в конце концов должны привести к разрушению дуг.

Обработка данных «Вояджера» далека от завершения, поэтому возможны новые сведения о кольцах Нептуна.

Science News. 1991. V. 140. N 9. P. 134 (США).

Физика

Радиационно стойкий кристалл для электромагнитной калориметрии

Электромагнитный калориметр — неотъемлемая часть любой современной установки в физике высоких энергий. Он предназначен для измерения полной энергии, переносимой электронами и γ -квантами, образующимися в соударениях ускоренных частиц с мишенью. До недавнего времени электромагнитные калориметры выпол-

нялись из небольших блоков свинцового стекла, которые служили черенковскими детекторами для электронов электромагнитных ливней, возникающих под действием частиц, падающих на такое стекло. Энергия черенковского излучения, регистрируемого фотоэлектронными умножителями, присоединяемыми к каждому блоку, являлась мерой полной энергии электронов и γ -квантов.

Свинцовое стекло — дешевый и во многих отношениях удобный материал для электромагнитного калориметра, но обладает серьезным недостатком — малой радиационной стойкостью: при облучении оно желтеет и быстро теряет прозрачность. Обычно оно не выдерживает доз, превышающих 10^4 рад (1 рад соответствует поглощенной энергии 100 эрг/г); радиационная стойкость его лучших сортов около $5 \cdot 10^4$ рад.

Радиационная стойкость часто используемых для регистрации электронов и фотонов (в том числе и в электромагнитных калориметрах) сцинтилирующих кристаллов NaI(Tl), CsI(Tl) еще ниже (порядка 10^3 рад). Сравнительно недавно начавший применяться сцинтилирующий кристалл $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (BGO) имеет несколько большую, но все же недостаточно высокую радиационную стойкость — 10^5 рад.

Между тем физикам нужны материалы с радиационной стойкостью на уровне 10^7 рад и выше для регистрации интенсивных потоков частиц, которые ожидают на строящихся ускорителях, в первую очередь на коллайдерах LHC (ЦЕРН, Швейцария) и SSC (США).

Существуют несколько сцинтилирующих кристаллов — BaF_2 , CeF_3 , в известной мере отвечающих подобным жестким требованиям¹. Недавно их изучали в лаборатории электронов высоких энергий Физического института им. П. Н. Лебедева РАН. Малые примеси, как правило, заметно снижают радиа-

ционную стойкость таких кристаллов. Тем не менее исследователи сознательно фиксировали характеристики кристаллов CeF_3 с малыми примесями BaF_2 , CaF_2 , SrF_2 , и прежде всего Ва (0,67 % по массе) значительно (на порядок) повышала радиационную стойкость². Оказалось, что малая примесь Ва (0,67 % по массе) значительно (на порядок) повышала радиационную стойкость, в то время как Са и Sr столь заметного действия не оказывали. Другие же характеристики кристалла (световыход, время излучения) при этом менялись слабо.

Итак, кристалл $\text{CeF}_3(\text{Ba})$ может быть весьма перспективным материалом для будущих электромагнитных калориметров.

А. А. Комар,
доктор физико-математических наук
Москва

Генетика

Гипертония — заболевание наследственное

Это мнение врачей недавно получило экспериментальное подтверждение. К. Берстайн с коллегами (К. Berstein; Университет штата Джорджия, США) и К. Иганами (К. Iganami; Токио) выделили у крыс ген, ответственный за повышение кровяного давления. Этот ген кодирует синтез белка — рецептора ангиотензина (нейротрансммиттера, связанного с возникновением высокого кровяного давления у людей). Авторы идентифицировали молекулярную структуру этого белка. Открытие этого гена в геноме крыс поможет локализовать аналогичный ген у людей. Кроме того, клонированный ген сможет принести пользу и при выработке новых лекарственных средств против гипертонической болезни у людей. Так, в фармацевтической компании «Дюпон Мерк» (Вилмингтон, штат Делавэр, США) синтези-

рован антагонист ангиотензина, блокирующий его присоединение к рецептору и проходящий ныне апробацию в клинике. Исследователи надеются, что рецепторный белок, продуцируемый клонированным крысиным геном, поможет в создании и других лекарств.

New Scientist. 1991. V. 130, № 1773.
P. 23 (Великобритания).

Биохимия

Растение, «поглощающее» запахи

В сельском хозяйстве было известно свойство юкки (*Yucca schidigera*) — растения пустынных и полупустынных областей юго-запада США — приглушать неприятные запахи. Подмешивая экстракт юкки в корма, животноводы добивались более приятной атмосферы в стойлах и свинарниках. Прежде считали, что эффект этот ограниченный и обусловлен тем, что содержащиеся в тканях юкки вещества (сапонины) блокируют действие фермента уреазы, разлагающей мочевину до дурно пахнущего аммиака. Однако биохимики Ирландского национального университета в Голуэе во главе с Д. Хидоном (D. Heardon) показали, что сапонины здесь явно ни при чем, так как и без них юкка активно очищает воздух.

Очевидно, это свойство растения проистекает из его способности связывать аммиак, а не блокировать уреазу. Эксперименты показали, что добавки из препаратов юкки в куриний корм также уменьшают содержание в воздухе аммиака, образующегося при разложении куриного помета.

Воздухоочистительные свойства юкка приобрела в ходе эволюции: ведь пустыни бедны не только водой, но и необходимым для жизни азотом, и эту трудность растение преодолело, научившись превращать в органические вещества, необходимые для роста и развития, аммиак, выделяющийся из отходов жизнедеятельности животных пустыни.

¹ Anderson D. F., Majewski S. // IEEE Trans. Nucl. Sci. 1986. NS-33. P. 250; Anderson D. F. // Ibid. 1989. NS-36. P. 137.; Moses W. W., Derengo S. // Ibid. 1989. NS-36. P. 137.

² Aseev A. A., Devitsin E. G., Koslov V. A. et al. // Nucl. Instr. and Meth. Dec. 1991.

Газообразный аммиак токсичен как для растений, так и для животных. Но юкка приобрела способность обезвреживать его, связывая и превращая в нетоксичные соединения. А содержащийся в аммиаке азот юкка использует для построения белков, обеспечивающих ей быстрый рост. Какие именно молекулы участвуют в процессе связывания аммиака, пока неизвестно.

На некоторых английских предприятиях, перерабатывающих субпродукты и требуху, экстракты юкки с успехом применяют для очищения воздуха: ими опрыскивают традиционно используемые биофильтры из мха и вереска. В условиях промышленного свиноводства добавление в корм животных экстрактов юкки, как оказалось, не только улучшает условия труда, но и способствует поддержанию здоровья животных.

Группа Хидона приступила к изучению других распространенных в пустынях Чили растений, связывающих аммиак.

New Scientist. 1991. V. 131. N 1784. P. 12 (Великобритания).

Биохимия

Защита от болезни Паркинсона

За последние годы достигнуты значительные успехи в изучении различных медиаторов головного мозга, оказывающих возбуждающий или тормозящий эффект на нейроны. Нейрохимикам удалось выяснить не только молекулярную структуру и расположение разных медиаторов, но и последовательность биохимических явлений при синаптической передаче (распространении возбуждения через синапс — зону контакта между нейронами). Это позволило понять действие психотропных лекарственных препаратов, а также выявить связь некоторых нервных и психических болезней со специфическими нарушениями синаптических механизмов. Так, дефицит медиатора — дофамина, содержащегося в основном в небольшом участке среднего мозга — substantia

nigra (черной субстанции — нервном центре), связывают с возникновением двигательных расстройств, характерных для болезни Паркинсона.

Л. Турски с сотрудниками (L. Turcki; Исследовательская лаборатория фирмы «Шеринг», Берлин, Германия) установили, что прием препарата МРТА (1-метил-4-фенил-1,2,3,6-тетрагидропиридин) вызывает угнетение дофаминергических нейронов черной субстанции и способствует возникновению этого заболевания. Так как в патогенезе некоторых нервных заболеваний лежит возбуждение нейронов аспарагиновой и глутаминовой аминокислот, исследователи попытались с помощью блокаторов этих аминокислот нейтрализовать токсичность МРР⁺ (активного метаболита МРТА). Выяснилось, что избирательные блокаторы аспарагиновой кислоты (АР7, СРР и МК-801) защищают нейроны черной субстанции от действия МРР⁺ в течение 4 ч, а одновременно с блокаторами глутаминовой кислоты (СNQX и NBQX) — до 24 ч. Повторное введение продлевает защитное действие, а применение в течение суток увеличивает срок до 7 дней.

Таким образом, подтверждена гипотеза о связи нервных и психических заболеваний с нейротоксичностью дикарбонных аминокислот, а полученные результаты помогут разработать новые способы лечения этих тяжелых недугов.

Nature. 1991. V. 349. N 6308. P. 414—418 (Великобритания).

Биохимия

Новые стероидные препараты из культуры клеток

Стероидные гликозиды — физиологически активные вещества, используемые в фармацевтической промышленности. Стероидные гликозиды растения *Dioscorea deltoidea* представлены гликозидами диосгенина с несколькими моносахаридными остатками в углеводной части. Около 60 % стероидных лекарственных препаратов получают из диосгенина, образуемого при

кислотном гидролизе стероидных гликозидов. Важным и перспективным источником сырья для получения диосгенина являются растения и культура клеток *D. deltoidea*.

В Институте биохимии им. А. Н. Баха РАН были изучены стероидные гликозиды *D. deltoidea* и предложены новые методы их анализа и выделения из растения и суспензионной культуры клеток. Из корневищ растения выделены новые стероидные гликозиды — дельтозид и дельтонин, из листьев — протодиосцин. В клетках диоскорей *in vitro* синтезируется и протодиосцин, и дельтозид.

Новый способ выделения гликозидов, основанный на осаждении их с белками, позволил увеличить выход продукта с 10—15 до 100 %, а также значительно упростить процесс выделения и очистки.

У стероидных гликозидов, выделенных из культуры клеток диоскорей, обнаружена заметная иммуномодулирующая активность, а также способность стимулировать овуляцию и сперматогенез. Препарат из культуры клеток повышает устойчивость растений к болезням, вызываемым грибковыми инфекциями, и защищает корневую систему растений от галловой нематоды. Промышленное производство стероидных гликозидов позволит отказаться от импорта дорогостоящего растительного сырья. Препараты на их основе расширяют арсенал лекарственных средств, применяемых для лечения бесплодия и в качестве иммуномодуляторов, а также могут использоваться в ветеринарии и растениеводстве для защиты культурных растений и повышения продуктивности сельскохозяйственных животных.

В. А. Пасешниченко,
доктор биологических наук
Москва

Медицина

Распознавание внематочной беременности

В настоящее время до 2 % общего числа беременностей составляют внематочные,

при которых эмбрион развивается не в полости матки, а в фаллопиевой трубе. Позднее распознавание этой патологии может стоить женщине жизни.

Так как ультразвуковое исследование — единственный пока метод выявления внематочной беременности — чаще всего малоэффективно, на практике ее распознают по клиническим признакам только на поздней стадии развития, когда необходимо срочное хирургическое вмешательство.

Г. Грудзинкас с сотрудниками (G. Grudzinskas; Королевский госпиталь, Лондон, Великобритания) предложил новый тест для выявления внематочной беременности на ранней стадии развития, основанный на определении в крови женщины специфического белка PEP, который вырабатывается клетками, выстилающими внутреннюю полость матки. Предполагая, что концентрация этого белка в крови различна при обычной и внематочной беременности, авторы обследовали 205 женщин, у которых подозревали внематочную беременность. В 98 % случаев выявлено понижение концентрации этого белка (при других патологиях во время беременности наблюдается ее повышение). Такой простой метод диагностики позволит врачам выявлять внематочную беременность задолго до кризиса на ранних стадиях развития и не подвергать женщин опасности.

New Scientist. 1991. V. 130. N 1767. P. 20 (Великобритания).

Медицина

Остеопороз

В развитых странах стремительно растет число случаев спонтанного перелома кости бедра у пожилых людей. Подсчитано, что только в США к 90 годам примерно у 30 % всех женщин и 17 % мужчин произойдет перелом бедренной кости, причем в 12 и 20 % этих случаев соответственно исход окажется смертельным, а по-

ловине выживших потребуются длительный медицинский уход.

Остеопороз (ломкость костей) у пожилых людей связывают с разрежением костной ткани скелета, плотность которой возрастает в младенческом и подростковом возрасте, стабилизируется к 20 годам, а затем, после менопаузы у женщин и по достижении примерно 55 лет у мужчин, уменьшается. За 10 лет после менопаузы у женщин масса костной ткани снижается на 15 %, поэтому очень важно сформировать эту ткань в раннем возрасте, в частности обеспечивая детей в достатке кальцием в период роста. Снижение плотности костной ткани определяет пять основных факторов: недостаток эстрогенов (у женщин с наступлением менопаузы), малоподвижный образ жизни, курение, потребление алкоголя и прием некоторых лекарственных средств, а также дефицит кальция в рационе питания.

Таким образом, предупредить остеопороз можно, потребляя (особенно в детстве) достаточно кальция, активно занимаясь физическими упражнениями в течение всей жизни, отказываясь от курения и чрезмерного потребления алкоголя. Так как у некоторых женщин масса костной ткани уменьшается стремительно (0,5—2 % в год), им показана гормональная терапия в сочетании с приемом кальция.

Существует и определенная взаимосвязь между потерей массы костной ткани и большим потреблением белков и солей, а также высоким содержанием фтора в питьевой воде. Эти факторы помогут объяснить географические различия в распространении остеопороза.

Здоровье мира. 1991. № 7—8. С. 4 (Швейцария).

Медицина

Право на достойный уход из жизни

Пациентам, страдающим неизлечимыми болезнями и желающим уйти из жизни, могут

помочь умереть безболезненно и с достоинством только врачи. Хотя призывы не отказываться от такой помощи чаще слышны в США и Европе, фактически единственная страна, в которой активно используется эвтанасия, — это Нидерланды. Правительственная комиссия этой страны опубликовала отчет, из которого следует, что ежегодно в Нидерландах обращаются к врачам и получают помощь 2300 смертельно больных людей. Обычно пациенту вводят морфин, а затем дают сходное с ядом кураре средство, парализующее мускулы дыхательной и сердечной систем. Однако пока неясно, кто имеет право на эвтанасию и как должно регулироваться ее применение. Официально прекращение жизни другого человека, даже по его просьбе, по-прежнему считается преступлением и карается тюремным заключением сроком до 12 лет. Но на практике следователи не выдвигают обвинения, если врач точно соблюдает правила, установленные в 1987 г. Королевской медицинской академией. Первым и самым важным условием является то, что пациент, будучи в здравом уме и твердой памяти, настойчиво, неоднократно и недвусмысленно просил избавить его от страданий (простая депрессия в расчет не принимается). Другое условие, сформулированное судами, — согласие на эвтанасию по крайней мере двух врачей.

В парламент Нидерландов внесен законопроект о полной легализации эвтанасии, который помимо прочего будет предусматривать меры по разъяснению населению значения такого шага и установлению четких границ, когда она приемлем.

New Scientist. 1991. V. 132. N 1790. P. 17 (Великобритания).

Медицина

Еще миллион носителей ВИЧ

По данным Всемирной организации здравоохранения

(ВОЗ), с апреля по декабрь 1991 г. вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ) в мире заразились еще более 1 млн. человек, причем каждый десятый из них — ребенок, рожденный от инфицированной матери. Основная часть таких детей находится в Центральной Африке, где более 3 млн. женщин яв-

стигнет 30—40 млн. чел., другими словами, число ВИЧ-инфицированных за восемь лет увеличится в три-четыре раза.

World Health Organization. 1992. January (Швейцария).

Число зараженных ВИЧ в мире (на начало 1992 г.), тыс. чел.

Северная Америка	10 ³
Латинская Америка	10 ³
Западная Европа	500
Северная Африка и Ближний Восток	50
Южная и Юго-Восточная Азия	>10 ³
Центральная Африка	>6,5 · 10 ³
Австралия	30
Восточная Европа и бывший СССР	20
Восточная Азия и Океания	20

ляются носителями ВИЧ. Из взрослых новых вирусоносителей свыше половины живут там же, четверть — в Азии и Океании (большая часть — в южной и юго-восточной Азии) и примерно шестая часть — в Латинской Америке. Таким образом, на развивающиеся страны приходится более 90 % всех новых носителей ВИЧ.

По мнению ВОЗ, сейчас заражение ВИЧ в 90 % случаев происходит при гетеросексуальных контактах, причем не только в развивающихся странах, но в большей степени — в развитых.

В общей сложности с начала эпидемии СПИДа число заразившихся ВИЧ достигло 10—12 млн. чел. (9—11 млн. взрослых и около 1 млн. детей), причем у 1,5 млн. из них болезнь достигла последней стадии, известной как СПИД. Так как на развитие ВИЧ-инфекции в СПИД требуется в среднем 10 лет, наибольшее число заболеваний приходится на Северную Америку, Центральную Африку и Западную Европу, где эпидемия СПИДа впервые была отмечена еще в начале 80-х годов.

ВОЗ полагает, что к 2000 г. общее число заболевших до-

Биология

Пауки-скакунычки и этология

Скакунычкам присуще такое сочетание различных свойств и черт, которое делает их уникальным объектом этологических исследований. Это и специализированная зрительная система, и сложное поведение, и тенденция развивать обусловленные стратегии и межвидовые различия в поведении. О необычном поведении этих пауков и повышенном интересе к ним этологов впервые на русском языке рассказывается в обзоре Д. Ричмана (США) и Р. Джексона (Новая Зеландия), написанном по специальному заказу отечественного журнала¹.

У большинства пауков глаза простые и зрение развито слабо, у скакунычков же все обстоит иначе. За их острое и цветное зрение отвечают главные из восьми глаз — передние медиальные. С помощью особых мускулов скакунычки координируют сложные и точные движения зрительной трубки, следя глазами за движущейся добычей. По существу, эти глаза представляют собой миниатюрную телефотосистему, похожую на телескоп Галилея. Без сомнения, высокая разрешающая способность глаза скакунычков стала важным фактором эволюции сложного коммуникативного поведения в этом семействе пауков.

Скакунычки — дневные хищники, хотя обычно они не строят ловчую сеть. Благодаря высокоразвитому зрению они могут использовать обходной путь для приближения к жертве.

Необычной хищнической тактикой у ряда видов является и вторжение в чужую паутину: они либо охотятся на пауко-хозяев, либо поедают их добычу. Иногда скакунычки подражают вибрирующим сигналам паука-тенетника².

В систематике пауков-скакунычков энтомологи начинают использовать данные об их демонстративном поведении. Каждый вид имеет репертуар из многочисленных (до 30) отдельных демонстраций. Наиболее развито ухаживание, причем скакунычки могут передавать призывные вибросигналы и через паутину гнезду. Иногда самцы проявляют агрессивное поведение друг перед другом.

Все скакунычки, помимо использования паутины для изготовления яйцевых коконов, протягивают позади себя во время передвижения страховочную нить. Подвешиваясь на ней, пауки отдыхают или поедают жертву. Некоторые тропические скакунычки способны конструировать и настоящие ловчие сети³.

По мнению авторов обзора, возможности этих животных для этологических исследований оценены еще недостаточно. К сожалению, в нашей стране исследования по этологии пауков совсем не ведутся. Можно надеяться, что появление первой публикации на русском языке будет способствовать развертыванию этих работ.

К. Г. Михайлов
Москва

Биология

Видообразование у зеленых лягушек

Европейские зеленые лягушки представлены двумя видами — озерной (*Rana ridibunda*) и прудовой (*R. lessonae*), а также съедобной (*R. tssulenta*), образовавшейся от первых двух. Подоб-

² Подробнее см.: Михайлов К. Г. Необычные пауки // Природа. 1991. № 3. С. 108.

³ См.: Михайлов К. Г. Пауки охотятся на пауков // Природа. 1991. № 6. С. 114—115.

¹ Сиб. биол. журн. 1991. № 4. С. 33—41.

ная гибридизация в природе приводит к появлению сложной генетической мозаики, что затрудняет определение видовой принадлежности зеленых лягушек в смешанных популяциях.

Недавно австрийские зоологи Х. Туннер и С. Хеппих-Туннер (H. Tunner, S. Heppich-Tuppler), изучив генетику и гибридизацию зеленых лягушек, живущих на небольшой территории в Венгрии, выяснили, что смешанная популяция зеленых лягушек в тех местах состоит из гибридных самцов съедобной лягушки, а также самцов и самок озерной. Все исследованные гибридные самцы были триплоидны, т. е. имели три набора хромосом (два — прудовой лягушки и один — озерной). При скрещивании триплоидных самцов с самками как озерной, так и съедобной лягушки у потомства самцы обладают «отцовской» генетической конституцией. Дополнительное исследование с помощью специальных методов сперматогенеза (формирования и развития мужских половых клеток) показало, что триплоидные съедобные лягушки образуют диплоидные (с двумя наборами хромосом прудовой лягушки) половые клетки.

Abstracts of the 6-th Ordinary General Meeting of the Societas Europaea Herpetologica. 1991. P. 91 (Венгрия).

Биология

Еще одна причина полиморфизма у пауков

К числу интереснейших современных популяционных исследований относится выяснение причин полиморфизма; в частности, почему часть населения одного и того же вида крупнее своих сородичей, почему одни особи размножаются активнее других? Помимо морфогенетических механизмов здесь важно знать конкретные экологические факторы, вызывающие различия.

Эти проблемы изучает японский биолог К. Танака (К. Tanaka) на примере двух популяций японского лабиринтового паука *Agelena limbata*,

обитающих в двух сообществах — лесном и луговом.

Основное их различие связано с режимом питания. На лугу пауки в середине дня почти не питаются — слишком жарко (температура сети достигает 40 °С и выше). Так что днем луговой паук потребляет примерно вдвое меньше пищи, чем лесной. Размеры тела и плодовитость агелены из луговой популяции тоже ниже, чем у агелены из лесной.

Таким образом, в данном случае причина размерного полиморфизма ясна. Непонятно, правда, чем вызвано отсутствие биологических компенсаторных реакций на нехватку пищи. Пауки могли бы, например, интенсивнее охотиться в другое время суток. Интересно также, сможет ли такое разделение экологических форм привести к репродуктивной изоляции. К сожалению, дальнейшего развития экспериментальных работ в этом из указанных направлений чрезвычайно трудно.

Oecologia. 1991. V. 86. N 1. P. 8—15 (ФРГ).

Биология

Ящерицы-сейсмоиндикаторы

Рептилии перед землетрясением покидают свои норы. В Никитском ботаническом саду, расположенном в сейсмоопасной зоне Южного Крыма (район Ялты), последние 10 лет постоянно ведутся наблюдения за поведением скальных ящериц (*Lacerta saxicola*), обитающих и на Кавказе.¹ За это время зарегистрировано восемь случаев, когда в 30 км от эпицентра ящерицы покидали жилища за несколько часов до землетрясения интенсивностью до 6 баллов и магнитудой до 4,2.

Существует много предположений о природе сейсмо-

чувствительности животных, но наиболее вероятной представляется гипотеза электромагнитной чувствительности, доказательством которой является то, что рептилии способны реагировать также и на магнитные бури, причем покидают убежища даже зимой. Такие случаи зафиксированы в Крыму во время геомагнитных возмущений с магнитудой до 1,8. Интересно, что перед землетрясением ящерицы, выбежав из нор, располагаются на горизонтальных поверхностях скал и камней, а в начале магнитной бури они сидят в основном на вертикальных плоскостях. Это свидетельствует, что рептилии могут реагировать на направление магнитного поля: при землетрясении вектор магнитного поля направлен под углом к поверхности Земли, а при магнитных бурях — параллелен ей.

Пока неясно, какой орган у позвоночных животных реагирует на изменение электромагнитного поля. Так как наибольшей сейсмочувствительностью обладают рептилии, у которых хорошо развит так называемый третий глаз (у ящериц его можно хорошо видеть на голове сверху), то возможно, эта структура и «помогает» животным избежать опасности.

С. А. Шарыгин,
кандидат биологических наук
Ялта

Биология

Защита от акул сохранит жизнь самим акулам

Ежегодно в мире от акул погибают 10—15 чел.¹ Основной защитой от них служит установка специальных сетей, огораживающих под водой пляжи в Южной Африке и Австралии, где нападения особенно часты. Однако эффективность этого способа не превышает 50%. К тому же, запутавшись в сетях,

¹ Подробнее см.: Шарыгин С. А., Тенигин Б. Я. Рептилии в системе биосейсмопрогнозирования // Биологические аспекты прогнозирования землетрясений. М., 1991. С. 38—39.

¹ Подробнее см.: Мягков Н. А. Большая белая акула // Природа. 1988. № 9. С. 51—53.



Схема отпугивающего акул устройства.

Белая акула.



ежегодно гибнут тысячи акул, дельфинов и морских черепах. Избежать этого, вероятно, поможет изобретение Э. Смита (E. Smith; Университет Претории, ЮАР), основанное на известном явлении электротаксиса (рыбы в электрическом поле теряют способность управлять плавательной мускулатурой и вынуждены плыть вдоль поля — от отрицательно заряженного электрода к положительному).

Для определения величины «отпугивающего» заряда Смит провел с акулами серию экспериментов в бассейне и обнаружил, что чем крупнее животное, тем чувствительнее оно к электрическому полю. Поле с напряженностью 4 В/м, частотой 15 Гц и длительностью импульса около 0,8 мс может отпугивать акул длиной более 1,1 м (менее крупные на людей обычно не нападают).

Для создания «запаса прочности» напряженность повысили до 5 В/м и разработали систему защиты, которую испытывали на пляже около Сан-Люсии (провинция Наталь, ЮАР). Изолированный кабель разместили под песчаным дном вокруг пляжа, не снимая сети. За 580 сут в сетях не запуталась ни одна акула, но как только ток отключили, в сетях оказалось 89 акул.

Работники пляжа смогут легко проверить систему, плавая вдоль ее границы, — они будут ощущать легкое пощипывание в пальцах. То же ощущение предостережет купальщика, подплывающего к границе безопасности.

Идею Смита поддержал Международный архив информации о нападениях акул при Музее естественной истории в Гейнсвилле (Флорида, США), призвав к ее широкомасштабному испытанию в различных акваториях, где водятся крупные акулы.

New Scientist. 1991. V. 132. N 1792. P. 27 (Великобритания).

Охрана природы

Средиземноморский дельфин возрождается

Международная природоохранная организация «Гринпис» организовала специальный рейс своего судна «Сириус» в Средиземное море с целью опеделивать состояние популяции

водных млекопитающих в этой акватории.

Под руководством зоолога М. Столлер (M. Stoller) проведен учет численности стеноллы, или дельфина полосатого (*Stenella coeruleoalba*), который сильно пострадал в результате вирусного заболевания, охватившего этот вид в 1989—1990 гг. (за два года погибли сотни особей).

За пять недель экспедиции пройдено 8035 км в водах Испании, Франции, Италии и Алжира, зарегистрировано 2485 особей этого вида без каких-либо внешних признаков заболевания. Очевидно, популяция почти совсем оправилась от эпидемии.

New Scientist. 1991. V. 131. N 1788. P. 19 (Великобритания).

Охрана природы

Как прекратить лесные пожары!

По официальной статистике стран ЕС, лесные пожары в 1991 г. уничтожили (на 1 сентября) леса в Португалии на площади 118 тыс. га., в Италии — 63 тыс. га., во Франции — 7,5 тыс. га, в Греции — около 2,2 тыс. га. На первом месте в этом печальном списке Испании, где огонь поглотил 201 тыс. га лесных угодий. Правда, в 1985 г. этот показатель достигал 468 тыс. га, но с тех пор власти страны приняли решительные меры.

Очевидно, полностью стихийным это бедствие назвать нельзя. По сообщению Ф. Эстирада (F. Estirada; Институт охраны природы Испании), около 10 % лесных пожаров в этой стране вызывается экстремальными погодными условиями, 25 % — халатностью, 5 % — сжиганием отходов. Зато число возгораний, связанных с умышленным поджогом леса (главным образом, крестьянами), составляет 30 %. Причина еще 30 % лесных пожаров остается невыясненной, однако большинство населения относит многие из них также на счет поджигателей.

В Андалусии и Валенсии (юг и юго-восток Испании), а также в Галисии (северо-запад) на разных стадиях разработки и принятия существуют региональные законопроекты, запрещающие возводить любые сооружения на местах лесных пожаров в течение 20—30 лет после гибели леса. Поджигателей ожидает штраф до 2,75 млн. фунт. ст. Все это должно воспрепятствовать распространяющейся практике спекуляции выжженными землями, чаще всего идущими под строительство.

Центральное правительство, со своей стороны, ассигнует средства на очистку лесов от легковоспламеняющихся материалов, сухостоя и подлеска, сооружение водоемов, сторожевых пожарных вышек, создание противопожарных полос и просек в лесах.

New Scientist. 1991. V. 131. N 1787. P. 18 (Великобритания).

Охрана природы

Кто поможет носорогу!

Десятилетия безудержного истребления носорогов настолько уменьшили их популяцию, что само существование этих животных оказалось под угрозой. Надежды на сохранение носорогов в дикой природе связаны с организацией гигантских резерваций, в которых хорошая охрана и правильная организация репродукции, позволяющая сохранять генетически здоровую линию этих животных, могли бы положить начало восстановлению популяции.

Принятые к настоящему времени меры привели к некоторому увеличению численности индийских носорогов и африканских белых носорогов, но тем не менее из пяти существующих на Земле видов только один (черный носорог) не находится под угрозой исчезновения. Поголовье носорогов, которые существуют вот уже 50 млн. лет, сокращается катастрофически и составляет сейчас менее 12 тыс. особей, считает генетик из зоопарка Сан-Диего О. Райдер — один из организаторов состоя-

шейся недавно международной конференции по проблемам сохранения носорогов.

Носороги подвергаются варварскому истреблению из-за их рога, который широко применяют во многих странах Азии и Африки в качестве сырья для приготовления лекарств, а в Йемене — для изготовления рукояток национальных кинжалов.

International Wildlife. 1991. September—October. P. 29 (США).

Экология

Тревожные вести из «Биосферы-2»

Спустя полтора месяца после начала эксперимента «Биосфера-2», проводимого в замкнутом помещении в Аризонской пустыне, где восемь добровольцев должны провести два года в полной изоляции¹, оттуда поступили первые тревожные вести.

По некоторым данным (официальная информация пока отсутствует), в атмосфере стеклянного здания накапливается двуокись углерода. В день, когда помещение «опечатали» (26 сентября 1991 г.), специалисты отметили, что содержание этого газа превысило запланированное, и чтобы снизить его до нормы, пришлось применить механические средства. Тем самым концепция «чисто природной экосистемы» уже была нарушена.

И все же, несмотря на вмешательство в естественные процессы с помощью газоочистителя, концентрация CO₂ к концу ноября приблизилась к 0,2 %, что в восемь раз больше, чем в «открытой» атмосфере.

Здоровью участников эксперимента это пока не угрожает. Так, внутри шатлов допустима концентрация CO₂ до 0,5 %. Однако не исключено, что ситуация с «Биосферой-2» мо-

жет пойти «вразнос»: по достижении критического уровня концентрации CO₂ не сможет регулироваться внутренней экосистемой, которая окажется не способной поглощать этот газ. Уже сейчас повышается кислотность мини-океана из-за растворения в воде большого количества CO₂.

Если тревожные факты будут подтверждаться и накапливаться, не исключено, что интереснейший эксперимент придется прервать задолго до завершения.

New Scientist. 1991. V. 132. N 1796. P. 14 (Великобритания).



Экология

У Венеции нелегкие времена

В ноябре 1966 г. Венецию постигла катастрофа: длительные дожди, совпавшие с нагонными ветрами с Адриатики, залили город-музей. Убытки измерить было невозможно, ибо невозможно выразить в цифрах стоимость облупившихся фресок и поврежденных древних манускриптов. Помощь пришла отовсюду, а собственные власти (правда, после 12-летних дебатов) приняли решение выделять на предотвращение новых наводнений по 1,65 трлн. лир (около 1,3 млрд. долл.) в год на протяжении 10 лет. Однако в ноябре 1991 г. (в 25-летний «юбилей» стихийного бедствия) правительство Италии объявило о снижении ежегодного взноса в соответствующий фонд до 81 млн. долл.

В итоге должны быть приостановлены многие наиболее крупные проекты, в том числе проект «Моисей», согласно которому к 2000 г. в горле каждого из трех выходов из Венецианской лагуны предстояло соорудить подвижную дамбу. Правда, этот амбициозный план и раньше подвергался критике, поскольку дамбы предохраняли бы город лишь от самых сильных затоплений, а приносящие немалый ущерб регулярные зимние повышения уровня воды

¹ Подробнее см.: «Вторая биосфера» // Природа. 1990. № 2. С. 113—115.

в лагуне оставались бы неукропченными. Противники проекта предлагали принять менее грандиозные, но более эффективные меры, например, подсыпав грунт, поднять уровень дна при входе в лагуну. И, кроме того, прежде чем строить дамбу, необходимо лагуну как следует прочистить, иначе здесь образуются стоячие загнивающие воды.

Тем временем средства ныне едва хватает лишь на поддержание фундаментов великолепных палаток и обычных домов да на землеройные работы в каналах, по которым гондолы перевозят отнюдь не одних туристов.

New Scientist. 1991. V. 132. N 1794. P. 17 (Великобритания).



Экология

Рис и парниковый эффект

Считалось, что рисовые плантации ответственные всего за 14 % поступающего в атмосферу антропогенного метана — одного из основных «парниковых» газов. Однако группа американских и китайских специалистов по химии атмосферы во главе с М. А. К. Халилом (М. А. К. Khalil; Орегонский исследовательский центр, Бивертон, США), проведя двухлетние измерения на экспериментальных участках в провинции Сычуань, показала, что за 1 ч с 1 м² рисового чека выделяется около 60 мг метана. Это в пять раз больше, чем на рисовых полях в США, в четыре — восемь раз больше, чем в Италии, и в 15 раз — чем в Испании.

Обнаружены сильные суточные колебания в выделении метана: во второй половине дня с чеков поступало на 15 % больше, чем утром. По мере созревания риса метан выделяется все интенсивнее; максимум же отмечен в пору уборки урожая, когда становилось прохладнее (вегетативный период этого растения на территории Китая 120 сут).

Похоже, что Китай, собирающий в среднем 185 млн. т

риса в год, «производит» 36 % всего антропогенного метана, т. е. в четыре—десять раз больше, чем США или Западная Европа.

Science News. 1991. V. 139. N 20. P. 310 (США).

Геофизика

Как быстро меняется магнитное поле Земли

По мнению геофизиков, геомагнетизм связан с электрическими токами в недрах планеты, возбуждаемыми движением вещества в насыщенной железом жидкой внешней части ядра. Хотя детали «динамо-механизма» не ясны, предполагается, что потоки расплавленных материалов, образуя хаотическую систему, изменяют направленность магнитного поля Земли раз в несколько сотен тысяч лет. С этим же связано постоянное «биение» магнитной оси планеты и изменение положения ее магнитных полюсов.

До сих пор считалось, что процесс этот растянут на тысячелетия. К иному выводу пришел Р. Коу (R. Coe; Университет штата Калифорния, Санта-Крус, США). Известно, что вулканическая лава, застывая, сохраняет намагниченность, существовавшую в момент извержения. Но даже самые полные данные о времени извержений содержат пробелы, так что неясно, длились ли они несколько суток или тысячелетия. А за «пробельное» время магнитное поле могло значительно измениться. Но прежде полагали, что в эти периоды поле менялось медленно.

Коу изучал лавовые потоки во время извержения вулкана Стинс в юго-восточной части штата Орегон. Толщина одного из них составила 2 м, другого — 1,5 м. Первый застыл от поверхности до глубины за две недели, второй — немного быстрее.

Измерения, выполненные Коу при остывании лавы, показали, что в первом случае магнитное поле изменило направленность на 50°, во втором — на 48°. Если бы обращение поля шло медленно и незамет-

но для приборов, как до сих пор полагали, оно выглядело бы совершенно одинаково на поверхности потока и в глубине.

Сделан вывод, что в то время, когда лава остывала, магнитные полюсы планеты смещались на 3—8° в сутки. Это позволяет утверждать, что вещество, образующее внешнюю часть земного ядра, «текло» со скоростью несколько километров в час, т. е. в 1000 раз быстрее, чем предполагалось.

Специалисты разделились на две группы, одна из которых посчитала выводы Коу убедительными, другая же предложила искать иное объяснение резким изменениям магнитного поля Земли. Но даже если принять точку зрения первых, необходимо доказать правомерность экстраполяции фактов, относящихся к извержению вулкана Стинс, на другие регионы.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1805. P. 26 (Великобритания).

Геофизика

Локатор течений

Под руководством Д. Росса (D. Ross; Университет Майами, штат Флорида, США) разработана радиолокационная система для океанографических целей — OSCAR (Ocean surface current radar — радар для измерения поверхностных течений в океане), основанная на эффекте Доплера и позволяющая определять не только расстояние до объекта, но и скорость его перемещения.

Наблюдения поверхностных морских течений до сих пор проводились в основном с помощью приборов на заякоренных буйх или искусственных спутниках Земли, что не позволяло построить детальные карты движения водных масс в сколь-нибудь крупной области. Новый прибор как раз и предназначен для этой цели.

Система состоит из двух перпендикулярно ориентированных излучателей, устанавливаемых на морском берегу в нескольких километрах друг от

друга. Радиосигналы отражаются от волн, принимаются наземным приемником и используются для построения карты течений.

Прошедшая испытания новая модификация системы имеет радиус действия около 40 км, но на таком же принципе могут быть созданы приборы со значительно большим пространственным охватом.

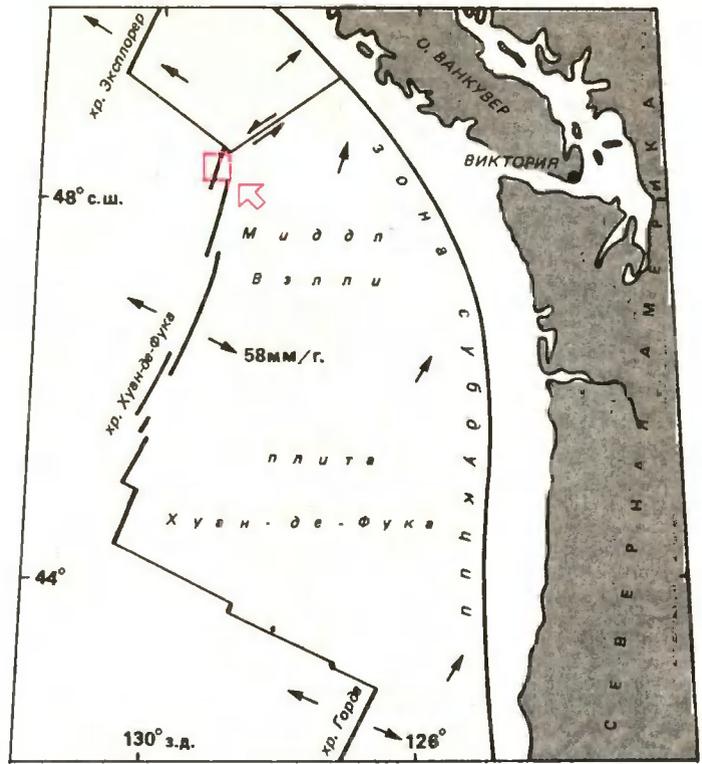
Science News. 1991. V.140. N 11. P.175 (США).

Геология

139-й рейс «ДЖОЙДЕС Резолюшн»

Начавшийся 10 июля 1991 г. в Сан-Диего (США) и завершившийся 11 сентября в порту Виктория (Канада), рейс был посвящен изучению гидротермальной системы и сульфидных руд хр. Хуан-де-Фука (северо-восток Тихого океана). Руководили рейсом Э. Дэвис (E. Davis; Геологическая служба Канады) и М. Моттл (M. Mottle; Гавайский университет, США). В экспедиции участвовали Б. А. Конохов (Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН) и автор этого сообщения (ВНИИОкеангеология, Санкт-Петербург).

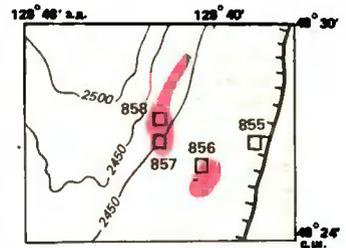
В 180 км к юго-западу от о. Ванкувер (Канада), на северном окончании сегмента Эндевор хр. Хуан-де-Фука, расположены две параллельные рифтовые долины. Восточная (спрединг в которой прекратился несколько десятков тысяч лет назад) перекрыта чехлом терригенных осадков мощностью до 1,5 км. Здесь, в районе Миддл-Вэлли, существует зона аномально высокого теплового потока (48°30' с. ш., 128°40' з. д.), где в последние годы на поверхности дна открыты и изучены с подводных обитаемых аппаратов источники с температурой растворов до 286 °С и массивные сульфидные руды. Участникам рейса предстояло охарактеризовать гидротермальные изменения пород, температурный режим, состав и динамику флюидов в различных частях



этой рудообразующей конвективной гидротермальной системы. Предполагалось также пробурить одно из крупных рудных тел, которые находятся несколько в стороне от современных гидротерм и практические завершили свое формирование. Скважины у краевого разлома рифтовой долины (участок 855) подтвердили существование нисходящего потока, устремляющегося в гидротермальную систему по этому разлому: состав поровых вод в основании осадочного чехла аналогичен морской воде и лишен следов каких-либо диагенетических изменений.

Участок 857 расположен ближе к осевой части долины и равноудален от области стока вод и гидротермальных источников. На глубине около 300 м здесь вскрыт проницаемый песчаный горизонт, поровые воды которого аналогичны по составу растворам источников, расположенных в 1,6 км к северу. В турбидитах, пройденных на глубину 936 м и переслаивающихся в основании с базальто-

Схема района работ в 139-м рейсе (стрелками показаны направления движения литосферных плит).



- Борт рифтовой долины
- 2500' Изобаты, м
- Зоны высокого теплового потока (1 Вт/м²)
- Участки бурения

Расположение участков бурения в долине Миддл-Вэлли.

выми силами, интенсивность гидротермальных изменений нарастает вниз по разрезу; происходит хлоритизация и альбитизация осадков, соответствующи-

щая зеленокаменным преобразованиям. Ниже отмечен аутигенный минерал эпидот, что соответствует существующим представлениям о характере вторичных изменений в глубоких недрах высокотемпературных океанских гидротермальных систем.

На участке 858 большинство скважин заложено в непосредственной близости (5—70 м) от курильщиков, под которыми на небольших глубинах выявлена сложная структура флюидных потоков. Температура возрастает более чем на 200 °С уже на глубине 20 м, где обнаружена зона карбонатной цементации, экранирующая восходящие гидротермальные потоки.

Технические трудности не позволили пробурить подошву относительно древней колчеданной залежи на участке 856, но достигнутая глубина (94 м) заставила пересмотреть самые смелые из представлений о мощностях океанских рудных тел. В основании разреза залегают преимущественно первичные пирротиновые руды. Выше преобладают пиритовые руды с магнетитом, возникшие, как предполагают, за счет вторичных преобразований на поздних стадиях формирования рудной постройки. Содержание в рудах меди и цинка не превышает нескольких процентов. Сульфиды этих металлов распределены крайне неравномерно, но в целом намечается обычная для известных на суше аналогичных древних залежей тенденция обогащения цинком верхних, а медью — нижних горизонтов.

Хотя на поверхности дна разбуренное рудное тело выступает сейчас из-под осадочного чехла только на 20 м, отсутствие в разрезе значительных осадочных прослоев означает, что в процессе роста верхняя часть постройки постоянно находилась выше поверхности дна.

В ряде скважин были оставлены приборы для режимных наблюдений. В дальнейшем намечается детальнее изучить внутреннее строение рудных тел, используя алмазные буры.

С. Г. Краснов, кандидат геолого-минералогических наук Санкт-Петербург

Вулканология

Этна — мощный поставщик CO₂ в атмосферу Земли.

Давно известно, что этот сицилийский вулкан выбрасывает много различных газов, однако только теперь группой специалистов во главе с П. Аллардом (P. Allard; Комиссариат по атомной энергии, Франция) установлено, что Этна — один из основных поставщиков CO₂.

Измерения 1975—1987 гг. показали: вулкан ежегодно выделяет 25 млн. т CO₂, что эквивалентно выбросам четырех ТЭЦ (каждая мощностью 1 ГВт), работающих на угле. Для сравнения: один действующий вулкан в среднем за год выделяет 1,3 млн. т CO₂, а все вулканы Земли, по современным оценкам, ежегодно поставляют от 130 до 175 млн. т этого газа. Такой мощный источник, как индустриальная деятельность (главным образом сжигание ископаемых видов топлива), оценивается в 22 млрд. т, что в 900 раз превышает вклад Этны.

Каков механизм этого важного естественного источника CO₂? Группа Алларда полагает, что выбросы Этны связаны с постоянной декарбонизацией ее докола, состоящего из доломита — (Ca, Mg) (CO₃)₂.

Проведенные исследования важны для расчета составляющих баланса углерода на Земле, а также для построения моделей парникового эффекта.

La Recherche. 1991. V. 22. N. 235. P. 1010 (Франция).

Сейсмология

Необычное землетрясение в Коста-Рике

В Центральной Америке мощные землетрясения, как правило, происходят на западе, вблизи тихоокеанского побережья, или же на вулканических нагорьях. Теория объясняет это тем, что именно здесь образующая дно океана Кокосовая плита погружается под Центрально-

Американскую и при этом разламывается, порождая толчки. Тот же процесс возбуждает активность вулканов, протянувшихся извилистой цепочкой между Северной и Южной Америкой.

Необычным поэтому было сильное землетрясение (магнитуда 7,6 по шкале Рихтера), происшедшее 22 апреля 1991 г. на атлантическом побережье Коста-Рики и Панама. Погибло 80 человек, около 70 тыс. лишились крова. Эпицентр землетрясения находился на востоке Коста-Рики, вдали от зоны субдукции.

Изучавшие это явление сейсмологи Дж. Дьюи и Б. Пресгрейв (J. Dewey, B. Presgrave; Национальный центр информации о землетрясениях, Голден, штат Колорадо, США) полагают, что толчок прямо не связан с субдукцией. Его источник расположен в Тихом океане, в районе подводного плато Кокос и одноименного подводного хребта. Эта часть Кокосовой плиты как бы встала поперек направления субдукции; хребет сопротивляется ее погружению под Центральную Америку, что создает напряжение в земной коре на очень большом пространстве, вплоть до Карибского побережья Коста-Рики, где и произошло землетрясение.

Сейсмологические архивы показывают, что аналогичное по характеру и силе событие здесь зарегистрировано в 1913 г. Однако их сопоставление затруднено из-за приимитивности записей старой сейсмической аппаратуры. Более тщательное изучение землетрясения 1991 г. ведется по мере поступления данных от сейсмических станций со всего мира, зарегистрировавших его.

Science News. 1991. V. 139. N 19. P. 303 (США).

Климатология

«Противоборство» Пинатубо и Эль-Ниньо

16—17 июня 1991 г. произошло извержение вулкана Пинатубо на Филиппинах — самое мощное в этом столетии. В стратосферу на высоту до 23 км беспрерывно вздымались тучи,

География

Судьба антарктических льдов

насыщенные пеплом и двуокисью серы. На 21-е сутки после первого взрыва Земля была опоясана широкой (между 20° ю. ш. и 25° с. ш.) облачной полосой, перекрывающей около 40 % поверхности планеты.

Частицы этого кольцеобразного облака очень сильно отражают солнечное излучение в видимой части спектра: если средняя отражающая способность Земли (альбедо) равна 0,1, то общая отражающая способность облака составляет над тропиками 0,2, а над районами с запыленной атмосферой (в частности, над Сахарой) достигает 0,5. В то же время облако лишь слабо удерживает отраженную от Земли тепловую энергию. В результате должно наступить похолодание. Математические модели показывают, что в тропиках оно может составить 2 °С. Переход к зимнему распределению глобальных температур приводит к смене направления ветров: массы тропического воздуха движутся к полюсам, разнося аэрозоли вулканического происхождения.

По мнению группы специалистов во главе с В. Коуски (V. Kousky; Центр климатологического анализа Национального управления США по изучению океана и атмосферы), это могло бы за два-четыре года привести к снижению средних температур в масштабе планеты на 0,5°С. Однако процесс усложняется эффектом Эль-Ниньо, действующим в обратном направлении. Обычно Эль-Ниньо (повторяющееся через неопределенные интервалы резкое потепление поверхностных вод центральной и восточной областей Тихого океана и атмосферы над ними) вызывает крайне интенсивные осадки в засушливой западной части Южной Америки и, «срывая» муссон, — засуху в Индии и на юго-западе Тихого океана. Первые признаки приближающегося очередного Эль-Ниньо отмечены в июне 1991 г. Однако, когда эффект Эль-Ниньо естественным образом сойдет на нет (что можно ожидать год спустя), влияние извержения Пинатубо еще сохранится. Чьи последствия окажутся сильнее — остается неясным.

New Scientist. 1991. V. 131. N 1784. P. 11 (Великобритания).

Среди гляциологов, гидрологов, климатологов и океанологов продолжается дискуссия относительно современного состояния и ближайшей судьбы полярных ледников. Как считают некоторые специалисты, при глобальном потеплении ледниковые покровы, и прежде всего Западной Антарктиды, довольно быстро растают, что приведет через несколько веков к катастрофическому повышению уровня моря — на 7 м. Другие настаивают на том, что крупнейший на Земле Антарктический ледниковый покров продолжает расти, поскольку в условиях теплого климата количество атмосферных осадков (в полярных районах — в виде снега) увеличивается. Новую методику оценки изменения площади ледникового покрова Антарктиды предложил геофизик Б. Хагер (B. Hager; Массачусетский технологический институт, Кембридж, США).

Известно, что под колоссальной нагрузкой ледникового покрова земная кора прогибается, а при уменьшении нагрузки в результате его таяния «выпрямляется» (явление изостазии). Хагер считает возможным измерить эти колебания земной коры по данным спутниковой Системы глобального определения местоположения (GPS) и Интерферометрии со сверхдлинной базой (VLBI). Обе системы обрабатывают сигналы, принимаемые из космоса, для установления точных координат какого-либо пункта на Земле, причем VLBI регистрирует с высокой точностью излучение квазаров, а GPS — сигналы искусственных спутников. Если использовать эту технику достаточно долго, она позволит определять смещения земной коры в несколько миллиметров.

Автор считает, что при таянии Западно-Антарктического ледника со скоростью 20 см/год поверхность земли на его окраинах должна подниматься ежегодно на 2 см. Следствием этого будет поднятие уровня Мирового океана на

2 мм/год. Для выяснения кардинального вопроса о будущем Антарктического оледенения, очевидно, достаточно 5—10 лет непрерывных наблюдений. При этом необходимо учитывать и другие типы движения земной коры, прямо не связанные с изменениями мощности ледникового покрова. Так, некоторые области Антарктиды и Гренландии (второй по мощности ледник в мире) все еще поднимаются, медленно «оправляясь» после того, как уменьшился гнет древнего покровного оледенения. Движения земной коры, вызванные тектоническими силами, по мнению автора, также можно отделить от тех, что интересуют гляциологов и климатологов.

New Scientist. 1991. V. 130. N 1772. P. 22 (Великобритания).

Археология

Перуанская цивилизация «постарела» на три тысячелетия

Возникшая в III—II тысячелетиях до н. э. перуанская цивилизация имеет более длительную историю, чем думали раньше. Американские археологи, работая в верховьях р. Санья на тихоокеанском склоне Кордильер (север Перу), обнаружили на границе влажного тропического леса и сухого редколесья предгорья на высотах 1300—2400 м над ур. м. десятки небольших долговременных поселений VI—IV тысячелетия до н. э.¹ Предполагалось, что в этот период индейцы Америки еще не знали оседлости. Найдены две искусственные насыпи размером 20×35 м и высотой 1 м с каменными ступенями. Эти свидетельства общественных работ на 2 тыс. лет древнее уже известных в Америке. Сотни каменных терок у жилищ и крайне изношенные зубы в за-

¹ Burger R. L. // American Antiquity 1991. V. 56. P. 151—156; Dillehay T. D., Netherly P. J., Rosson J. // American Antiquity 1989. V. 56. P. 733—759.

хоронениях говорят о преобладании растительной пищи. Палеоботанический анализ выявил остатки культурных видов: арахиса, киноа (*Chenopodium quinoa*), а также, видимо, тыквы, коки, некоторых фруктов и корнеплодов. Родиной арахиса считали низменности Боливии или сопредельных районов восточнее Анд, находка же земляного ореха в верховьях Саньи указывает на его широкое распространение уже в среднем голоцене.

Главной сенсацией стало открытие канала, подводящего воду горных ручьев к расположенным на высоких речных террасах огородам. Самый ранний из искусственных водотоков обнаружен на глубине 3,5 м под руслом современного канала. Древнейшие известные до сих пор оросительные системы Перу относились к I тысячелетию до н. э.

На поселениях VI—IV тысячелетий до н. э. в верховьях Саньи найдены также куски руды со следами обжига и мелкие медные вещи (подвески, бусы), что увеличивает возраст очага металлургии в Центральных Андах на три тысячелетия.

Одновременно велось исследование в лесных районах Панамы, Колумбии и Эквадора, где найдены пыльца и фитолиты кукурузы, относящиеся к V—IV тысячелетиям до н. э.² С VII тысячелетия до н. э. в пещерных отложениях Панамы появляются фитолиты арроурута (*Maranta*) — видимо, культурного вида, так как для естественного произрастания этого корнеплода данный район не подходит. Американские ботаники склоняются к мнению, что само проникновение

человека в тропические леса Нового Света стало возможным лишь благодаря развитию навыков выращивания растений, так как девственный лес неблагоприятен для ведения чисто присваивающего хозяйства. Многие растения, окультуренные во влажных тропиках, в частности кукуруза, заимствованная земледельцами тропического леса из Мексики, проникли в VI—IV тысячелетиях до н. э. и в Центральные Анды, способствуя становлению хозяйственных основ древнеперуанской цивилизации.

Ю. Е. Березкин,
доктор исторических наук
Санкт-Петербург

Организация науки

Новый научный центр в Антарктиде

В ноябре 1991 г. на американской антарктической станции Мак-Мердо (1200 км от Южного полюса) открыт Научно-инженерный центр им. А. П. Крери (названный в честь скончавшегося в 1987 г. видного геофизика и гляциолога).

В Центре, включающем также вычислительный комплекс, ведутся исследования по метеорологии и климатологии, океанологии, ознометрии, а также в области инженерных наук в их приложении к изучению Антарктики. Важная роль отведена Центру в выполнении американской национальной части Международной геосферно-биосферной программы «Глобальные изменения».

Сооружение и оснащение Центра, обошедшееся в 23 млн. долл., субсидировалось Национальным научным фондом США. Строительство новых зданий взамен возведенных еще в 1959 г.

продолжится в 1992—1993 гг. В Центре будут работать научные сотрудники различных университетов, государственных учреждений и фирм США.

National Science Foundation
News. 1991. November. P. 1—2
(США).

Организация науки

Восточногерманская наука взята под защиту

С момента роспуска АН ГДР ее сотрудники протестовали против ущемления их прав: многие коллективы были значительно сокращены или полностью ликвидированы. В конце 1991 г. федеральное правительство постановило закрепить 90 % всех научных должностей в восточной части страны за специалистами, которые там проживали и работали. Тем самым резко ограничен приток ученых из Западной Германии.

Так, во вновь созданном Центре по изучению Земли в Потсдаме все 150 вакансий резервированы за «восточными» специалистами. Исключением должен был стать только директор Баварского геологического института (Байрейт, ФРГ) Ф. Зайферт (F. Seifert), которому предложили возглавить один из отделов Центра, но он отказался в знак протеста против «дискриминации» коллег с Запада.

Сейчас учащаются выступления ученых западных земель Германии против политического и финансового принципа, согласно которому вакансии на востоке страны заполняются в соответствии с местом жительства.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1803.
P. 15 (Великобритания).

² Piperno D. R. // J. of World Prehistory. 1991. V. 5. N 2. P. 155—191.

7 декабря 1991 г. с космодрома на м. Канаверал осуществлен коммерческий запуск американской ракеты-носителя «Атлас» с европейским спутником связи. Предыдущий запуск в апреле закончился неудачно: ракета отклонилась от курса, и ее уничтожили вместе с грузом — японским телекоммуникационным спутником. Поэтому руководство фирмы «Дженерал дайнемикс» — изготовителя «Атласов» — придавало новому старту особое значение.

Новый спутник стоимостью 85 млн. долл. дополнит шесть уже находящихся на орбите в европейской телекоммуникационной системе. Его стационарное положение — над Африкой; через него будут проходить каналы телевизионной и телефонной связи Великобритании, Испании, Италии, Нидерландов, Финляндии и Югославии. Одной из первых проверок спутника станет освещенные зимних и летних Олимпийских игр 1992 г.

Запуск «Атласа» в декабре 1991 г. стал 501-м — первая ракета-носитель этого типа стартовала в 1957 г.

ТАСС

Британское управление по контролю медикаментов создало автоматизированный банк данных стоимостью 2 млн. фунт. ст., позволяющий выявлять побочные эффекты поступающих в продажу препаратов и не имеющих аналогов по быстродействию и сложности. Его основу составляет мини-ЭВМ фирмы «Пирамид», перерабатывающая свыше 20 тыс. отчетов о побочных эффектах медикаментов, которые поступают ежегодно от врачей и следователей, ведущих дела о насильственной или скоропостижной смерти, а также 250 тыс. медицинских заключений. Продолжительность оперативного анализа, направленного на выявление медикаментов с опасными побочными эффектами, сократилось с 30 дней до нескольких часов.

Financial Times. 1991. N 31614. P. 10 (США).

НАСА отклонило предложение разместить на советской АМС американские приборы для изучения марсианского грунта. Об этом сообщил М. Гриффин — руководитель нового подразделения НАСА, сформированного специально для организации исследований Луны и Марса. Проект был отклонен как слишком рискованный. На просьбу пояснить, имелся ли в виду технический риск, связанный с необходимостью создать в сжатые сроки новую исследовательскую аппаратуру, или же политический риск, обусловленный неясной ситуацией в нашей стране, Гриффин ответил, что подразумевалось все.

ТАСС

С середины 1991 г. проводятся пусковые испытания первого в Японии атомного реактора на быстрых нейтронах «Мондзю» мощностью 280 МВт и коэффициентом воспроизводства 1,2. Его стоимость оценивается в 600 млрд. йен (80 % финансирует правительство, остальное — компании, производящие электроэнергию).

Nuclear Engineering International. 1991. V. 36. N 447. P. 37

По мнению министра по делам научных исследований Германии Х. Ризенхубера (H. Riesenhuber), план реорганизации науки бывшей ГДР увенчался успехом. На ее территории организовано 59 новых исследовательских институтов и 29 рабочих групп; программы университетов пересмотрены. В результате создано почти 12 тыс. новых рабочих мест. Лишь 3500 бывших сотрудников АН ГДР еще не нашли себе работу. Однако из появившихся 12 тыс. вакансий заполнено не более 8 тыс.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1804. P. 15 (Великобритания).

По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) и Международного детского фонда ООН (ЮНИСЕФ), четверо из пяти детей в мире получают прививки от шести наиболее опасных заболеваний (полиомиелит, дифтерия, туберкулез, корь, столбняк, коклюш), что ежегодно спасает около 3 млн. жизней. В Афганистане, Судане и Сомали прививки делают лишь четверти детей. По оценке ВОЗ, ежегодно в мире умирают от болезней, которых можно было бы избежать, около 2 млн. детей.

New Scientist. 1991. V. 132. N 1790. P. 19 (Великобритания).

Открытие в коре хвойного дерева — тихоокеанского тиса (род *Taxus*), произрастающего в Северной Америке, вещества, которое обладает противораковым действием, привлекло внимание прежде всего... браконьеров. Уже погублено множество этих редких деревьев в северо-западных районах тихоокеанского побережья. Самый большой ущерб нанесен лесу Вилламет в штате Орегон. Лесная служба США обещает 10 тыс. долл. тем, кто поможет задержать браконьеров.

International Wildlife. 1991. November — December. P. 25 (США).

Международная организация по судоходству приняла решения, противодействующие дальнейшему загрязнению Мирового океана. Это касается, в частности, уменьшения выбросов выхлопных газов судовых двигателей. Новые правила запрещают также использование разрушающих озон хлорфторуглеродов в холодильных и противопожарных установках, что служит важным дополнением к международному Монреальскому протоколу, предусматривающему меры по защите озоносферы. Большая часть новых правил вступает в силу с января 1992 г.

New Scientist. 1991. V. 132. N 1765. P. 16 (Великобритания).

Россия и Запад в мемуарах французского физика

В. Я. Френкель,
доктор физико-математических наук
Санкт-Петербург

НАЗВАНИЕ книги вызывает чисто русские reminiscences. Первая его часть — инверсия известной строки Маяковского: «Время, вперед!» (использованной затем В. Катаевым). Ну, а вторая напоминает, конечно, о далеком детстве и неизменно связанной с ним песенке о веселом чижике.

Выдающийся французский физик А. Абрагам за свою долгую жизнь побывал во многих странах мира. Но первые 10 лет прожил в России, в Москве, в Замоскворечье. Как это часто бывает, впечатления детства, та культура, которая окружает человека на заре его жизни, крепко запечатлеваются в сознании. На пороге девятого десятилетия Абрагам обладает счастливой способностью живо передавать эти воспоминания. Они одинаково свежи и когда переносят нас в далекое прошлое (что не редкость для людей немолодых), и когда речь идет о дне вчерашнем.

Я не буду пытаться пересказывать содержание, но попробую передать впечатления от книги. В ряду этих впечатлений одно из наиболее сильных — ощущение того, что на протяжении почти 400 страниц книги ты беседуешь с очень приятным, умным, остроумным, молодым человеком. Беседа, диалог, а не монолог — такое ощущение возникает потому, что своей прозой автор стимулирует читателей к собственным воспоминаниям и думам.

Прочитав ту или иную страницу, абзац, фразу, фиксируешь в своем сознании отклик: согласие, возражение, встречное воспоминание — конкретное или чуть размытое, как



Анатолий Абрагам. ВРЕМЯ ВСПЯТЬ, ИЛИ ФИЗИК, ФИЗИК, ГДЕ ТЫ БЫЛ? Пер. с фр. под ред. А. С. Боровика-Романова. М.: Наука. (Гл. ред. физ.-мат. лит.), 1991. 391 с.

на акварельном пейзаже. Художественное произведение (а жанр воспоминаний вообще и в данном случае особенно подходит под это определение) подражает отклику на описываемые события. Имеет место и эффект своеобразного резонанса, который, если вспомнить область исследований Абрагаме-физика, можно назвать магнитным. Позволю себе, быть может, чисто личное впечатление, на всеобщность не претендующее. Хотя нас с автором разделяет дистанция в 15 лет, я не раз и не два ловил себя на мысли, что читаю воспоминания ровесника. Круг чтения Абрагама —

от его любимого Пушкина (строками из «Евгения Онегина», как драгоценными камнями, пересыпана вся книга) до «Дневника Кости Рябцева» Н. Огнева, который Абрагам читал еще в первом, довоенном издании, а я — сравнительно недавно. Русская и французская классика, классическая детская литература — все это, уверен, будет очень близко русскому читателю. Воспоминания о школе и учителях, улице и соседях по дому удивительным образом оживляют наши собственные, время у читателя начинает стремительно двигаться вспять, и, как писал Гете, «давность, приблизившись, приобретает явность».

Временной промежуток, описываемый Абрагамом, составляет почти восемь десятилетий. Что касается пространственной области его жизни, то она покрывает европейский, азиатский и американский континенты — где он только не был! И всюду Абрагам острым взглядом улавливает яркие и информативные детали и картины.

Особенно интересны, думается, нашему читателю впечатления от России 20-х годов и советской России недавнего прошлого — а СССР Абрагам бывал неоднократно. Он смотрит на нашу страну не предвзятым, а доброжелательным взором. Его поражают и огорчают нелепости, которыми в недавнем прошлом изобилвала наша жизнь. Перемены в ней он чутко уловил во время своих последних поездок. В эссе «Термодинамическая модель», где развивается забавная аналогия нашей государственной системы недавнего прошлого с физической системой с отрицательной

температурой, Абрагам высказывает ряд прогнозов, касающихся развития страны, и читатель сможет оценить их правдивость.

Время, люди, страны — описания их сдобрены у Абрагама присущим ему чувством юмора, он любит анекдоты, многие из которых я, например, узнал впервые. В духе автора приведу один анекдот, который сам он, видимо, не знает, но который пришелся бы к месту (и времени) в описываемых им событиях. Абрагам входил в состав французской официальной делегации на переговорах в Провансе, связанных с пузырьковой камерой «Мирабель», спроектированной и изготовленной во Франции для нашего ускорителя, бывшего одно время крупнейшим в мире. С ходом сборки этого сложного физического прибора и знакомились делегация во главе с министром науки. Он поинтересовался, когда ускоритель и камера начнут работать. Ответ гласил: «Мы рассчитываем запустить их к 7 ноября — годовщине Октябрьской революции». На это последовала реплика министра: «Вот здесь вы поймете, что несколько поторопились с вашей революцией.»

Очень интересны для нас страницы, посвященные Франции, а их, естественно, больше всего в книге Абрагама. Система школьного и высшего образования, научные учреждения, загадочный для многих (и переставший быть загадочным для прочитавших эту книгу) Коллеж де Франс, членом которого, в ряду немногих, стал в 1959 г. Абрагам; Французская академия, академия «бессмертных», знакомя большинство по страницам книг Анатоля Франса, Альфонса Додэ и Ольги Форш — о ней мы узнаем из уст ее члена — Анатоля Абрагама. Читатель увидит много общего между Французской академией и нашей и не преминет отметить, что реформы в Академии «бессмертных», начатые

10—15 лет назад, опережают те, на пороге которых стоит наша — теперь Российская Академия наук.

Абрагам с юмором, а порой и сарказмом рассказывает о порядках и беспорядках, царивших в этих учреждениях и, читая эти страницы и получая важную и интересную информацию, знакомясь с подчас нелицеприятными отзывами о коллегах, поражаешься той смелости, с какой они высказаны. От возможной критики в этом плане автора может защитить острота его самокритических замечаний.

Путь Абрагама в науку был во многом необычен: вторая мировая война, оккупация Франции, служба в послевоенной армии — все это привело к тому, что он приступил к активной исследовательской работе сравнительно поздно, на пороге своего 30-летия. Но затем стремительно пошел в гору, в первую очередь, конечно, благодаря своим способностям, трудолюбию, природе таланта: сочетанию в одном лице теоретика и экспериментатора; все это довольно быстро привело к признанию — и у себя во Франции, и за ее пределами. В книге перечислены академии, членом которых он состоит, и университеты, где его избрали почетным доктором, но сделано это так скромно, с таким юмором, что невольно вспоминаешь слова любимого тезки автора — Анатоля Франса: «Чтобы презирать почести, надо ими обладать».

Внешняя сторона жизни физика и физики во Франции лишь обрамляет ее внутреннюю жизнь — саму физику, которой занимается Абрагам и которую в широком плане можно назвать физикой магнитных явлений (краткий анализ творчества Абрагама дан во вступительной статье редактора книги — академика А. С. Боровика-Романова). Абрагам рассказывает о своих исследованиях, без формул и графиков раскрывает их существо, демонстрируя большой та-

лант популяризатора. Это и специально написанные для книги маленькие эссе (ЭПР, ЯМР, сверхтонкая структура, некоторые аспекты теории ускорителей, теории и «практики» поляризованных пучков и мишенной; специальная глава книги — одна из 30 — посвящена «ядерному магнитному порядку»), как и органично включенные в ее текст выступления. В их числе — выступление в Ватиканской Академии, речь в Лейдене на торжествах по случаю вручения ему медали Лоренца, обсуждение не теряющего (в веках!) своей актуальности соотношения между теорией и экспериментом в физике. К этому следует добавить рассказы о книгах по физике, написанных Абрагамом (три из них изданы в СССР и популярны у физиков).

Книга — большая удача автора и еще большая — тех, кто ее приобрел (тираж ее по нынешним временам немалый — 25 000 экз.), прочитал или кому ее еще предстоит прочесть. Не стоит упоминать здесь о мелких огрехах, неизбежных во всяком издании, они и в самом деле микроскопические. Хочется подчеркнуть, что это, вероятно, первая автобиографическая книга зарубежного физика, изданная у нас за последние годы. Между тем мемуарный жанр на Западе набирает силу. Назовем лишь некоторых из коллег Абрагама — Л. Альварес, В. Вайскопф, Ш. Глэшоу, Казимир, Н. Мотт, Р. Пайерлс, О. Фриш, Р. Фейнман — их книги известны автору рецензии; наверное, этот список нетрудно пополнить. Увы, и здесь мы отстаем от коллег в Европе и США. Но уже напечатаны воспоминания А. Д. Сахарова, С. Э. Фриша и некоторые другие. Будем надеяться, что прекрасная книга Анатоля Абрагама послужит дополнительным стимулом для появления новых мемуаров, принадлежащих перу его коллег, в том числе и в России.

Биология

Э. И. Воробьева, Э. Н. Мирзоян, Ю. В. Мамкаев и др. **СОВРЕМЕННАЯ ЭВОЛЮЦИОННАЯ МОРФОЛОГИЯ**. Киев: Наукова думка, 1991. 312 с. Ц. 5 р.

Монография подготовлена коллективом специалистов Карадагского филиала Института биологии южных морей им. А. О. Ковалевского АН Украины. В ней сделана попытка определить предмет эволюционной морфологии и ее перспективы. Рассматриваются центральные для эволюционной морфологии проблемы эволюции онтогенеза, проблемы морфологических адаптаций и многое другое.

В частности авторы считают, что классические методы изучения параллелизма сегодня должны быть дополнены широким спектром экспериментальных работ в различных разделах биологических наук и на различных структурных уровнях — от субклеточного до надорганизменного. Поэтому расширяются и укрепляются связи эволюционных морфологов с палеонтологами, физиологами, генетиками, экологами и другими специалистами, включая математиков и кибернетиков.

Астрофизика

Э. Р. Мустель. **ИЗБРАННЫЕ ТРУДЫ. ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА ЗВЕЗДАХ И НА СОЛНЦЕ**. М.: Наука, 1991. 176 с. Ц. 5 р. 70 к.

Звальд Рудольфович Мустель (1911—1988) — профессор МГУ, заведующий отделом Крымской астрофизической обсерватории, в последние годы жизни — председатель Астрономического совета АН СССР. Автор книги «Звездные атмосферы» (1960).

Сборник составлен из статей, написанных в 1939—1988 гг. В нем два раздела: «Физика звезд и теория звездных атмосфер» и «Солнце и солнечно-

земная физика», что отражает две главные области научных интересов ученого.

В конце сборника представлена полная библиография научных, учебных и научно-популярных трудов. Статьи рассчитаны на астрономов, физиков, геофизиков и историков науки.

Биология. Социология

Ю. И. Новожилов. **СТАТУС-СЕКС И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕЛОВЕКА**. Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1991. 161 с. Ц. 2 р. 50 к.

В вопросе, эволюционирует ли человек или его прогресс — уже чисто социальный, автор занимает центристскую позицию между отрицающими эволюцию человека К. А. Тимирязевым и Н. П. Дубининым и «редукционистской социобиологией», пытающейся объяснить законы поведения и эволюции человека чисто зоологическими мотивами. Эволюция человека продолжается, но носит чисто филетический характер. Иными словами, возникновения новых видов не происходит, но меняется структура популяций — за счет обмена генами, адаптаций к некоторым болезням, экстремальным условиям жизни в тундре, пустыне и других «безжизненных» местах. При этом наряду с генетическим наследованием новых признаков происходит «чисто ламаркистское» наследование признаков создаваемой человеком культуры, которая и является основным результатом его адаптаций к меняющимся условиям.

В обществе людей, как и в популяциях других видов, постоянно формируются иерархические структуры, которые обеспечивают успех популяции. Конкретный индивидум занимал место в иерархии во многом в соответствии со своим секс-статусом. С повышением уровня культуры этот статус все больше приобретает черты социального, в котором лишь опосредованно

отражаются физические потенции человека. Как и в популяциях животных, в человеческом обществе постоянно действует естественный отбор, который наиболее полно реализуется в цивилизованном демократическом обществе. Когда государство объявляет войну личности, отбор идет уже в направлении стимулирования признаков жестокости и конформизма.

Слова Г. Спенсера: «Никакие законы человеческие не могут иметь действительного значения, если они противны законам природы» — основной лейтмотив книги.

Медицина

СТАРЕНИЕ МОЗГА. Под общ. ред. В. В. Фролькиса. Л.: Наука, 1991. 277 с. Ц. 4 р. 20 к.

Сотрудники Института геронтологии (Киев) обобщают в этой книге данные современной литературы и собственных исследований о процессах старения мозга. Они детально рассматривают динамику структурных изменений нервных клеток, особенности гибели нейронов.

Авторы подчеркивают, что во время старения головного мозга происходят и адапционные сдвиги. При этом на фоне деструкции возникают сложные процессы, взаимоотношение которых определяет «судьбу» нейронов, нервных центров и нервов в целом.

Медицина

Б. М. Федоров. **СТРЕСС И СИСТЕМА КРОВООБРАЩЕНИЯ**. М.: Медицина, 1991. 320 с. Ц. 3 р. 70 к.

Монография посвящена одной из наиболее актуальных проблем современной физиологии и медицины — изменениям сердечно-сосудистой системы при стрессах и состояниях, сопровождающихся эмоциональным возбуждением. Автор —

ученик и сотрудник А. Д. Сперанского и В. В. Парина — представляет немало результатов оригинальных исследований стрессов и эмоциональных реакций человека и животных, в том числе способствующих решению фундаментальных теоретических вопросов, и ряд обобщений, важных для контроля за состоянием человека в стрессорных и экстремальных условиях, а также для предупреждения внезапно возникающих угрожающих состояний.

Экология

И. В. Трулевич. ЭКОЛОГО-ФИТОЦЕНОТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИНТРОДУКЦИИ РАСТЕНИЙ. М.: Наука, 1991. 216 с. Цена 3 р. 50 к.

Разнообразие культурных растений, выращиваемых на полях, в огородах, садах, скверах, постоянно возрастает за счет дикой природы. В книге описан опыт интродукции в культуру в Главном ботаническом саду АН СССР видов дикой флоры из различных районов страны. С 1945 г. испытано около 5,5 тыс. видов растений, причем свыше 1,5 тыс. оказались достаточно устойчивыми, а 489 — особо устойчивыми, что позволило рекомендовать их для широкого распространения в средней полосе.

При введении дикорастущих растений в культуру у них могут появиться новые качества. Так, в ботаническом саду они пороятся быстрее пройти ежегодный цикл от начала цветения до созревания плодов. Легче всего переносят климат Монголии растения Дальнего Востока, труднее — выходцы из Средней Азии.

В книге описаны 43 созданных в ГБС ансамбля растений, моделирующих хвойные леса Европейской части страны, Сибири и Дальнего Востока, сообщества с сахалинской каменной березой, ореховые леса Дальнего Востока, можжевельниковые редколесья Средней Азии, европейские ковыльные степи и т. д.

Книга будет полезна специалистам-озеленителям, а также широкому кругу любителей-садоводов.

Геология

О. А. Вотах. СТРУКТУРА ВЕЩЕСТВА ЗЕМЛИ. Новосибирск: Наука, 1991. 224 с. Ц. 8 р. 40 к.

В книге представлен последовательный структурный анализ вещества планеты. Данные систематизированы на базе единой ранговой шкалы: минерально-кристаллохимическая группа, состоящая из химических единиц и минералов; формационная группа, представленная главными типами геологических формаций; геоструктурная группа, в которой единицами служат тектонические комплексы; глобальная группа, где классифицируются геосферы планеты.

Рассмотрение каждого структурного уровня начинается с истории выделения его основных элементов и развития геологических представлений. Главное внимание уделено методологии структурного анализа и отысканию фундаментальных структурных единиц вещества.

Геология

У. Кэри. В ПОИСКАХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ И ВСЕЛЕННОЙ. ИСТОРИЯ ДОГМ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ. Пер. с англ. М.: Мир, 1991. 447 с. Ц. 6 р. 80 к.

У. Кэри — австралийский геолог, автор известной за рубежом книги «Расширяющаяся Земля» (1976), к сожалению, так и не переведенной на русский язык. В течение 35 лет он опубликовал многочисленные работы о своей концепции расширения Земли, одним из первых возрождая идею А. Вегенера.

Книгу нельзя отнести к популярным, но написана она ярким и понятным языком. Для неспециалистов в ней приведен словарь основных терминов. Автор рассказывает о своих идеях на широком фоне истории развития главных представлений человечества о месте своего обитания.

Кэри демонстрирует хорошее знание русской и советской геологической литературы. Реконструкция Пангеи, которой долгое время занимался автор,

привела его к необходимости представления о меньшей по диаметру планете. Для хорошей сходимости материков размер Земли в то время должен был быть в полтора раза меньше нынешнего. Автор выступает против модели субдукции, якобы компенсирующей движение материков.

В последней главе говорится о космологическом значении идеи ускоряющегося расширения Земли, проблемах происхождения Солнечной системы, гравитации и развития Вселенной.

Геология. Космонавтика

Б. М. Зубарев, В. В. Козлов, В. В. Лебедев. КОСМОНАВТЫ ИССЛЕДУЮТ ЗЕМЛЮ. М.: Наука, 1991. 176 с. Ц. 2 р. 80 к.

В этой книге, рассчитанной в первую очередь на специалистов, рассказывается об опыте организации новых форм региональных геологических исследований, основанных на космической информации. Представлен обзор экспериментов, выполненных на космических кораблях и орбитальных станциях. Обсуждаются результаты исследований, позволивших выявить новые закономерности строения земной коры, а также перспективы работ на орбитальных станциях.

Минералогия

Е. И. Семенов. СИСТЕМАТИКА МИНЕРАЛОВ. Справочник. М.: Недра, 1991. 334 с. Ц. 1 р. 60 к.

Справочник содержит сведения о 3500 видах минералов, известных на 1989 г., 36 % из которых имеются на территории России. Минералы в нем сгруппированы в изоморфные группы и расположены в порядке возрастания валентности ионов. Для каждого минерала указаны номер в системе УДК, год открытия, название, химическая формула и ее варианты, изоморфные примеси, размеры элементарной ячейки, показатель преломления, родственные связи с другими минералами.

Неканонический Воейков

Имя Александра Ивановича Воейкова, выдающегося географа и климатолога, 150-летие со дня рождения которого отмечается научным сообществом в 1992 г., широко известно. О его многогранном таланте ученого, удивительной работоспособности, истинном призвании путешественника (он побывал во многих странах Европы, Азии, Америки) написано немало. Известно также, что Александр Иванович был человеком неординарным. Его считали чудачком, бесребренным, чуждым личным благам, до абсурда добрым и бескорыстным, человеком не от мира сего.

Прошло 85 лет после кончины Воейкова, но и сейчас обнаруживаются крупницы новых сведений, дополняющие биографию ученого. Так, в архиве Л. С. Берга, хранящемся в Санкт-Петербургском отделении Архива РАН, я обнаружила адресованные ему письма В. П. Семенова-Тян-Шанского, характеризующие Воейкова. К сожалению, в небольшой журнальной публикации нет возможности привести все письма и ответы на них Берга.

Лев Семенович Берг (1876—1950), крупный географ и зоолог (впоследствии академик и президент Географического общества), высоко ценил Воейкова, был его другом и единомышленником, считал Воейкова гениальным географом, оказавшим влияние на развитие этой науки не только в нашей стране, но и во всем мире. Перечисляя его заслуги, он отмечал: «...вспомним, что именно Воейков впервые рекомендовал разведение в западном Закавказье чая... Тем, кто пьет чай, возвращенный на полях Грузии, полезно иногда вспомнить о том, что этим он обязан не кому иному, как великому русскому климатологу и географу Воейкову» (Берг Л. С. А. И. Воейков. Очерки по истории русских географических открытий. М.— Л., 1944).

Автор публикуемого письма — Вениамин Петрович Семенов-Тян-Шанский (1870—1942), географ-универсал, внесший крупный вклад в теоретическую географию, географию населения, политическую географию, сын знаменитого географа и путешественника Петра Петровича Семенова-Тян-Шанского. Хорошо знавший Воейкова по работе в Географическом обществе, Вениамин Петрович неоднократно писал о нем, был автором некролога в Метеорологическом вестнике (1916. Т. XXVI. № 4—5), статьи «Географические труды Александра Ивановича Воейкова» (Изв. ИРГО, 1916. Т. LII. Вып. IV). В ней он, в частности, отмечал: «...мы лишились... нашего почетного члена А. И. Воейкова, едва ли не единственного сейчас в России действительно широкого ученого — представителя сравнительной географии, истинного географа с головы до ног, глубоко заслуженное, славное имя которого не только громко звучало на его родине, но и было хорошо известно всему научно образованному миру».

В письмах Бергу Семенов-Тян-Шанский часто с теплотой вспоминает о Воейкове. Особенно интересно приводимое здесь письмо¹, написанное из осажденного Ленинграда в 1941 г., за год до его кончины от истощения. Оно содержит некоторые неизвестные подробности из жизни Воейкова. Опубликовать его меня побудили и некоторые «субъективные» мотивы. В нем, как мне кажется, проявились способности Вениамина Петровича как рассказчика. С ним и его братом Андреем Петровичем мне, тогда начинающей аспирантке, посчастливилось познакомиться перед войной. Его дар рассказчика и имитатора произвел на меня ошеломляющее впечатление, как и его общительность, доступность и исключительно интеллигентная манера держаться. После войны мне довелось стать невольной свидетельницей разгрома созданного В. П. Семеновым-Тян-Шанским уникального Географического музея в Ленинграде, историю которого уже рассказывал в «Природе» П. М. Полян (1989, № 3).

Р. Л. Золотницкая,
кандидат географических наук
Санкт-Петербург

5.02.41

«Дорогой Лев Семенович! В доставленных мной С. В. Калеснику² «датах» для календаря на 1941 г., указав на

25-летие смерти А. И. Воейкова (в феврале), я не сказал, что в 1942 г. будет столетие со дня его рождения. В вышедшем в

1916 г., изданном Географическим обществом сборнике в его память была, между прочим, помещена, моя статья о нем как о географе в самом широком смысле этого слова (со включением антропогеографии и экономической географии), растрогавшая до слез некоторых близ-

² Калесник С. В. (1901—1977), географ, академик, ученый секретарь, а с 1964 г. президент Географического общества.

¹ Фонд 804. Оп. 2. № 700. Л. 46—47 об.



Александр Иванович Воейков [8(20). У 1842—27.1 [9.11] 1916].

Русский климатолог и географ, основоположник климатологии в России. Член-корреспондент Петербургской АН (1910). Учился в Петербургском, затем в Геттингенском университете. В 1880 г. получил степень почетного доктора физической географии в Московском университете, с 1885 г. профессор Петербургского университета. Автор капитального труда «Климаты земного шара, в особенности России» (1884), в котором впервые вскрыл сущность взаимодействия климата с другими компонентами природы. Разработал классификацию рек по гидрологическому режиму, заложил основы учения о снеге и палеоклиматологии. Большой цикл работ посвятил проблемам географии населения и активного воздействия человека на природу. В Императорском Русском географическом обществе организовал Метеорологическую комиссию, основал журнал «Метеорологический вестник». Член многих русских и зарубежных научных обществ. В 1949 г. имя Воейкова присвоено Главной геофизической обсерватории в связи с ее 100-летием.

ких ему людей на траурном заседании в 1916 г. В этой статье я, к сожалению, не упомянул об одном из его замечательнейших и оригинальнейших исследований (с которым познакомился несколько позднее), а именно о географическом распределении опьяняющих напитков на земном шаре. Опубликовано оно было в трудах Об-

щества охранения народного здоровья.

Я с Вами вполне согласен, что Воейков был гениальным ученым. И подумаешь только, что я был в университете слушателем одновременно трех научных гениев — Менделеева (он был на 8 лет старше Воейкова), Воейкова и Докучаева (он был на 4 года моложе Воейкова)! Все

три были только ordinary профессорами и от этого хуже не стали. Вы правильно заметили, что в университетских кругах тех времен Воейков был недостаточно заметен. Впрочем, только один Менделеев гремел, а Докучаев, кроме как у преданнейшего ему кружка учеников, тоже был недостаточно заметен.

Причины недооценки Воейкова, кроме его личной замечательной скромности, лежали в некоторых его физических недостатках. Он сам признавался, что старинный московский боярский род, из которого он происходил, носит признаки некоторого физического вырождения и, как на подтверждение этого, указывал на свойственное ему лично размягчение костей (вспомните его корявые пальцы).

Когда одна из его племянниц вышла замуж за крестьянина, сына управляющего их обширным имением в Симбирской губернии, он, один, из всей семьи, этому искренне обрадовался и говорил, что таким образом обновится кровь в их роде. У Воейкова в университете в мое время всегда было очень мало слушателей потому, что его трудно было слушать. Со всклокоченным видом, одетый и застегнутый кое-как (за ним в то время некому было смотреть дома), он садился на кафедру, все время поджав под себя ногу, сжав кулаки и непроизвольно показывая своими кургузыми пальцами кукиши, и всю лекцию бормотал себе под нос, ибо совершенно лишился зубов. Приборов он сам совершенно не умел показывать студентам и, когда его ассистент Барановский брал у него их из рук и показывал вместо него, он с детски наивной и благодарной улыбкой смотрел на это. Совершенно неожиданно ко дню его выступления в Географическом обществе с докладом о том, будет ли Тихий океан главным водным путем земного шара, с ним произошла полная перемена ко всеобщей радости. Сам он был холостой, но у него был брат экономист Дмитрий Иванович Воейков, человек талантливый, но со странностями и увлечениями. Он был женат на Ольге Александровне Толстой и имел большую семью и, получив место управляющего

отделением Госуд[дарственно-го] банка в Самаре, заставлял там на площадке лестницы банковских сторожей коптить гусей, находя это дело выгодным. В это время он умер, и его осиротевшая семья переехала в Петербург, чтобы жить общим хозяйством с Ал[ександром] Ив[ановичем] на одной квартире. За Ал. Ив. получился наконец домашний уход (а то раньше Ал. Ив. сдавал одну комнату своей квартиры, и снявший ее жилец, знакомый нашего дома, рассказывал, что, когда приезжал из Самары по делам на несколько дней Дм. Ив., ему с дороги делалась, по распоряжению Ал. Ив., ванна, в которую сначала погружался Дм. Ив., вслед за ним Ал. Ив. и затем оба вместе предлагали очень любезно погрузиться туда же напоследок и жильцу, от чего тот отвиливал). Когда приехала осиротевшая семья, все порядки сразу переменялись. Ал. Ив. прежде всего вставил себе все зубы на обеих челюстях, у него появилась прекрасная дикция, поразившая всех на докладе, он стал умытым, не растрепанным, чистеньким. Видна была заботливая рука его домашних. После того он превратился в убежденного вегетарианца³ и натурменша⁴. Он с восторгом рассказывал о райских садах натурменшей за границей, где он стал пастись, и заботился прежде всего о чисто-

те и гигиеничности. Иногда за границей он сидел на стеклянной веранде своей комнаты в виде натурменша и занимался при этом. Проходившие по улице его знакомые, махнув рукой и отвернувшись, говорили: «Ну, конечно же, это Воейков! Кому же другому быть?» — и шли, не останавливаясь дальше. Однажды у себя на даче в Финляндии (где я у него бывал) он летом рано утром, для мощнона, колол, в виде натурменша, дрова в лесу. Внезапно налетела гроза с градом, и Воейков, спасаясь от нее, влетел в таком виде в первую попавшуюся постройку.

Там финки стирали белье. Они не смутились его видом, но приняли его за лешего и позвали мужей. Те пришли с дреколями, и Воейкову стоило больших усилий доказать им, что он профессор, а не леший. Это мне рассказывали его домашние. В другой раз я как-то зимой зашел к нему вечером, в сильный мороз, по делу на квартиру. Семья не было дома. Горничная ввела меня в гостиную, а сама постучала в дверь его кабинета, сказав ему через дверь, что я пришел. Я услышал его любезный голос, попросивший подождать несколько минут. Затем дверь открыла его рука. Я вошел. Там был собачий холод. Видно, что только что было отворено настежь все окно. Воейков очень мило попросил меня сесть (он отнесился ко мне с трогательной нежностью). Сам он был одет в грубый шерстяной лодан и туфли на босу ногу. Он жался, потому что лодан неприятно шерстил его голое тело. Он только что занимался перед тем нагой перед отворенным настежь окном. Но раз ранней весной в Метцапгголе он поплатился. В Финском заливе плавали небольшие торосы, а погода была очень теплая. Заинтересовавшись этим, он подолгу лежал и сидел в их соседстве на пляже в виде натурменша и писал об этом явлению заметки и наблюдения, посланные им затем в какой-то иностранный журнал. В результате он получил воспаленные легки, от которого и уехал лечиться в заграничных райских садах. Повторное воспаление легки в 1916 г. свело его в могилу, причем в последние дни жизни он говорил домашним:

«Делайте со мной, что хотите». В его поведении было что-то диогеновское. Вообще это был такой чудесный человек, кристально чистой детской души, которого я не могу вспомнить равнодушно. Еще вспомнил: однажды в апреле 1906 г. в старом помещении Георг[афического] общества на Чернышевской площади под председательством моего отца было заседание совета общества, и я был на нем. Незадолго до этого прошла Нева, было холодно, сыро, но тихо. В заседании рядом сидели два старых приятеля: А. И. Воейков и В. И. Ламанский.⁵ Последний сидел в зимних ботах, ворчал и жаловался на холод и дутье в ноги, а А. И. сидел в ночных туфлях на босу ногу в летней пиджачной паре и жаловался на жару. При этом они несколько не спорили, а только каждый пел свое, как бывает в музыкальной контрапункте. Ну разве это не прелесть! Затем Воейков предложил мне идти вместе домой, благо мы оба жили на разных концах одной и той же Бассейной улицы. При этом он выбрал самый неудобный способ сообщения, а именно: со мной сел в темноте на только что начавший ходить по Фонтанке финляндский пароходик, и мы, задыхаясь от вони под каждым мостом, доехали к ним почти до Летнего сада. Он был вполне удовлетворен таким путешествием.

В университете с ним поступили по-свински. В 1886 г. он был командирован за границу для изучения постановки преподавания географии в университетах, и на продолжительное время, ввиду того что его предполагалось назначить главным профессором географии. Но у него оказался недоброжелатель — полуперс Иностранцев⁶, пользовавшийся влиянием при армяне Делянове⁷. Относился

³ В письме Бергу от 19 марта 1916 г. Семенов-Тянь-Шанский отмечает, что Воейков был президентом Вегетарианского общества. Берг в своем очерке о Воейкове рассказывает о встрече с ним в гостинице г. Батуми в 1911 г.: «Когда я зашел к нему, он сидел за большим столом, на котором располагались внушительных размеров блюда, наполненные превосходными крупными оранжево-розовыми сухумскими черешнями. Воейков сразу же стал угощать черешнями, на которые... я опасливо поглядывал, потому что в те времена у нас считалось, что натощак есть фрукты вредно. Воейков... был вегетарианцем и во время путешествий питался в течение всего дня фруктами, которые носил с собою в карманах».

⁴ Натурменш (от нем. *Naturmenschen* — человек природы), сторонник нудизма, течения, проповедующего культ нагого тела.

⁵ Ламанский В. И. (1833—1914), известный русский историк, член Петербургской Академии наук. Занимался также палеогеографией и этнографией.

⁶ Иностранцев А. А. (1843—1919), геолог, член Петербургской АН, профессор Петербургского университета.

⁷ Делянов И. Д. (1818—1898), министр просвещения в 80-е годы XIX в.

он плохо к Воейкову, потому что Воейков откровенно возмущался тем, что талантливый от природы Иностранцев опустился и проводил время «тру-ла-ла» с полупьяными посиделками в ресторане Лейнера. За это его презирал С. Н. Никитин⁸ и И. В. Мушкетов⁹, а также Чет..... (неразборчиво.— Р. З.).

Но он ничего сделать не мог, безобидного Воейкова ничего не стоило ущемить, тем более что Иностранцев был невыносимым брезгой. И вот в его отсутствие,

когда неведомо откуда выплыл полузаграничный молодой врач Петри¹⁰, он был, благодаря Иностранцеву, назначен экстраординарным профессором страноведения, а приехавшему Воейкову была предложена одна только физическая география. Затем, когда в 1899 г. умер Петри, в отсутствие Воейкова, при содействии Иностранцева был выписан из Киева Броунов¹¹ на место Пет-

ри, а Воейков остался все при том же. Не знаю, известны ли Вам эти факты? Всего хорошего. Преданный Вам В. Семенов-Т.-Ш.»

Публикация Р. Л. Золотницкой

В письме Бергу от 16 ноября 1916 г. Семенов-Тян-Шанский сообщает: «Броунов находит, что А. И. Воейков не заслуживает того, чтобы его памяти было посвящено особое заседание Географического общества». (Оно было организовано по инициативе В. П. Семенова-Тян-Шанского.— Р. З.) Конфликт Броунова с географами происходил из того, что Броунов, по мнению многих, возглавлял кафедру географии Санкт-Петербургского университета без прямых к тому оснований и из честолюбивых побуждений не хотел уступить ее ни Воейкову, ни Бергу.

¹⁰ Петри Э. Ю. (1854—1899), антрополог, профессор Петербургского университета.

¹¹ Броунов П. И. (1852—1927), климатолог, агрометеоролог, член-корреспондент Петербургской АН. После смерти Воейкова стал заведующим кафедрой метеорологии Петербургского университета.

⁸ Никитин С. Н. (1851—1909), геолог, член-корреспондент Петербургской АН.

⁹ Мушкетов И. В. (1850—1902), геолог, исследователь Средней Азии.

Над номером работали
Ответственный секретарь
К. Е. ЛЕВИТИН

Заместитель ответственного секретаря
О. В. ВОЛОШИНА

Научные редакторы:
И. Н. АРУТЮНЯН
О. О. АСТАХОВА
Л. П. БЕЛЯНОВА
В. И. ЕГУДИН
М. Ю. ЗУБРЕВА
Э. Ю. КАЛИНИН
Г. М. КАРАСЕВА
Г. В. КОРОТКЕВИЧ
Л. Д. МАЙОРОВА
Н. Д. МОРОЗОВА
Н. В. УСПЕНСКАЯ
О. И. ШУТОВА

Литературный редактор
Г. В. ЧУБА

Художественные редакторы:
Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией
С. С. ПЕРЕПЕЛКИНА

Корректоры:
Р. С. ШАЙМАРДАНОВА,
Т. Е. ДЖАЛАЛЯНЦ

В художественном оформлении
номера принимали участие
В. С. КРЫЛОВА
Б. А. КУВШИНОВ
К. В. СОТНИКОВ
Ю. В. ТИМОФЕЕВ

Ордена Трудового Красного
Знамени издательство «Наука»

Адрес редакции:
117810, Москва, ГСП-1,
Мароновский пер., 26
Тел. 238-24-56, 238-26-33

Сдано в набор 23.03.92.
Подписано в печать 22.05.92.
Формат 70×100 1/16
Бумага офсетная, № 1
Офсетная печать
Усл. пач. л. 10,32
Усл. кр.-отт. 601,0 тыс.
Уч.-изд. л. 15,1
Тираж 22 453 экз.
Зак. 428.
Цена 1 р. 80 к.

Ордена Трудового
Красного Знамени
Чеховский полиграфический
комбинат
Министерства печати и
информации
Российской Федерации
142300, г. Чехов
Московской области

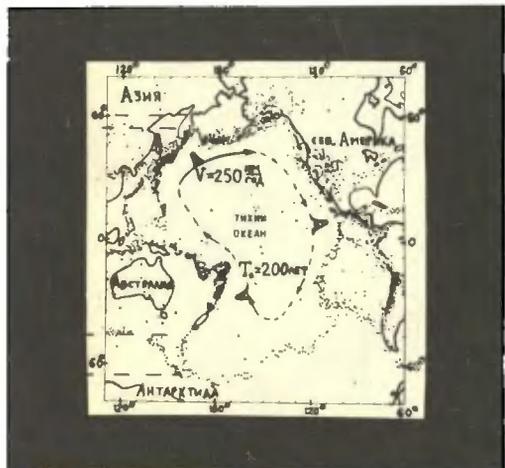
ПРИРОДА

7⁹²



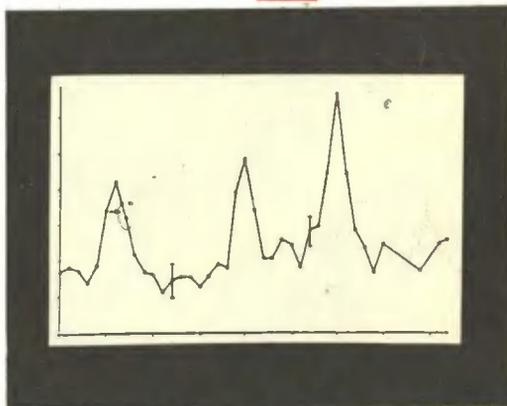
Сравнительно недавно к свидетелям бывших изменений природы Земли добавился ледяной керн, извлеченный из глубоких скважин полярных ледниковых покровов. Его комплексный анализ позволяет определить температуру и состав атмосферы на протяжении сотен тысяч лет.

Котляков В. М. ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДЫ В «ЗЕРКАЛЕ» ЛЕДЯНОГО КЕРНА



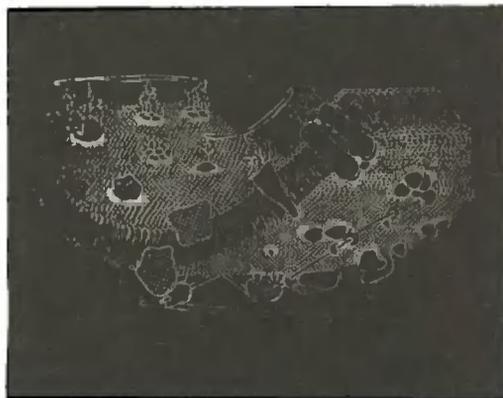
Статистический анализ пространственного, волнового, временного и энергетического распределения землетрясений на северо-западной окраине Тихого океана указывает на волновой характер сейсмического процесса. Землетрясения в рамках предлагаемой волновой модели оказываются более «детерминированными», что позволяет надеяться на их успешный прогноз в недалеком будущем.

Викулин А. В. ФИЗИКА ВОЛНОВОГО СЕЙСМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА



Наши дома построены на губке, пропитанной радиоактивным газом радоном — продуктом распада радия. Борьба с этим природным злом во многих странах стала столь же обыденным делом, как и радоноотерапия, спасающая от многих тяжелых заболеваний. Что же знаем мы сегодня о радоне, который, похоже, до конца так и не раскрыл всех своих тайн?

ЭТОТ СТРАННЫЙ РАДОН



Хотя со времени открытия ключевого фермента клеточной мембраны Na, K — АТФ-фазы прошло без малого 35 лет, молекулярные механизмы его функционирования до сих пор остаются предметом пристального внимания исследователей.

Болдырев А. А. ИОННЫЕ ГРАДИЕНТЫ В ЖИЗНИ КЛЕТКИ

1 р. 80 к.
Индекс 70707

ISSN 0032-874X. Природа. 1992. № 6. 1—128.