

ISSN: 0032-874X

ПРИРОДА

12 92



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

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И. Н. АРУТЮНЯН (редактор отдела физико-математических наук), О. О. АСТАХОВА (редактор отдела биологии и медицины), кандидат химических наук Л. П. БЕЛЯНОВА (редактор отдела экологии и химии), член-корреспондент РАН Н. А. БОГДАНОВ (геология), член-корреспондент РАН В. Б. БРАГИНСКИЙ (физика), член-корреспондент РАН А. Л. БЫЗОВ (физиология), доктор географических наук А. А. ВЕЛИЧКО (палеогеография), доктор физико-математических наук Л. П. ВИННИК (геофизика), доктор географических наук Н. Ф. ГЛАЗОВСКИЙ (география), доктор физико-математических наук А. А. ГУРШТЕЙН (астрономия, история науки), член-корреспондент РАН Г. В. ДОБРОВОЛЬСКИЙ (почвоведение), член-корреспондент РАН Л. П. ЗОНЕНШАЙН (геотектоника), М. Ю. ЗУБРЕВА (редактор отдела географии и океанологии), член-корреспондент РАН С. Г. ИНГЕ-ВЕЧТОМОВ (генетика), доктор физико-математических наук М. И. КАГАНОВ (физика), доктор физико-математических наук Н. П. КАЛАШНИКОВ (физика), доктор физико-математических наук А. А. КОМАР (физика), Л. Д. МАЙОРОВА (редактор отдела геологии, геофизики и геохимии), доктор биологических наук Б. М. МЕДНИКОВ (биология), Н. Д. МОРОЗОВА (редактор отдела научной информации), доктор технических наук Д. А. ПОСПЕЛОВ (информатика), член-корреспондент РАН И. Д. 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. Неаполитанский залив — постоянное место обитания дельфинов. См. в номере: Музрукова Е. Б., Чеснова Л. В. Осуществленная мечта (история создания Неаполитанской зоологической станции).

НА ЧЕТВЕРТОЙ СТРАНИЦЕ ОБЛОЖКИ. Трехнедельный проросток чоземии. См. в номере: Москалюк Т. А., Мазуренко М. Т. Удивительная северянка чоземии.

Фото авторов.



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



© Российская академия наук
журнал «Природа» 1992

В НОМЕРЕ

3 МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ КОНВЕНЦИИ

(Интервью с Г. А. Заварзиным)

На Всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию, проходившей летом этого года в Рио-де-Жанейро, была впервые предпринята попытка перейти от общих рекомендаций к реальным действиям.

8 ПОСЛЕДСТВИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

По прогнозам, к началу XXI в. глобальная температура повысится приблизительно на 1 °С, а в его первой половине — на 2 °С. Потепление скажется не только на земных геосистемах, но и на хозяйственных отраслях, и в том числе на энергетике.

Величко А. А. ВОЗМОЖНОЕ БУДУЩЕЕ ЗЕМНЫХ ЛАНДШАФТОВ (8)

Бусаров В. Н. «КЛИМАТИЧЕСКИЕ» ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ (16)

20 Ефремов Ю. Н. УРОКИ БОЛЬШОГО АЗИМУТАЛЬНО-ГО ТЕЛЕСКОПА И СУДЬБЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АСТРОНОМИИ

Сделана попытка, неизбежно субъективная, объяснить, почему самый большой в мире оптический телескоп не позволил отечественной астрономии вырваться в лидеры.

32 Несис К. Н. СИНИЧКИНЫ ХИТРОСТИ

34 Чеснова Л. В., Музрукова Е. Б. ОСУЩЕСТВЛЕННАЯ МЕЧТА (История создания Неаполитанской зоологической станции)

Судьба старейшей в мире Неаполитанской морской станции неразрывно связана с историей отечественной зоологии.

43 Музраев Э. М. ВИЗИТНАЯ КАРТОЧКА МОНГОЛОВ

Название любимого всеми Крыма, скорее всего, имеет монгольские корни и принесено на полуостров захватившими его в XIII в. золотоордынцами.

49 Васильев С. А. ЛЕГКИЕ ПЕРЕНОСНЫЕ ЖИЛИЩА — ОТ ПАЛЕОЛИТА ДО СОВРЕМЕННОСТИ

Удачно найденная еще палеолитическим человеком форма жилища просуществовала как элемент человеческой культуры на протяжении многих тысячелетий.

52 Москалюк Т. А., Мазуренко М. Т. УДИВИТЕЛЬНАЯ СЕВЕРЯНКА ЧОЗЕНИЯ

Это самое северное дерево — пример необыкновенной жизненной активности и приспособленности к суровейшим условиям.

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

59 Василенко И. Я., Осипов В. А., Рублевский В. Г. РАДИОАКТИВНЫЙ УГЛЕРОД

Повышение концентрации этого глобального радионуклида для человека пока не опасно. Но не исключено, что в экосистемах есть менее устойчивые, чем он, объекты.

66 Хрущов Н. Г. ПРЕЕМСТВЕННОСТЬ ТРАДИЦИЙ (К юбилею Кольцовского института)

Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН, отметивший свой 25-летний юбилей, по праву носит имя своего основателя и продолжает заложенные им традиции.

76 Аронс Р. А. КВАНТОВЫЙ ПАРАДОКС ЗЕНОНА

Почему в наши дни физики решили потревожить тень великого грека, автора знаменитых апорий «Ахилл и черепаха», «Стрела» и др.? Анализ философских оснований квантовой механики обнаруживает в парадоксе Зенона один из рецептов объяснения эволюции в природе.

84 Ничипорович А. А. ЧЕЛОВЕК КАК УЧАСТНИК ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Ограниченность ресурсов биосферы, необходимых для жизнедеятельности человека, требует их точной оценки. Особая роль в решении этой проблемы отводится естественным наукам, повышению эффективности научного знания.

88 ИЗ РЕДАКЦИОННОЙ ПОЧТЫ

90 ПАМЯТИ ВАЛЕРИЯ ЛЕОНИДОВИЧА БАРСУКОВА

93 «ПРИРОДА» — «NATURE»

99 НОВОСТИ НАУКИ

114 КОРОТКО

115 РЕЦЕНЗИИ

116 НОВЫЕ КНИГИ

118 ТЕМАТИЧЕСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

126 АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

РЕКЛАМА, ОБЪЯВЛЕНИЯ (48, 66, 75)

CONTENTS

3 INTERNATIONAL ECOLOGICAL CONVENTIONS

(Interview with G. A. Zavarzin)

During the International Conference of Environmental Protection and Development which took place in Rio de Janeiro this summer, first step was taken to pass from general recommendations to real activities.

8 THE CONSEQUENCES OF GLOBAL WARMING

As is forecast in the beginning of the 21st century the global temperature will rise approximately by 1°C and in the middle of the century by 2°C. The warming will affect not only geosystems on the Earth, but also different economical branches including power engineering.

Velichko A. A. THE POSSIBLE FUTURE OF THE EARTH LANDSCAPES (8)

Boussarov V. N. «CLIMATIC» PROBLEMS OF THE POWER ENGINEERING (16)

20 Efremov Yu. N. LESSONS OF THE LARGE AZIMUTHAL TELESCOPE AND THE FORTUNES OF THE RUSSIAN ASTRONOMY

This is an attempt, which is inevitably subjective, to explain why the largest optical telescope in the world still prevented our astronomy from taking a leading position.

32 Nesis K. N. TOMTIT'S RUSES

34 Chesnova L. V., Muzrukova E. B. A DREAM WHICH HAS COME TRUE (A history of foundation of the Neopolitani-an zoological station)

43 Murzaev E. M. VISITING-CARD OF THE MONGOLS

The geographical denomination of the Crimea, so much loved in this country, is rather of the Mongol origin and was brought to this peninsula, when captured by the Golden Horde in the 13th century.

49 Vasiliev S. A. LIGHT TRANSPORTABLE DWELLINGS—FROM PALAEO-LITH TO OUR DAYS

Palaolithic man succeeded to find such a suitable form of a dwelling that it exists for many thousand years as an element of human culture.

52 Moskalyuk T. A., Mazurenko M. T. WONDROUS CHOSENIA ARBUTIFOLIA

This northern tree is an excellent example of vital activity and ability of adaptation to the most severe conditions.

GLOBAL PROBLEMS

59 Vasilenko I. Ya., Oslpov V. A., Rublevsky V. G.

RADIOACTIVE CARBON

The concentration increase of this global radio-nuclide is not hazardous to man in the meanwhile. But there may exist objects in the ecosystems which are less resistant to it.

66 Khrushchov N. G.

CONTINUITY OF TRADITIONS

Koltzoff Institute of Biology Development which has celebrated its 25 anniversary is rightfully named after its founder and continues the traditions originated by him.

76 Aronov R. A. ZENO'S QUANTUM PARADOX

Why did the physicists decide to disturb nowadays the shadow of the great Greek, the author of the famous aporias "Achilles and Tortoise", "Arrow", etc.? The analysis of the philosophic foundations of the quantum mechanics reveals in the Zeno's paradox a possibility to explain the process of evolution in nature.

84 Nichiporovich A. A. MAN AS A PARTICIPANT OF LIFE ON THE EARTH

Since the resources of biosphere needed for vital activities of man are scanty, they demand accurate estimation. A major role in solving this problem belongs to natural sciences, to the increase of the effectiveness of scientific knowledge.

88 LETTERS TO THE EDITOR

90 IN MEMORY OF VALERY LEONIDOVICH BARSUKOV

93 «ПРИРОДА» — «NATURE»

99 SCIENCE NEWS

114 NEWS IN BRIEF

115 BOOK REVIEWS

118 PRIRODA-1992. ANNUAL CONTENTS

ADVERTISEMENTS, ANNOUNCEMENTS (33, 48, 75)

Международные экологические конвенции

(Интервью с Г. А. Заварзиним)

Со 2 по 14 июня 1992 г. в Рио-де-Жанейре проходила Всемирная конференция ООН по окружающей среде и развитию, в которой приняли участие представители более 120 стран. На ней впервые была предпринята попытка перейти от общих рекомендаций к реальным действиям, т. е. связать экологию с экономической политикой. Задача это непростая. Проведение конференции потребовало большой подготовительной работы. В течение трех лет специалисты разных стран готовили ряд важнейших экологических соглашений, в частности конвенции по климату и биоразнообразию и декларацию по лесам. Все эти документы, тесно связанные между собой и основанные на биосферном подходе, после долгих дебатов в целом были приняты, но конвенция по биоразнообразию не подписана президентом США, а декларация по лесам дорабатывается.

Наш корреспондент О. О. Астахова обратилась к члену-корреспонденту РАН Г. А. Заварзину, который был главой делегации (сначала СССР, а затем России) на переговорах по биологическому разнообразию, с просьбой прокомментировать эти документы.



Георгий Александрович Заварзин, доктор биологических наук, профессор, заведующий лабораторией микробных сообществ Института микробиологии РАН. Основные научные интересы связаны с изучением разнообразия бактерий, особенно с сохранением бактерий в природных условиях. Опубликовал в «Природе» несколько статей, в том числе «Заповедники для микробов» (1990. № 2. С. 39—43).

Поскольку климат — одна из основных характеристик состояния мировой экосистемы, наверное, следует начать с Конвенции по изменению климата. Что она включает в себя и какова ее цель?

Важность этой конвенции состоит в том, что изменения климата сказываются прежде всего на биосфере. Конвенция рассматривает только те изменения климата, которые прямо или опосредованно связаны с деятельностью человека, влияющей на состав атмосферы, и дополняют естественные колебания климата.

Конвенция исходит из того, что время изменения климата должно быть достаточным, чтобы экосистема естественно приспособилась к изменению климата» (ст. 2). С одной стороны, масштаб и скорость естественных изменений могут оказаться настолько велики, что антропогенные помехи окажутся второстепенными, с другой стороны, увеличение техногенных выбросов в течение десятилетий не позволит экосистеме приспособиться к ним. При этом недостаточность знаний не должна задерживать принятие мер по защите климата, поскольку увеличение концентрации парниковых газов, а также аэрозольных примесей может повлечь за собой необратимые последствия.

Основными понятиями в конвенции служат: парниковые газы — газообразные компоненты атмосферы, способные поглощать и испускать инфракрасное излучение; источник — процесс, при котором выделяется парниковый газ в атмосферу; сток — процесс, удаляющий парниковый газ из атмосферы; резервуар — любой компонент климатической системы, включающей атмосферу, гидросферу, биосферу, геосферу в их взаимодействии, при котором запасается парниковый газ и его предшественники. Так, естественными стоками служат леса, трава-

ные экосистемы и болота, а резервуарами — древесина, гумус и торф. Каждый резервуар характеризуется определенным временем пребывания в нем углерода (в биомассе оно порядка 10 лет). Подлинным стоком служит накопление устойчивого органического вещества, такого как торф, гумус, горючие ископаемые, а также рассеянного органического вещества осадочных горных пород и океана.

Конвенция по климату прежде всего предполагает сокращение эмиссии парниковых газов и углекислоты, а также сохранение и увеличение естественных стоков и резервуаров.

Развитые индустриальные страны рассчитывают ограничить антропогенные выбросы, охранять и расширять стоки и резервуары, находящиеся под их национальной юрисдикцией (с. 4, п. 2а). Для этого необходимо оценить свои источники парниковых газов, а также естественные механизмы их накопления и удаления, т. е. стоки и резервуары. При реализации этой программы особое внимание уделяется странам с уязвимыми экосистемами (ст. 4, п. 8). Ее выполнение требует значительной координированной научной работы и систематических наблюдений.

Коль скоро экология становится важнейшим компонентом мировой политики, как оценить положение России в новой геополитической обстановке!

Участие России в сохранении глобальной климатической системы не имеет параллелей: она одна из главных экосистем, находящихся под единой национальной юрисдикцией. Территория современной Российской Федерации занимает гумидный пояс Северной Евразии, имеющий стоки и резервуары парниковых газов чрезвычайной важности.

Такое положение сложилось в результате естественных причин, и его нужно оценивать как данное в оценке новой геополитической ситуации. Наибольшую опасность представляет разрушение стоков и резервуаров парниковых газов на территории России в период ее перехода к рыночной экономике и вероятной сверхэксплуатации возобновимых ресурсов для решения насущных экономических задач.

В качестве исторической аналогии можно привести США в условиях экономического кризиса конца 20-х годов. Там вырубались леса и распахивались земли, что привело к серьезной эрозии. Если Россия последует этому примеру, не миновать тяжелых глобальных экологических последствий.

Но есть и иной путь, выработанный Финляндией еще в составе Российской империи и продолженный в послевоенное время: это рациональное использование леса, что неизмеримо выгоднее экономически и более обосновано экологически.

Но баланс углерода на территории страны определяется не только лесом. У зрелого леса баланс углерода близок к нулевому — ведь CO_2 поглощается только растущим лесом, т. е. лет 50—80, а далее древесину нужно сохранять, что возможно лишь в ограниченном масштабе. Использование леса как стока углекислоты включает его «устойчивое использование». Таким образом, лесоразведение, с точки зрения баланса углерода, — временная мера, но самая быстрая.

Другой накопитель парниковых газов и их предшественников — болотные системы, в которых углерод поглощается длительное время (тысячи лет).

По сути дела, болота — единственный подлинный сток углекислоты в резервуар с временем пребывания, превосходящим наши требования.

Каково соотношение этих двух стоков на территории России!

Ежегодный прирост древесины составляет 1,4 $\text{м}^3/\text{га}$ (при площади лесов 0,8 млрд. га), при этом поглощается около 400 Мт органического углерода в год. Прирост болот составляет 100—200 Мт/год. Из них 50 Мт органического углерода уходит ежегодно на образование торфа и выпадает из круговорота. Однако и остальной углерод, поглощаемый болотной растительностью, далеко не сразу возвращается в атмосферу, так как основной компонент торфяных болот — мох сфагнум — разлагается медленно. В этом отношении болота вполне сопоставимы с лесами.

Так что, если удовлетворить требования конвенции, Россия должна сократить промышленные выбросы парниковых газов, увеличить площади под растущим лесом, охранять свои болотные системы как наиболее мощный и длительно существующий поглотитель углекислоты.

Впрочем, при этом возникает понятие «упущенной выгоды». Известно, что увлажненные земли хозяева стремятся вовлечь в интенсивный сельскохозяйственный оборот. Однако при этом из-за изменения гидрологического цикла и качества воды страдает общество в целом. Та же ситуация, но уже в глобальном масштабе возникает при введении в силу Конвенции по изменению климата.

Еще нагляднее та же проблема возникает в связи с гумусом. Известно, что травяные экосистемы, накапливающие гумус, служат стоком углерода. Мощным накопителем был русский чернозем. Использование таких земель в сельском хозяйстве повлекло за собой потерю гумуса, содержание которого заметно снижается при отсутствии органических удобрений. Прекращение распашки позволяет восстановить содержание гумуса в почве за несколько десятилетий. Но «упущенная выгода» при этом совершенно очевидна, хотя распашка целины, с точки зрения глобального цикла углерода, не меньшее зло, чем осушение болот или вырубки леса, увеличивающее почвенное дыхание и выброс CO_2 в сотни раз.

В распоряжении России есть три стока и, соответственно, три резервуара парниковых газов: растительность и древесина (время пребывания — $n \times 10$ лет); почва и гумус (время пребывания $n \times 100$ лет); болота и торф (время пребывания $n \times 1000$ лет). Сохраняя и расширяя эти резервуары, Россия может поддерживать благоприятный баланс парниковых газов над своей территорией. В этом ее отличие от тех индустриальных стран, для которых единственный способ выполнить конвенцию по климату — изменить структуру топливно-энергетического комплекса.

Разумеется, России также необходимо снижать индустриальные выбросы и особенно уменьшать потери в системе распределения энергии, проводить политику энергосбережения, стимулируемую ростом цен на энергоносители. Россия — второй после США источник антропогенных выбросов парниковых газов. Это справедливо не только в абсолютных величинах. Конвенция говорит именно об избыточном потреблении на душу населения. Конечно, житель России не сможет снизить его до уровня жителей развивающихся стран тропического пояса. Но потребление энергии в быту составляет только часть расходов.

Россия, занимающая 1/7 часть суши, связана с определенными экосистемами, которые в глобальном масштабе представляют собой стоки углерода, за счет дисбаланса между продукцией органического углерода при фотосинтезе и выделением углекислоты при деструкции органического углерода в процессе дыхания почвы — остальные биологические источники гораздо менее значимы. Навивно рассчитывать стоки углерода только по скорости фотосинтеза. К накоплению органического углерода приводят именно малые скорости деструкции, т. е. в первую очередь микробного дыхания почвы. В ес-

тественных условиях влажного и холодного климата деструкция отставала от продукции, и территория Северной Евразии стала гигантским резервуаром органического углерода, особенно в переувлажненных экосистемах, занимающих самую большую в мире равнину.

Вмешательство человека усиливает деструкционные процессы, уменьшает стоки, разрушает резервуары предшественников парниковых газов.

Таким образом, для Конвенции по изменению климата Россия — одно из наиболее важных звеньев в достижении ее целей, которые нельзя подменять только снижением эмиссии CO_2 в промышленности.

Вы были активным участником подготовки документов по биологическому разнообразию. Расскажите, пожалуйста, подробнее об этой конвенции и о том, почему ее принятие вызвало, как писала пресса, горячие споры. Прежде всего, что такое разнообразие в конвенции?

Это «множество различных живых организмов, изменчивость среди них и экологических комплексов, частью которых они являются, что включает разнообразие внутри видов, между видами и экосистемами». Если мерой биоразнообразия считать видовое разнообразие, то тропический лес с массой известных и неизвестных видов членистоногих займет исключительное положение. По этому показателю 12 стран (Заир, Мадагаскар, Эквадор, Бразилия, Перу, Колумбия, Мексика, Индия, Малайзия, Индонезия, Китай, Австралия) обладают «мегаразнообразием», т. е. от 60 до 70 % мирового разнообразия.

Но это не единственная возможная оценка. Биоразнообразие можно количественно оценивать, например, определяя последовательность оснований в нуклеиновых кислотах. Такой молекулярно-биологический подход универсален и объективен. Но отсюда нельзя перейти к функциональной оценке биоразнообразия — различию в функциях. С этой точки зрения, обитатели полярных экосистем с немногими специфическими видами не менее важный биологический ресурс, чем многочисленные насекомые тропиков. Биологический ресурс определен как «генетический материал, организмы или их части, либо экосистемы, используемые или потенциально полезные для человечества, включая природное равновесие внутри экосистем и между ними».

Политик может выбирать среди различных аспектов биоразнообразия наиболее вы-

годный для его национальных интересов и апеллировать к общественному мнению.

Конвенция, первоначально ориентированная на сохранение видового разнообразия в тропических лесах, в ходе переговоров определилась как конвенция о суверенитете государств, владеющих теми или иными генетическими ресурсами, на территориях, находящихся под их национальной юрисдикцией: «право определять доступ к генетическим ресурсам принадлежит национальным правительствам и регулируется национальным законодательством» (ст. 15, п. 1).

Однако в рамках конвенции генетические ресурсы считаются собственностью лишь страны их происхождения, «обладающей этими ресурсами *in situ*», т. е. в природных экосистемах, а «применительно к одомашненным или культивируемым видам — в той среде, в которой они приобрели свои отличительные признаки». Таким образом, речь идет о сохранении экосистем и естественных мест обитания (ст. 8).

Для создания такой международной системы предполагалось ввести глобальные списки наиболее важных биогеографических районов, но это предложение встретило сопротивление развивающихся стран, усмотревших в нем посягательство на свой суверенитет, и не было включено в текст конвенции.

В другой части конвенции говорится о доступе к технологии, включая биотехнологию, понимаемую как «любой вид технологии, связанный с использованием биологических систем, живых организмов или их производных для изготовления или изменения продуктов с целью их конкретного использования». Биотехнология использует генетический материал, измененный человеком в его целях. Поэтому здесь страна происхождения генетических ресурсов называется «страной, предоставляющей генетические ресурсы» (ст. 16, п. 3), «собранные из источников *in situ*, включая популяции как диких, так и одомашненных видов, либо полученные из источников *ex situ*, независимо от того, происходят они из этой страны или нет».

Но эти потенциальные ресурсы биотехнологии сохраняются не столько в естественных экосистемах (главным образом, резервуары неизвестных видов), сколько *ex situ*, т. е. в коллекциях зародышевой плазмы, генобанках. Такие учреждения требуют значительных затрат и доступны лишь странам с развитой технологией и устойчивой инфраструктурой. Каждый биологический ресурс этого типа — результат значительных интеллектуальных и материальных затрат. Вместе

с тем микроб, выделенный из грязной лужи или заплесневелого армейского обмундирования, вряд ли может считаться собственностью «страны происхождения», не приложившей к этому никаких усилий. Здесь следует обратить внимание на прямое противоречие в подходах Конвенции по изменению климата, где естественные компоненты считаются «даром Бога» и не принимаются в расчет для компенсации стоков, и Конвенции по биоразнообразию. Труд, вложенный в выделение и технологическое использование микроорганизма, делает этот штамм объектом интеллектуальной собственности.

Однако развивающиеся страны приняли попытку взломать законодательную систему, защищающую интеллектуальную собственность: «Каждая договаривающаяся сторона принимает в случае необходимости законодательные, административные или политические меры, с тем чтобы частный сектор облегчал доступ к технологиям..., совместную разработку и передачу этих технологий в интересах как правительственного, так и частного сектора в развивающихся странах...» (ст. 16, п. 2). В тексте сделана оговорка о доступе и передаче на условиях, «которые учитывают достаточную и эффективную охрану прав интеллектуальной собственности и соответствуют ей».

В дополнение к этому развивающиеся страны потребовали предоставления «новых и дополнительных финансовых ресурсов, чтобы дать возможность развивающимся странам покрыть дополнительные расходы, которые они будут нести при исполнении обязательств по настоящей конвенции, и получать выгоды от выполнения ее положений» (ст. 20, п. 2).

Россия и другие индустриальные страны с недостаточными доходами оказались в стороне от этого торга. Их генетические ресурсы в области биоразнообразия не представляют особого интереса и, кроме того, пока (!) не находились под угрозой благодаря последовательной природоохранной политике. С другой стороны, очевидно, что платить они не могут, поэтому очень быстро был решен вопрос о добровольности взносов.

Открытыми остались вопросы биоразнообразия вне национальной юрисдикции, скажем, в океане.

В текст конвенции включены и популистские положения, например об особой роли женщин в сохранении биоразнообразия или роли опыта аборигенов в использовании биологических ресурсов. При этом, однако, не упоминается, что поддержание баланса при традиционном природопользовании

вании включает и традиционную смертность, снижающую демографическое давление на природу.

При рассмотрении этой конвенции все время предполагался перенос генетического материала с юга на север, где видовое разнообразие мало. На самом деле перенос возможен прежде всего в широтном направлении, между странами одного климатического пояса. Следовательно, введение суверенитета государств в использовании природных ресурсов прежде всего скажется на отношениях между самими развивающимися странами влажного тропического пояса с массовыми культурами растений. Аналогичные трудности будут и у развитых стран в связи с развитием биотехнологии.

Таковы некоторые особенности Конвенции по биоразнообразию, последствия которых часто в азарте политических переговоров упускаются из виду.

Как бы то ни было, эта конвенция подписана всеми государствами, не желающими стать объектами генетического грабежа. Для защиты своих интересов придется развивать карантинную службу. Может показаться сомнительным принцип, согласно которому микроорганизм, растение или животное приравнивается к нефти или другим минеральным ресурсам, доступ к биологическим исследованиям будет так же ограничен, как к геологическим или археологическим, а научное исследование станет предметом контроля самоуверенных местных властей с психологией собственника. Однако это реальность, с которой надо считаться.

Какие же обязательства накладывает подписание этой конвенции на Россию?

России, вступающей в мировое сообщество, придется создавать автономную систему, обеспечивающую сохранность биоразнообразия и возможность использования генетических ресурсов. Эта система должна включать не столько ботанические сады и зоопарки, сколько банки генетического материала, коллекции типовых и промышленных микроорганизмов, Вавиловские центры для растений. Такая система должна обеспечить природные резервуары неизвестных объектов биоразнообразия — для нашей страны это прежде всего и почти исключительно микроорганизмы. Как ни странно это покажется неспециалисту, в число охраняемых территорий необходимо ввести щелочные источники, гидротермы, кислые болота и подобные им неожиданные места, откуда микробиолог может выделить важный организм, становящийся национальным до-

стоянием. Например, знаменитый вулкан Узон на Камчатке (если мы потеряем не менее важный остров Кунашир с уникальным набором гидротерм) не может эксплуатироваться как туристический объект не только из-за антропогенного давления, но и из-за опасности хищения генетических ресурсов. Такая логика навязывается позицией развивающихся стран.

Принятие Конвенции по биоразнообразию потребует выполнения обязательств по инвентаризации генетических ресурсов. Для этого необходима работа сотен высококвалифицированных систематиков мирового класса, подготовка которых требует обычно около 20 лет и в которых будут нуждаться за рубежом. Удается ли задержать их у нас при оплате 20 долл. в месяц? Большие расходы потребуются и на развитие методов и создания службы биоидентификации.

В целом в системе Российской академии наук обслуживание конвенции фундаментальными исследованиями потребует средств на содержание примерно десятка биологических институтов, создания хранилищ генетических ресурсов и т. п. Кроме того, необходима организация новых учреждений, поскольку ряд институтов биологического профиля принадлежит теперь другим государствам СНГ. Явно понадобится развивать исследования в области физиологии низших эвкарот — в первую очередь грибов (лишь 3 тыс. которых из 80 тыс. видов имеются в мировых коллекциях), а также других групп.

В России расходы по реализации конвенции, очевидно, падут на Министерство экологии, которому помимо заботы о заповедниках придется осуществлять и все мероприятия, связанные с охраной генетических ресурсов и карантинной службой. На это нужны сотни миллионов рублей в год.

В чем, на ваш взгляд, главный итог экологических баталий в Рио-де-Жанейро?

Резюмируя, можно сказать, что дискуссия по экологическим конвенциям отчетливо продемонстрировала анахронизм деления на развитые и развивающиеся страны. Во-первых, естественные географические условия не согласуются с социально-экономическим делением. Во-вторых, геополитическая обстановка за полвека после войны так изменилась, что использование только двух категорий оказалось бессмысленным. Главный вывод переговоров по экологическим конвенциям заключается в том, что в мире сложилась новая геополитическая ситуация и старые представления более не отражают политических реалий.

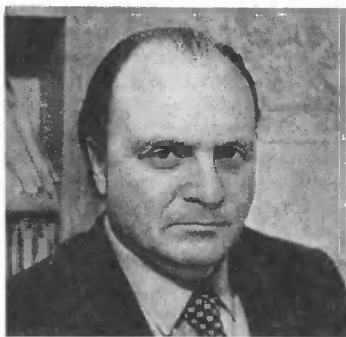
ПОСЛЕДСТВИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ

В нынешнем году в нашем журнале было опубликовано несколько материалов о меняющихся климатических и природных условиях нашей планеты и их прогнозах. [Красиков В. А. Климатические изменения: предотвратить или приспособиться? № 5. С. 66—70; Котляков В. М. Глобальные изменения природы в «зеркале» ледникового керна. № 7. С. 59—68; Груза Г. В. Климатическая изменчивость и климатические прогнозы. № 8. С. 28—36.]

Поскольку эти сложные проблемы носят общечеловеческий характер и привлекают пристальное внимание самых различных слоев общественности, международных и правительственных организаций, мы вновь обращаемся к ним в двух следующих ниже публикациях. Сегодня речь пойдет о возможном изменении ландшафтов при грядущем глобальном потеплении и проблемах энергетики, возникающих при таком изменении климата.

Возможное будущее земных ландшафтов

А. А. Величко



Андрей Алексеевич Величко, доктор географических наук, академик Академии естественных наук России, заведующий лабораторией эволюционной географии Института географии РАН, вице-президент Международного союза по изучению четвертичного периода (ИНКВА). Специалист в области палеогеографии, эволюции природной среды, проблем взаимодействия человека и природы. Член редколлегии журнала «Природа».

ПРОШЕДШИМ летом жители центральных районов Русской равнины стали свидетелями жестокой засухи. Жара спала только в конце августа. По существу, повторилась картина еще памятного многим 1972 г.— лесные пожары стали грустной реальностью. В то же время на территории бывшего СССР избыточно увлажнялись степи России и Казахстана, центр и юг Западной Сибири. Можно предположить, что оправдывается прогноз увлажнения отдельных регионов Земли, основанный на прогнозе изменения природных условий нашей планеты при повышении глобальной температуры на 1°C к 2000 г.

Становится все меньше скептиков, сомневающихся в реальном воздействии человечества на газовый состав атмосферы, приводящем к потеплению,— зафиксировано увеличение глобальной температуры воздуха у поверхности континентов и океанов (на $0,53^{\circ}\text{C}$ в Северном полушарии и $0,52^{\circ}\text{C}$ в Южном), и рост содержания парниковых газов. Специалисты, работающие в рамках Межправительственной программы исследований климатических изменений, придерживаются расчетов, согласно которым в начале XXI в. под воздействием антропогенных факторов среднеглобальная температура может повыситься приблизительно на 1°C , а в первой половине следующего столетия — на 2°C .

ЧИСЛЕННЫЕ МОДЕЛИ ИЛИ ПАЛЕО-АНАЛОГИ?

Существует два подхода к оценке ожидаемых климатических условий — численное моделирование и палеоклиматические реконструкции, соответствующие предполагаемым уровням повышения среднеглобальной температуры. Если относиться к рассматриваемому прогнозу как к установлению конкретных климатических ситуаций в 2000, 2025 и 2050 гг., то следует признать, что оба подхода такому требованию не удовлетворяют. Модели «вычисляют» климатические условия при удвоенном содержании углекислого газа в атмосфере, что равнозначно повышению среднеглобальной температуры в диапазоне 3—5 °С, а такое ее увеличение, по современным оценкам, не предполагается даже в середине XXI в.

В последнее время появились, правда, попытки оценить с помощью моделей ситуации при меньшем повышении температуры. Так, из модели Геофизической лаборатории динамики жидких тел Принстонского университета (США), «настроенной» в конечном счете на удвоение содержания углекислого газа в атмосфере, извлечены промежуточные данные о возможном состоянии природных компонентов при повышении температуры на 1,4 и 2,1 °С.

В целом эти материалы почти не противоречат палеореконструкциям. Однако картина, которую можно составить по ним, крайне упрощена. Самое слабое место в моделях — распределение осадков, не выдерживающее проверки современными данными.

Правда, и палеоклиматические реконструкции, которые привлекаются при прогнозных разработках, вызывают критические замечания прежде всего специалистов в области моделирования. Главный упрек состоит в том, что они основаны не на возможных изменениях газового состава Земли в прошлом, а на изменениях орбитальных параметров планеты. Однако то, что мы сегодня знаем о природе прошлого, не выявляет прямого соответствия между изменением орбиты или колебания угла наклона оси вращения Земли и потеплением климата. Напротив, прослеживается четкая его связь с изменением содержания CO₂ в былой атмосфере. Лучшее тому доказательство — советско-французские комплексные исследования ледяных кернов Антарктиды, о которых недавно сообщалось в «Природе»¹.

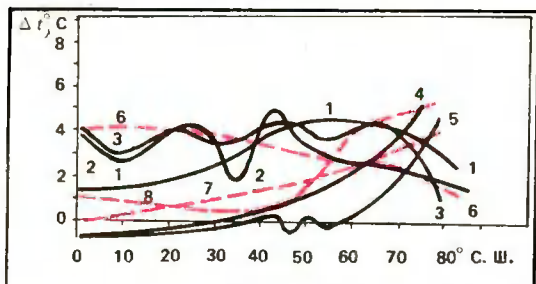
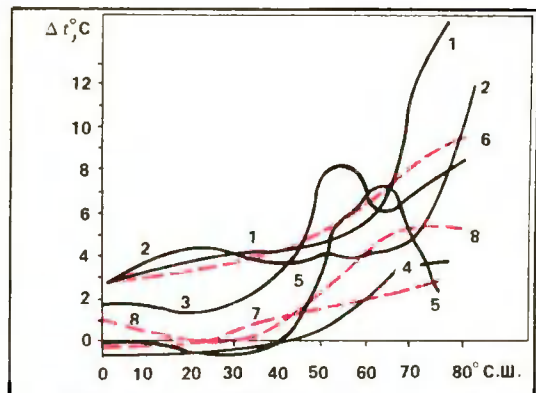
Следует, однако, признать, что у палеоклиматических реконструкций немало «собственных» недостатков. Прежде всего — обеспеченность данными: в Южном полушарии их очень не много, а в Северной точке с количественными характеристиками климата распределены неравномерно. И все же палеоклиматические реконструкции Европы, большей части Азии, севера Африки, средней полосы Северной Америки, а также большей части океана имеют значительно более высокую пространственную разрешающую способность, чем модели.

Нельзя не отметить, что палеореконструкции позволяют получить как бы интегральную картину состояния климата в том или ином регионе, соответствующую установленному изменению среднеглобальной температуры. Это связано с тем, что реконструированные характеристики, отвечающие рассматриваемому термическому режиму, относятся к некоторому хронологическому интервалу (около 100 лет) и поэтому содержат обобщенную информацию. Так, если для некоторого пространства устанавливается сокращение осадков, то скорее всего этот факт означает не уменьшение количества осадков в каждый из этих 100 лет, а увеличение частоты засух на этой территории за 100-летний период.

Возможно, что такая сглаженность, обобщенность палеоинформации имеет и некоторые положительные свойства, так как само по себе долгосрочное прогнозирование, рассчитанное на несколько десятилетий, — лишь некоторое усреднение. К тому же при всех недостатках именно палеореконструкции, а не численные модели позволяют получить квазиравновесную картину пространственных особенностей климата, отвечающих тем изменениям глобальной температуры, которые ожидаются в начале и середине XXI в.

Вместе с тем некоторые данные моделирования и палеореконструкций обнаруживают сходные тенденции ожидаемых изменений климата: максимальное повышение температур в высоких широтах, менее существенное — в средних широтах и минимальное — в низких. Выявляются и отличия. Например, в некоторых моделях летние температуры в высоких широтах не изменяются, а в палеореконструкциях повышаются; напротив, в низких широтах моделирование дает температуры несколько выше, а восстановленные — ниже современных.

¹ Котляков В. М. Глобальные изменения природы в «зеркале» ледникового керна // Природа. 1992. № 7. С. 59—68.



Возможные при потеплении отклонения зимних (вверху) и летних (внизу) температур в Северном полушарии от современных значений, рассчитанные по моделям и реконструкциям. Модельные расчеты, отвечающие повышению среднеглобальной температуры на 3,5–4 °С, сделаны в Геофизической лаборатории динамики жидких тел Принстонского университета (1), Канадском климатологическом центре (2), Метеослужбе Великобритании (3). Расчеты по палеорекострукциям проведены в лаборатории эволюционной географии Института географии РАН: при повышении среднеглобальной температуры на 1 °С (4), на 2 °С (5). Цветом показаны среднеширотные отклонения по модели Годдардского института (6) и реконструкциям Института географии: при повышении среднеглобальной температуры на 1 °С (7), 2 °С (8).

Подобные расхождения можно объяснить тем, что в моделях недостаточно учитывается перенос тепла океанов; а в реконструкциях не всегда фиксируются небольшие температурные отклонения в тропиках, характеризующихся в целом высоким термическим уровнем. (Кстати, в последнее время для океана в этих широтах зафиксировано повышение температур в прошлом.)

Не исключено, что имеющиеся расхождения связаны с тем, что сопоставляются климатические ситуации, отвечающие разным термическим режимам — уже отмечалось, что в моделях заложено повышение среднеглобальной температуры на 3–5 °С, а в палеорекострукциях — на 1 и на 2 °С.

Однако, если учитывать конкретные температурные оценки, полученные обоими методами, то можно отметить, что порядок величин не сильно разнится, особенно для средних, умеренных и субтропических широт. Думается, при современном уровне знаний прогнозирование климата должно базироваться на обоих методах. А в целом прогноз должен позволить оценить диапазоны, в пределах которых могут находиться те или иные свойства климата в каждом регионе. Иными словами, такой прогноз может носить лишь слабо вероятностный, вариантный характер.

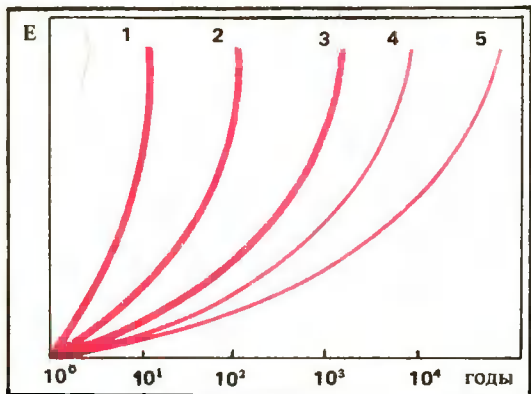
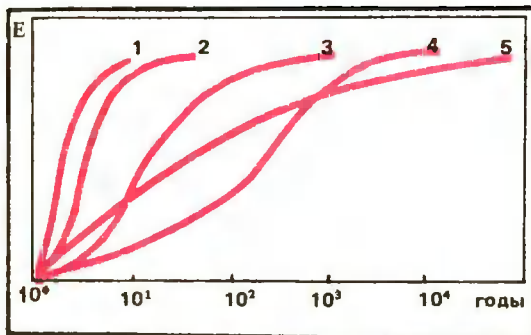
Тем не менее уже имеющиеся климатические сценарии позволяют, как это следует из ряда публикаций и обсуждений на научных конференциях, приступить к оценкам реакции экосистем на антропогенные изменения климата.

КАК ЛАНДШАФТНАЯ ОБОЛОЧКА РЕАГИРУЕТ НА ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА?

Задача разработки сценариев будущего состояния геосистем еще более сложна, чем прогноз климата, поскольку современные знания о механизмах функционирования геосистемы с ее сложным переплетением разнообразных циклов не полны.

В последние десятилетия, правда, удалось определить некоторые свойства геосистем, без учета которых оценка предстоящих изменений невозможна. К ним прежде всего относится инерционность, т.е. степень запаздывания реакции геосистем на новую климатическую ситуацию (в международной терминологии — наличие лага между началом климатических изменений и подстройкой к ним геосистемы). Сразу понять, как изменится геосистема целиком, невозможно, поскольку каждый ее компонент имеет собственное время трансформации и достижения условий равновесия с установившимся климатическим режимом. Например, кромка морских льдов при определенном уровне потепления отодвинется от берега за год. Слой оттаивания в области многолетней мерзлоты при таком же уровне потепления увеличится за три-пять лет, а для заметных сдвигов растительных зон потребуются десятки и сотни лет.

Уже само по себе такое сочетание разносторонних реакций отдельных компонентов существенно повлияет на весь комплекс биогеохимических циклов в геосистеме, а эти изменения в свою очередь должны будут вновь «подстраиваться» под



Вверху — спектр времени приспособления к изменяющемуся климату отдельных компонентов ландшафта: 1 — морских льдов, 2 — многолетней мерзлоты, 3 — растительности, 4 — почвы, 5 — рельефа. Внизу — «спектр» эрозионных элементов рельефа: 1 — мелких рытвин, 2 — первичных оврагов, 3 — зрелых оврагов, 4 — балок, 5 — небольших долины, речных террас.

непрерывно меняющиеся на протяжении следующего столетия климатические условия.

Да и внутри каждого компонента геосистемы «спектр» времени приспособления к изменению климата чрезвычайно разнообразен. Если взять, например, разные элементы рельефа, то примерно за год могут возникнуть оползни или мелкие эрозионные рытвины, а на образование речных террас уйдут сотни лет. Что касается почвы, то содержание влаги в ней может измениться за год, тогда как преобразование первичной минеральной массы и дифференциация почвенного профиля произойдет только за столетие.

Если же брать такой сложный компонент, как растительность, то скорость реакции на изменяющийся климат отдельных видов и сообществ, перемещений гра-

ниц между растительными зонами также будет весьма различной.

Очевидно, что отбирать компоненты геосистем и их элементы, разрабатывать «спектры» скорости их изменений придется для каждого региона отдельно. После этого наступит очередь сопряженного анализа «спектров» с выделением наиболее «подвижных» частей геосистем. Только так можно подойти к построению так называемой неравновесной модели ее реакции на меняющийся климат.

Под равновесной моделью мы понимаем состояние геосистемы, при котором ее компоненты приходят в квазиравновесное состояние с внешними условиями, в данном случае с климатом. Понятию «равновесная модель», в частности, отвечают реконструкции палеоландшафтов, эпох, отвечающих прошлым глобальным потеплениям на $0,8-1^{\circ}\text{C}$ (оптимум голоцена) и на $1,8-2^{\circ}\text{C}$ (оптимум последнего, миклулинского межледниковья), когда на протяжении столетий геосистемы достигали квазиравновесного состояния.

Как показали исследования, неравновесные и равновесные модели для одних и тех же уровней глобального потепления имеют радикальные различия. В равновесных моделях перестройки ландшафтной оболочки достигают глобальных масштабов, например, границы ландшафтных зон смещаются на сотни километров. В неравновесных же моделях, учитывающих короткое (десяtkи лет) время достижения нового состояния глобального термического режима, сдвигов растительных зон вообще может не происходить.

В таком случае может возникнуть сомнение в необходимости привлечения данных равновесных моделей. Однако, во-первых, палеоландшафтные реконструкции являются до настоящего времени наиболее достоверным источником, позволяющим судить о характере трансформации геосистем, подвергшихся глобальному потеплению соответствующего уровня. Во-вторых, они дают возможность определить направление (тренд), по которому будет развиваться тот или иной компонент оболочки, и о конечном равновесном состоянии, к которому он стремится.

КАК ИЗМЕНЯТСЯ ГЕОСИСТЕМЫ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ?

Обсудим особенности вероятных изменений в состоянии геосистем на примере Северной Евразии. Они проанализированы на основе комплексных исследований,

проводимых лабораторией эволюционной географии Института географии РАН и специалистов из других лабораторий и учреждений.

Изучались реакции на изменения климата растительного и почвенного покровов, многолетней мерзлоты, оледенения, гидрологического режима, рельефообразующих процессов, оценивались также агроклиматические ресурсы.

Все эти исследования проводились с помощью одной методики и, что весьма существенно, с использованием единых климатических региональных сценариев для повышения среднеглобальной температуры на 1 °С и 2 °С, также разработанных в нашей лаборатории.

Арктика. Выводы о состоянии климатических условий в высокоширотной островной Арктике сделаны на основе интерполяции количественных данных, полученных для побережий Северного Ледовитого океана, и палеонтологических материалов. На западе, в европейском секторе в начале XXI в. ожидается повышение летних и зимних температур по сравнению с современными на 3—4 °С, а в азиатском на 2—3 °С.

К середине XXI в. летние и зимние температуры в западном секторе Арктики будут близки к современным, а в азиатском могут возрасти на 6—8 °С зимой и на 4—6 °С летом. Площадь океана, свободная от сплошных льдов, возрастет и будет существовать более длительное время. Однако за счет увеличения годовой суммы осадков (сначала на 100, а затем на 200 мм), связанного с усилением западного переноса, судоходство будет осложнено частыми дождями, снегопадами, туманами.

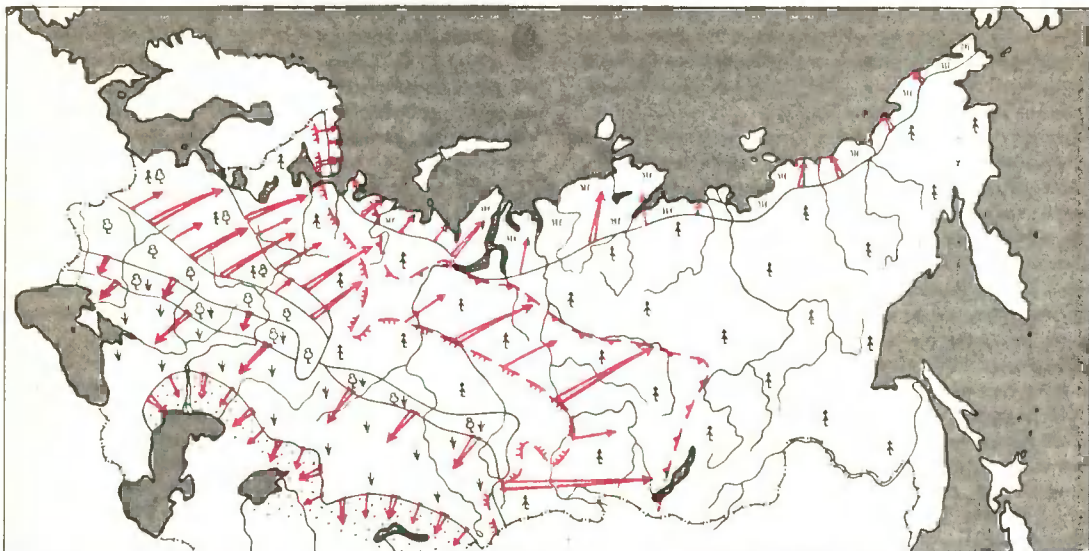
Несмотря на заметный рост осадков, ускорится сокращение размеров ледников (эти наши выводы согласуются с выводами гляциологов). Согласно предварительным расчетам, на ледниках Новой Земли и Новосибирских о-вов дефицит запасов фирна, необходимых для стационарного состояния, возрастет не менее чем в два раза, а для ледников Северной Земли к середине XXI в. — в четыре раза. В результате смягчения климата участки арктической пустыни постепенно будут замещаться тундрами.

Тундровый пояс. В начале следующего века в восточноевропейском и западносибирском секторах летние и зимние температуры могут быть выше на 3—4 °С, а восточносибирском на 1—3 °С; во всем поясе годовая сумма осадков повысится примерно на 100 мм. Более контрастные

изменения ожидаются в середине столетия: в восточноевропейском секторе зимние температуры не будут значительно меняться, летние же возрастут на 4—6 °С. Существенное возрастание зимних температур (на 8—12 °С), а также летних (на 6—8 °С) устанавливается к востоку от Полярного Урала до низовьев Лены. Далее на восток январский и июльский рост несколько менее значителен, на 4—6 °С. Несмотря на то, что сумма годовых осадков во всем поясе возрастет не менее чем на 100 мм, а в середине XX в. между Полярным Уралом и Леной они увеличиваются на 200 мм, влажность грунтов и почв до глубины 1 м в восточноевропейском секторе сократится в начале XXI в. на 0,5 см, в азиатском она не претерпит существенных изменений. К середине XXI в. иссушение достигнет 1 см. Вместе с тем оценки увлажнения позволяют считать, что почвенные гидротермические условия в большинстве районов останутся близкими к современному или даже станут несколько благоприятнее, особенно в начале XXI в., поскольку современная влагонасыщенность грунтов и почв здесь избыточна.

Следовательно, можно предполагать некоторое уменьшение закисных процессов в тундровых почвах. Сократятся заболочиваемые площади, а некоторые повышенные участки криогенного (мерзлотного) рельефа будут иссушаться. Это будет способствовать увеличению роли злаковых в растительных сообществах. Возрастет и слой сезонного оттаивания (от 20 до 40—60 см в середине XXI в.), что будет способствовать оплыванию грунтов, т. е. усилению солифлюкционных процессов. Все это может иметь негативные последствия для инженерно-строительных конструкций, газо- и нефтепроводов и нефтедобывающих установок. Увеличение мощности снежного покрова может также затруднить добычу корма животным зимой. В середине XXI в. ожидается повышение уровня океана по крайней мере на 15—17 см. Следует также ожидать интенсивного размыва побережья океана в результате термоабразии, особенно на востоке, где насыщенность берегов льдом весьма велика. В этих регионах из-за подпорных явлений появятся новые заболоченные участки.

Лесной пояс. Изменения гидротермического режима в этом поясе не будут столь существенны. В восточноевропейском секторе в начале XXI в. на севере зимние и летние температуры возрастут приблизительно на 3 °С, а вблизи южной границы лесов на 1—2 °С, годовая сумма осадков



Элементы геоэкологического сценария для территории бывшего СССР при повышении среднеглобальной температуры на 1 °С (равновесная модель лаборатории эволюционной географии).

- III Тундра
 - II Тайга
 - I Смешанные леса
 - O Широколиственные, леса
 - O+ Лесостепи
 - V Степи
 - . Пустыни
- Граница вечной мерзлоты:
- современная
 - реконструированная
 - Смещение зональных границ

процессов выщелачивания. На юге лесной зоны биологическая активность почв увеличится, что связано с выравниванием зимних и летних температур и большей годовой теплообеспеченностью.

Изменения в растительном покрове будут ограничиваться началом перестроек внутри лесных сообществ, продвижением на север широколиственных пород, а также березы. В связи со сдвигом к северу нулевой изотермы января можно предполагать, что на западе сектора ель, для которой, как известно, необходимы отрицательные зимние температуры, постепенно исчезнет.

Особое внимание следует обратить на состояние геосистем центральных районов, где сократится количество осадков и содержание влаги в почве. Здесь следует ожидать увеличения числа лет с засухами, т. е. почвенно-климатический потенциал понизится по сравнению с настоящим временем. И если в других областях продуктивность сельского хозяйства будет иметь тенденцию к повышению, то на данной территории тенденция может быть обратной. Иссущение здесь также может вызвать деструкцию почвенного покрова за счет активного растрескивания и осыпания. Усилятся эффекты пыльных бурь, поскольку южная половина лесного пояса представляет собой (за исключением долинных лесов) открытые, распаханное пространства. В лесном поясе речной сток сократится до 50 мм/год, а в центральных районах до 100 мм/год. Расчеты для бассейна Волги показали, что ее сток в районе Волгограда уменьшится на 15 % по сравнению с

возрастет незначительно — до 50 мм. В центральной же части Восточно-Европейской равнины устанавливается обширная территория (между Вологдой и Брянском, Смоленском и Нижним Новгородом), где отмечается сокращение суммы годовых осадков до 50 мм. Именно на этой территории падает влагосодержание на 1,5 см (до 10 % по сравнению с современным).

Очевидно, на севере лесного пояса в это время возможно уменьшение заболачивания, в почвах же сократится роль

современным. Это ставит ряд вопросов, связанных с водоснабжением, орошением, состоянием водохранилищ, обеспеченностью водными ресурсами ГРЭС, рыболовством, а также судоходством.

К середине XXI в. последствия парникового эффекта во всем восточноевропейском лесном регионе будут более благоприятными. Зимние температуры здесь повысятся на 4—6 °С (а в Волго-Вятском регионе на 10—12 °С), летние же температуры будут выше не более чем на 1—2 °С. Годовая сумма осадков возрастет, в том числе и в центральных районах, приблизительно на 100 мм. Влагосодержание почв на юге останется близким к современному, а на севере сократится в пределах 1 см. Агроклиматический потенциал в большинстве районов возрастет более чем на 20 % и лишь на северо-западе и в центре будет близок к 17—18 % по сравнению с современным.

В бассейнах Дона, Днепра, Днестра, Немана речной сток будет возрастать на 50—100 мм/год. Однако в бассейне верхней Волги он будет несколько ниже современного, а у Волгограда — меньше нынешнего на 5 %.

В сибирском секторе лесного пояса климатические условия к началу XXI в. в целом будут близки восточноевропейскому. Здесь в средней части Западно-Сибирской низменности (в среднем течении Оби и Иртыша) также выявляется область сокращения годовой суммы осадков (возможно, несколько больше чем 50 мм). Содержание влаги в почвах сократится на 0,5 см, в остальных же районах — еще меньше. В центральных районах Западной Сибири, следовательно, можно ожидать сокращения процессов заболачивания, поэтому сократится и сток в бассейн Оби. В ряде мест болотно-подзолистые почвы будут преобразовываться в подзолистые.

Расчеты по неравновесным моделям показали, что в Сибири (как и в восточноевропейском секторе) северная граница леса сместится к северу несущественно. Несмотря на, казалось бы, благоприятные климатические условия, небольшие скорости распространения древесных пород радикально затормозят процесс смещения этой границы. Даже в середине XXI в. она «поднимется» не более чем на 8—10 км, хотя по долинам возможно более активное проникновение древесной растительности в тундру.

К востоку от Енисея теплообеспеченность на протяжении всей первой половины XXI в. увеличивается. Здесь январские

температуры, например, в Центральной Якутии, возрастают на 8 °С, а в Северной — на 8—10 °С. Это прежде всего скажется на увеличении слоя оттаивания многолетней мерзлоты (на 40—60 см). Экономические последствия таких изменений очевидны, так же как необходимость специальных инженерных разработок. Значительными будут последствия для лесов и лесного хозяйства. Переувлажнение за счет таяния грунтовых льдов в приповерхностных слоях, «оживление» солифлюкционных процессов серьезно повлияют на качество лесных массивов в этих районах.




Засушливый пояс. Иными будут условия в степных пространствах юга Восточно-Европейской равнины и Казахстана. Здесь как для начала, так и для середины XXI в. выявляется лишь некоторое повышение зимних температур — от 1—3 °С в начале следующего столетия до 2—5 °С в середине. Летние же температуры увеличиваться не будут, а на остальной части пояса — даже понизятся (до 2 °С к середине столетия). Этот температурный фон сочетается с ростом годовой суммы осадков — от 200—300 мм на западе европейских степей до 100 мм в Казахстане. Очевидно, здесь возрастает роль мезофильных растений в составе естественных ценозов, и потому увеличится вероятность получения более устойчивых и более высоких урожаев. Предварительные оценки для юга Восточно-Европейской равнины показывают, что уже к началу следующего столетия агропромышленный потенциал здесь начнет увеличиваться на 2—5 %, а к середине столетия он может вырасти на 40 % на юго-западе и даже на ныне засушливом юго-востоке — на 25 %.

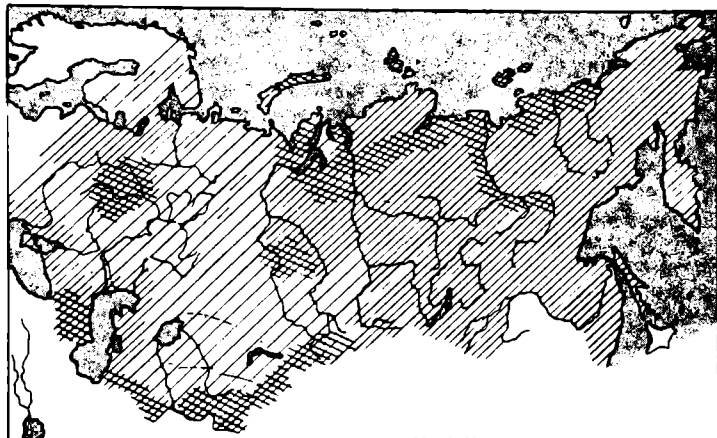
Вместе с тем увеличение осадков неминуемо вызовет активную эрозию почв и эрозионных процессов в целом: в этих районах широко распространены лёссовые породы, способствующие плодородию почв, но весьма уязвимые к размытию. Наряду с плоскостным смывом здесь следует ожидать роста эрозионных форм разного типа.

Степные почвы, видимо, будут сильно промываться, растворы вынесут из них легко растворимые соли, а в небольших западинах возрастет заиление. В пустынях же Средней Азии будет более выражен сезон распространения травянистой растительности.

Горные области. Такие горные области, как Кавказ, горы Средней Азии и востока Азии, — объекты особо пристального внимания. Активизация циклонической деятельности и, как следствие, рост осадков, по-

Уровни дестабилизации геосистем при антропогенном изменении климата в первой половине XXI в.

-  Весьма высокий
-  Высокий
-  Невысокий



влекут за собой целый комплекс стихийных явлений. Весьма значительными они будут на Кавказе. Из-за избыточного увлажнения грунтов усилятся сели, оползни, сходы лавин, эрозия в долинах и на горных склонах. В горах Средней Азии, где растительный покров более скудный, реакция рельефообразующих процессов будет не менее бурной. К уже перечисленным бедствиям здесь прибавятся камнепады и оползни. В горных районах Сибири вместе с увеличением частоты лавин усилится образование скоплений камней — курумов, различных процессов смещения обломочных масс на склонах.

Нетрудно представить всю серьезность последствий роста таких явлений для сельского, дорожного, гидроэнергетического хозяйства в пределах горных территорий.

Особый интерес вызывает оценка состояния оледенения в южном горном поясе. Можно полагать, что на Кавказе баланс массы льда будет оставаться отрицательным. Но недостающее количество твердых осадков для стационарного состояния ледников сократится почти на треть, и, следовательно, деградация оледенения замедлится. В горах же Средней Азии, как показывают оценки для Памира, количество осадков, наоборот, возрастет в четыре раза и ледники будут расти, в противоположность ледникам Арктики. Проверка и детализация таких расчетов необходимы, так как, помимо всего остального, положительный баланс массы ледников, вероятно, будет сопровождаться и ростом водности связанных с ними речных систем, в том числе таких, как Амударья и Сырдарья, а это, в свою очередь, будет позитивно влиять на баланс Арала, наряду с общим ростом увлажнения в прилегающих к нему районах.

Касаясь водного баланса замкнутых бассейнов в ныне аридном поясе, можно с определенностью говорить о том, что общее повышение атмосферных осадков при некотором понижении летних температур будет иметь положительные последствия для водного баланса. Подтверждением этому служат балансовые расчеты для Каспия, согласно которым уровень моря будет расти за счет снижения суммарного испарения в начале XXI в. на 3%, а к середине столетия на 6%.

ВЫИГРАВШИЕ И ПРОИГРАВШИЕ

Даже из такого весьма беглого, эскизного рассмотрения возможных последствий антропогенных изменений климата для геосистем можно видеть, насколько они существенны. В обобщенном интегральном виде эти последствия следует оценить со знаком «плюс». Расчеты, свидетельствующие о потенциальных возможностях для роста сельскохозяйственной продукции, общего роста потенциальной фитомассы, положительные экологические эффекты в аридном поясе подтверждают этот общий вывод. Вместе с тем выявляется сложное сочетание конкретных, весьма разнообразных последствий. И было бы неверно начать подсчитывать, в каких районах человек выиграет, а в каких проиграет. В любых районах потребуются внести коррективы в экономику и уклад жизни общества. Можно предполагать, что условия и для человека, и для биоты будут благоприятнее, чем сегодня, но даже и к этим положительным изменениям человек должен адаптироваться (к более теплым и влажным зимам и летним условиям на севере или

к сокращению солнечных и сухих дней на юге и т. д.).

Вместе с тем нет сомнения, что человек без особых потерь приспособится к новым условиям — пример тому далекая первобытная история, когда человек смог пережить суровые годы ледниковых эпох. Но необходимо тщательно исследовать все аспекты предстоящих перемен. Современное человечество отнюдь не меньше, а скорее даже больше зависит от природного окружения, благодаря чрезвычайно усложнившимся и многообразным механизмам потребления и эксплуатации природных ресурсов, приспособления к окружающей среде.

Одна из важнейших задач в этой области — изучение состояния геосистем, переходящих из квазиравновесного состояния в неравновесное. Они будут находиться в фазе неустойчивости, станут более уязвимыми к любым вмешательствам.

В складывающихся обстоятельствах придется использовать весь интеллектуальный и материальный потенциал для разработки вероятностных сценариев тех перемен, которые ожидаются в любом регионе планеты.

Такие сценарии, учитывающие динамику геосистем, связанный с парниковым эффектом, должны стать неотъемлемой частью создания государственных программ развития хозяйства, состояния и использования природных ресурсов на перспективу.

Здесь можно было бы поставить точку, если бы не одно обстоятельство, кстати сказать, затрагиваемое в этом же номере журнала (см.: Заварзин Г. А. Международные экологические конвенции. Комментарий биолога).

Международное научное сообщество склонилось к мнению о необходимости сокращения выбросов парниковых газов в атмосферу. (Правда, в конвенции реальные шаги в эту «сторону» выражены в крайне неопределенных выражениях.) Однако, по мнению автора, упрощенное, проводимое без специальной проработки сокращение выбросов может еще более осложнить состояние глобальной климатической системы, чем современная тенденция к росту парниковых газов. Кстати сказать, в силу инерции рост концентрации тепличных газов в любом случае будет продолжаться в течение какого-то времени. Затем при радикальном уменьшении их концентрации может наступить прогрессирующее похолодание, поскольку естественный тренд — уменьшение температуры (мы живем в эпоху перехода от межледникового к оледенению).

А как показывают палеоклиматические исследования, такие перестройки грозят повышением неустойчивости ландшафтно-климатической системы. Думается, правда, в ближайшем будущем резко сократить выбросы практически невозможно — основные источники выработки энергии вряд ли изменятся в ближайшие десятилетия.

«Климатические» проблемы энергетики

В. Н. Бусаров

ПРОБЛЕМА возможного потепления климата в последние годы стала интересовать не только представителей фундаментальной науки. Лаборатория электроэнергетики и топливоснабжения Энергетического института, в котором работает автор этих строк, ведет исследования в рамках программы «Глобальные изменения природной среды и климата» бывшего ГКНТ (ныне ее координирует и финансирует Министерство

высшего образования, техники и технологии России). Наша задача — определить наиболее чувствительные к изменению климата (и в частности, к его потеплению) звенья производства и потребления электроэнергии. Результаты предварительного анализа и представлены в этой статье.

Не вызывает сомнения, что энергетика влияет на среду. Печально известна роль крупных энергетических объектов в загрязнении атмосферы продуктами сгорания органических топлив. Так, валовый их выброс тепловыми станциями только бывшего СССР в 1989 г. составил 14,6 млн. т (зла —



Владимир Никифорович Бусаров, кандидат географических наук, старший научный сотрудник Энергетического института им. Г. М. Кржижановского. Занимается вопросами взаимодействия энергетики и окружающей среды, и в частности влиянием климата на различные энергетические объекты.

4,1 млн. т, сернистый ангидрид — 6,7 млн. т, окислы азота — 2,7 млн. т). Не менее важно и загрязнение «тепличными» газами, усиливающее парниковый эффект. Подсчитано, что в 2000 г. ТЭС нашей страны выбросит 1500—1700 млн. т углекислоты, способствующей его образованию. Не стоит забывать и того, что более 60 % вырабатываемой энергии «теряется» в воздухе, также дополнительно обогревая атмосферу.

Отрицательное экологическое воздействие на природную среду оказывают и такие, казалось бы, благоприятные источники, как солнечные установки — под них отчуждаются значительные территории, они изменяют тепловой баланс, влажность воздуха, направление ветра в районе станции. Даже биоэнергетические установки выбрасывают не только твердые продукты и токсичные вещества, но и тепло.

В целом практически все энергетические объекты вносят свой вклад в тепловой баланс планеты и, следовательно, в какой-то мере в изменение климата. Суммарная мощность всех электростанций мира составляет 1,5 млрд. кВт. Эта величина уже соизмерима с мощностью многих явлений природы: средняя мощность воздушных течений на планете составляет 25—35 млрд. кВт, приливов — 2—4 млрд. кВт.

Значительное потепление климата, которое, по прогнозам отечественных и зару-

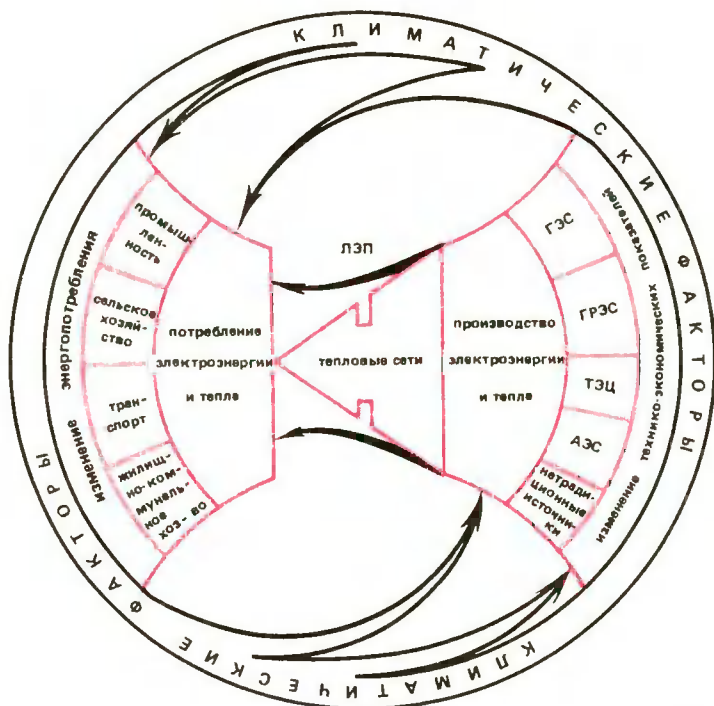
бежных климатологов, должно наступить уже к 2000 г., вызывает необходимость адаптации человечества к не наблюдавшимся ранее быстрым изменениям климатических условий во всех сферах деятельности, в том числе и в энергетике. Разработанный Министерством энергетики СССР несколько лет назад проект Энергетической программы до 2010 г. не только не учитывает изменения электро- и теплопотребления в связи с глобальным потеплением климата, но и реакцию тех или иных типов электростанций на возможное изменение региональных климатических характеристик. Между тем выбор стратегии развития энергетики без этого не может быть сделан.

Более всего от климата зависит работа гидроэлектростанций. Точнее было бы сказать, что выработка электроэнергии на них связана с водностью рек, в большой мере определяемая атмосферными осадками. Вот характерные примеры: с 1976 по 1981 г. на реках Сибири и Казахстана маловодье не позволило создать достаточные запасы воды в Ангаро-Енисейском и Иртышском гидроэнергетических каскадах, в результате чего суммарное снижение выработки составило 28,2 млрд. кВт·ч. В то же время на Волжских ГЭС в 1978 г. отмечена максимальная выработка за все годы эксплуатации. В маловодный 1982 г. выработка ГЭС Сибири упала до 37,5 % от среднегодовой, а в многоводный 1985 г. энергии было выработано в 1,5 раза больше среднегодовой величины.

Пока такие «взлеты» и «падения» водности ни в каких планах не учитываются, а зависит от них многое, например планы строительства новых ГЭС. Поскольку при потеплении ожидается общее повышение влажности и увеличения количества осадков, в целом география размещения ГЭС может существенно расширяться, однако в некоторых районах должно стать суше. В соответствии с этим придется пересматривать створы планируемых ГЭС. Возникает и возможность расширения сфер применения малой энергетики, поскольку небольшие реки станут полноводнее, а малые ГЭС более эффективными.

В целом потепление благоприятно для гидроэнергетики в нашей стране, однако придется учитывать, что в ряде регионов изменятся потребности «неэнергетических» потребителей (сельское и рыбное хозяйство, водный транспорт) к регулированию речного стока.

Возникает целый ряд чисто энергетических задач: новые расчеты значений гарантированной выработки существующих ГЭС, изменение структуры генерирующих



Схема, демонстрирующая влияние климатических факторов на объекты производства и потребления энергии.

и резервных мощностей, режима электропотребления и т. п. Естественно, что все это приведет к изменению работы ГЭС.

Гидроэнергетика — единственная составляющая электроэнергетики, не способствующая эмиссии парниковых газов, и поэтому расширение строительства ГЭС, особенно малых, будет способствовать смягчению негативных последствий влияния электроэнергетики на изменение климата. Такими же свойствами, по всей видимости, будут обладать и нетрадиционные источники энергии.

На первый взгляд, менее подвержены колебаниям тепловые и атомные электростанции, а также теплоэлектроцентрали. Действительно, работа их основного оборудования практически не зависит от климатических колебаний. Но в связи с изменением температуры наружного воздуха изменяются условия рассеивания их выбросов в атмосферу. В настоящее время проектирование этих энергетических объектов осуществляется с тем условием, чтобы их выбросы не превышали установленные ПДК в определенном объеме атмосферы. Учитываются и возможные неблагоприятные метеорологические условия. Проводимые при этом расчеты достаточно сложны и специальные. Скажем только, что в них используются несколько харак-

теристик (условия стратификации воздуха, условия выхода газовой смеси и ее температура и т. п.), непосредственно зависящих от внешней температуры.

Особенно резко влияние климата на условия рассеивания выбросов скажется в ближайшем будущем при широком применении разрабатываемых ныне и, казалось бы, экологически чистых способов уменьшения вредных выбросов (их называют технологиями внутрипоточного подавления). Дело в том, что они понижают температуру уходящих в атмосферу газов до 70—80 °С (ныне она составляет 140—150 °С). Тем самым будет существенно «снижена» зона рассеивания выбросов, что потребует более глубокой и, естественно, дорогостоящей их очистки.

Поскольку и на ТЭС и на АЭС поверхностные конденсаторы охлаждаются с помощью большого количества воды, при увеличении температуры воздуха и вода станет теплее, ее придется использовать многократно. (Кстати сказать, проблемы, связанные с так называемым тепловым загрязнением водоемов, существуют и сегодня.) Соответственно возрастет расход охлаждающей воды и затраты энергии на ее подачу.

Важнейший элемент энергетического хозяйства — теплоснабжение промышлен-

ных и бытовых потребителей. Свыше 80 % тепла, производимого в нашей стране, используется в городах и поселках городского типа, в которых живет около 67 % населения бывшего СССР. Крупнейший потребитель — промышленность (54 % суммарного теплоснабжения страны). На нужды химической и нефтехимической отраслей идет 21 %, машиностроения — 21 %, топливной промышленности — 12 %. Основную часть использует промышленность Европейской части страны (63 % от суммарного теплоснабжения), доли Урала, Сибири, Дальнего Востока, Казахстана и Средней Азии равны соответственно 14, 13, 3 и 7 %. Около 20 % теплового потребления приходится на долю сельского хозяйства (при этом 63 % от этой величины используют в европейских районах).

Сейчас потребности в тепловой энергии в основном удовлетворяет централизованное теплоснабжение, удельный вес которого — 58 % по стране в целом и около 72 % для городов и поселков городского типа. Глобальное потепление (повышение температуры и годовой суммы осадков) не окажет заметного влияния на технологию производства тепловой энергии, а может сказаться только на изменении экономичности теплоэлектроцентралей и котельных установок, работающих на твердом органическом топливе. Повышенная влажность изменит некоторые его характеристики. (Количество удерживаемой топливом влаги зависит от его вида, размера кусков, высоты штабеля, длительности пребывания под открытым небом и т. п.).

А вот потребность в тепловой энергии станет значительно ниже — уменьшится отопительный сезон, повысится расчетная температура режимов отопления. Предстоит исследовать реакцию на изменение климата в разных климатических зонах более 350 тыс. теплогенерирующих установок и нескольких миллионов отопительных печей различных мощностей и типов.

Возможное потепление климата затронет энергопотребление в значительно большей степени, чем производство тепла и электроэнергии, не только потому, что объектов потребления гораздо больше (и они значительно меньше), чем объектов производства, а и потому, что они больше зависят от местных климатических условий.

Сильно возрастет потребление энергии в производствах, требующих создания контролируемой атмосферы — искусственного

климата. Это — точная механика, компьютерная техника, биологические производства и т. п. По некоторым оценкам, на долю вентиляции и кондиционирования в промышленном электропотреблении к концу 2010 г. будет приходиться 40 %. Практически на всей территории страны произойдет увеличение расхода энергии на эти нужды.

Электропотребление в сельском хозяйстве возрастет в так называемых низкотемпературных процессах: технологиях сушки кормов и зерна, создании микроклимата в животноводческих помещениях, а также получении продуктов растениеводства на предприятиях с закрытым грунтом.

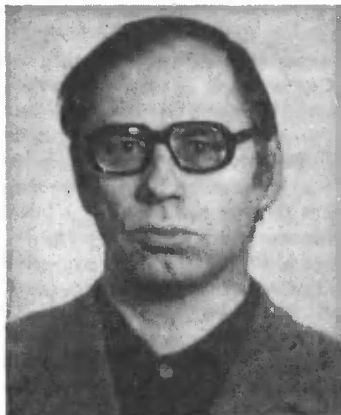
Чувствительно отзовется потепление и на нуждах орошения, поскольку для него чрезвычайно важны средняя температура и влажность сезона орошения, структура возделываемых сельскохозяйственных культур, а также применяемые технологии (канальное, капельное, внутрпочвенное орошение). Все эти факторы существенно различаются по районам.

При более высоких темпах развития фермерских хозяйств следует ожидать весомого роста зависимости электропотребления в сельском хозяйстве от изменения климатических параметров. Это связано с рядом обстоятельств. Во-первых, в целом насыщенность фермерских хозяйств оборудованием, потребляющим энергию, будет со временем значительно выше, чем в крупных коллективных хозяйствах; во-вторых, становление фермерства приведет к развитию перерабатывающих производств на селе (малых предприятий по подготовке кормов, включая их тепловую обработку, семейных цехов по производству широкой гаммы молочных продуктов; в-третьих, многократно возрастет потребность в электроэнергии при хранении продукции (прежде всего холодильниками и морозильниками). Наконец, в-четвертых, все это приведет к существенным коррективам в специализации и кооперировании сельскохозяйственного производства, что также повлияет на зависимость потребления электроэнергии от глобального потепления климата.

К сожалению, проведенный нами анализ пока носит лишь качественный характер. Нужны более точные расчеты, которые дадут количественные показатели. Но это дело будущего. Ясно, однако, что при разработке перспективных планов развития энергетики необходимо учитывать грядущее потепление климата.

Уроки Большого азимутального телескопа и судьбы отечественной астрономии

Ю. Н. Ефремов



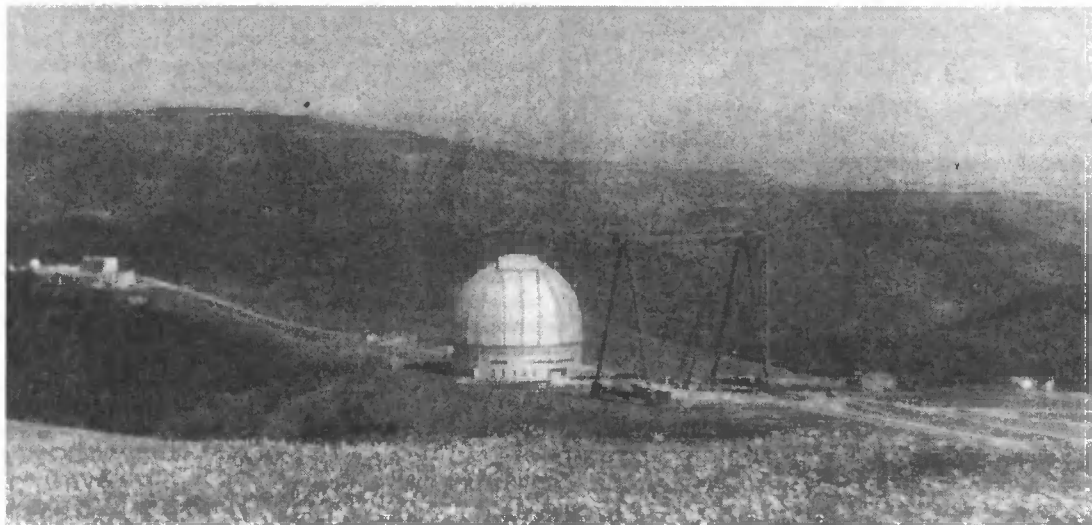
Юрий Николаевич Ефремов, доктор физико-математических наук, заведующий отделом Галактики и переменных звезд Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга при МГУ. Работает в области изучения звездных систем. Автор ряда монографий, в частности книги «Очаги звездных образований в галактиках» (М., 1989). Неоднократно публиковался в «Природе».

В ТЕЧЕНИЕ 15 лет наша страна обладала самым мощным в мире оптическим телескопом — Большим азимутальным (БА). Это рефлектор с диаметром зеркала 6 м, который начал работать на Северо-Западном Кавказе в 1975 г. А в конце 1990 г. были получены первые изображения на телескопе им. Кека на Гавайских о-вах (в строй были введены 9 из 36 сегментов составного 10-метрового зеркала). В Европейской южной обсерватории (Чили), США, Японии, Англии и Германии сейчас строятся 7- и 8-метровые телескопы, сооружается и второй 10-метровый телескоп.

Итак, судя по всему, время БА прошло. В первой и, боюсь, последний раз одна из ветвей нашей фундаментальной науки имела в своем распоряжении уникальный инструмент, превосходящий по возможностям все другие в мире. Пора подводить итоги.

Сразу оговорюсь, что несколько результатов мирового класса на БА получить удалось. Сенсаций же и не ожидали, уже по той простой причине, что в равных условиях БА мог зарегистрировать объекты, лишь в 6/5 раза более далекие, чем его соперник — американский 5-метровый телескоп, расположенный на горе Маунт-Паломар. Но равных условий не было: определяемое атмосферой качество изображений, зависящее от места установки телескопа, и уровень светоприемной аппаратуры у американцев оказались гораздо выше, и это тем более обидно, что сам 6-метровый телескоп получился хорошим!

Да и не следовало ожидать каких-то особо сенсационных открытий, поскольку величайшее открытие астрономии XX в. уже было совершено и сравнимого с ним — по крайней мере, в диапазоне длин волн, доступном наземным оптическим телескопам — видимо, не будет. Это произошло в 1924—1929 гг., когда было доказано, что Вселенная населена галактиками и расширяется. Решающую роль сыграло разрешение на звезды ближайших галактик (туманностей Андромеды и Треугольника), устано-



На отрогах горы Пастухова. Башня 6-метрового телескопа над ущельем Б. Зеленчук. Слева видна верхняя гостиница САО. 1983 г.

вившее шкалу расстояний. Это стало возможным, когда с помощью 2,5-метрового рефлектора на горе Маунт-Вилсон удалось зарегистрировать объекты 22-й звездной величины. (Правда, если бы наша Галактика была изолированной системой, а не входила вместе с Андромедой и Треугольником в довольно тесную группу галактик, где расстояния между членами сравнительно малы, открытие не состоялось бы до ввода в строй 5-метрового рефлектора в 1949 г.)

ЗАЧЕМ НУЖНЫ БОЛЬШИЕ ТЕЛЕСКОПЫ?

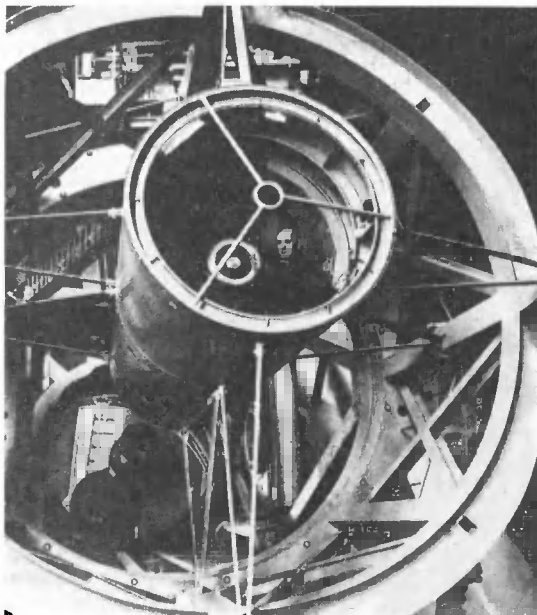
Несмотря на то, что светоприемники продолжают совершенствоваться, увеличение диаметра зеркала и поныне остается столбовой дорогой прогресса в астрономии. Чем больше диаметр зеркала телескопа, тем больше собрано света в его фокусе, тем более слабые объекты можно зарегистрировать и более детальную информацию извлечь. Фиксируя все более слабые галактики, мы продвигаемся не только в глубь пространства, но и в глубь времени, наблюдая все более молодые объекты. Галактика, расположенная на расстоянии 10 млрд. св. лет, на 10 млрд. лет моложе нашей, и большинство очень слабых галактик голубые — в них много молодых горячих (т. е. голубых) звезд. С помощью больших телескопов можно изучать возникновение и эволюцию галак-

тик, что только и позволяет подойти к труднейшей проблеме естествознания — рождению Вселенной.

Исследование процессов, протекающих от начала расширения Вселенной до появления галактик, — сейчас одна из самых важных задач. Именно на этой стадии электрослабое взаимодействие объединяется с сильным, а еще ближе к началу — с гравитационным. Однако в построении единой теории, объединяющей взаимодействия всех типов, земные ускорители помочь не смогут, даже если все энергоресурсы Земли будут брошены на решение этой задачи: требуются условия, которые существовали в первые мгновения жизни Вселенной: экстремально высокие температуры, давления, плотности. Для создания «единой теории всего», о которой мечтал А. Эйнштейн, на Земле не хватает данных. Физической лабораторией должна стать вся Вселенная. На помощь должна прийти астрономия — «физика для бедных», как любил повторять Я. Б. Зельдович.

Специалисты давно осознали необходимость строительства больших телескопов, в том числе и наземных (которые в сотни раз дешевле космических, необходимых для наблюдений лишь в том диапазоне длин волн, который недоступен на Земле из-за того, что мешает атмосфера), и тому свидетельство — бурный рост числа этих инструментов на Западе. Непрерывно увеличивается и число самих астрономов: за последние 10 лет в США, например, их стало вдвое больше. Отставание в этой области естествознания неминуемо повлечет за собой и отставание в других.

Однако 30 лет назад единство физики



5-метровый американский телескоп на горе Паломар. В кабине главного фокуса, отражающегося в зеркале телескопа, знаменитый американский астроном Э. Хаббл. 1949 г.

микромира и космоса понять было нелегко, еще труднее было сделать соответствующие организационные выводы. Крупнейшие наши физики — Я. Б. Зельдович, А. Д. Сахаров, В. Л. Гинзбург, И. М. Лифшиц — занимались и астрофизикой; академик-секретарь Отделения общей физики и астрономии Л. А. Арцимович был «чистым» физиком, но вот что он писал в 1972 г.: «Началась новая эра в развитии науки, в которой астрофизике будет принадлежать ключевое положение»¹. А еще раньше, в 1964 г., выступая на заседании Президиума АН СССР, он говорил о том, что наши потомки, вероятно, будут удивляться тому, что мы в столь странной пропорции разделили усилия, направленные на исследование огромного звездного мира и искусственного мира элементарных взаимодействий, предпочтя, по понятным причинам, финансирование ядерной физики. В то время большинство руководителей нашей науки рассматривало подобные выступления Арцимовича как вредные завихрения. Его статья в «Природе», процитированная выше, должна была начать цикл, посвященный пропаганде астрономии; вслед за ней предпола-

галось появление и моей статьи под названием «Нужны большие телескопы». Она была уже набрана, но внезапная смерть Арцимовича в 1973 г. все остановила. Думаю, это во многом повлияло на то, что проблемы, связанные со строительством БТА, решались в дальнейшем некомплексно и плохо.

ИСТОРИЯ БТА

О том, что наша страна решила построить величайший в мире оптический телескоп, мир узнал из выступления заместителя Председателя Совета Министров СССР А. Н. Косыгина на ассамблее Международного астрономического союза, проходившей в 1958 г. в Москве. В это время уже заканчивалось строительство 2,6-метрового рефлектора для Крымской астрофизической обсерватории (КраО); такой же телескоп строился и в Бюраканской обсерватории. Нашим крупнейшим телескопом был в то время 1,22-метровый рефлектор КраО, привезенный из Германии взамен 1-метрового, вывезенного оккупантами из Симеизской обсерватории. Тогда казалось, что одним рывком, всего за несколько лет, мы догоним США, где в то время уже действовал 2,5-метровый рефлектор, построенный в 1918 г., 5-метровый (1949 г.) и вступал в строй 3-метровый. Правда, у американцев насчитывалось около двух десятков телескопов с зеркалами диаметром 1—2 м, которых у нас не было.

Через несколько лет автор, тогда начинающий астроном, с удивлением узнал, что против строительства величайшего в мире телескопа выступает ряд отечественных астрономов, как маститых, так и молодых, но активно работающих. Вместо 6-метрового гиганта они предлагали построить два телескопа с зеркалами в 3—4 м, а оставшиеся деньги (ведь стоимость телескопа возрастает пропорционально кубу диаметра его зеркала) затратить на светоприемники, измерительные приборы и прочие средства обработки результатов наблюдений. Однако эти соображения серьезно не обсуждались; задача, видимо, состояла не столько в подъеме отечественной астрономии, сколько в том, чтобы именно у нас был самый большой телескоп... (К сожалению, подобного же рода соображения звучали недавно при обсуждении проекта 25-метрового телескопа: на рекордный инструмент больше шансов получить деньги, чем на развитие астрономии вообще.)

Так или иначе, но в 1990 г. началось создание 6-метрового телескопа и поиски места для него. Проект был разработан

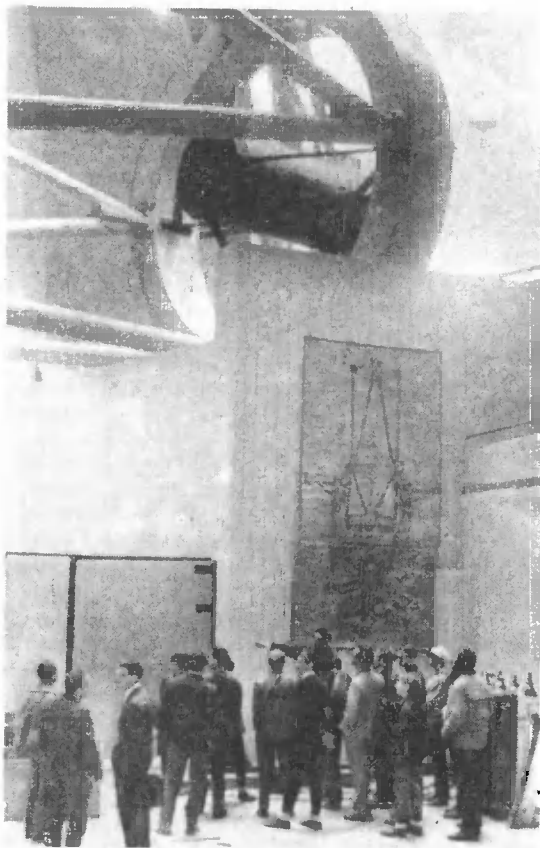
¹ Арцимович Л. А. Будущее принадлежит астрофизике // Природа. 1972. № 9. С. 2—4.

Б. К. Иоаннисиани; это был классический параболический рефлектор с относительным отверстием 1:4 (и значит, фокусным расстоянием в 24 м); но монтировка, которая должна была выдерживать вес вращающихся конструкций (850 т), резко отличалась от существовавших в то время у больших телескопов — она представляла собой вилку, поставленную вертикально, а не наклоненную вдоль оси мира, как обычно (что позволяет следить за суточным вращением небосвода поворотом телескопа вокруг одной оси). При использовании азимутальной монтировки необходимо, чтобы телескоп вращался вокруг двух осей, а для прямого фотографирования — еще и поворачивать кассеты, компенсируя вращение поля. Управлять движением телескопа должна была ЭВМ. Это смелое для той эпохи решение полностью себя оправдало; за рубежом азимутальную монтировку больших телескопов начали применять намного позднее.

Инструмент изготавливало Ленинградское оптико-механическое объединение; огромное зеркало отливалось в Лыткарино из подмосковных кварцевых песков. Проект курировался Пулковской обсерваторией, и это было первой серьезной ошибкой: астрофизики-наблюдатели, имевшие возможность вести дело на современном уровне, тогда были лишь в КРАО. Под эгидой Пулкова проходил и выбор места для установки телескопа; использовалась опять-таки не лучшая методика. Особым вниманием пользовался Северо-Западный Кавказ (но и тогда были сторонники Средней Азии). Споры продолжались, Академия торопила, и к 1965 г. остановились на отрогах горы Пастухова в хребте, разделяющем ущелья Большой Зеленчук и Маруха. Однако на самом хребте, где несколько лет пулковские астрономы исследовали астроклимат, строительство было признано невозможным из-за сильных ветров, и башню для БТА начали возводить непосредственно над ущельем Большой Зеленчук, вблизи Нижнего Архыза.

Возможно, слава Архыза (в 30 км выше по течению) как самого солнечного места на Кавказе и была причиной повышенного внимания к этому району, но окончательно выбранное место нельзя признать удачным. Наклоненные в одну сторону и покрытые лишайником сосны, растущие здесь, свидетельствуют о сырости и ветрах, несовместимых с хорошим астроклиматом. Итак, неважный астроклимат — важнейшая и, увы, неустраняемая причина того, что БТА не оправдал возлагавшихся на него надежд.

В 1966 г., когда уже мало что можно было изменить, для работы с БТА была



Участники астрономической конференции в башне еще не работающего БТА. 1971 г.

создана Специальная астрофизическая обсерватория (САО) АН СССР, директором которой утвердили астрофизика из Крымской обсерватории И. М. Копылова. Нерешенным оставался лишь выбор места для строительства лабораторий и жилья для сотрудников САО. Новый директор настаивал на большом культурном центре — Ленинграде, где уже были соответствующие лаборатории (в Пулкове) и строился сам телескоп, или, на худой конец, Ростове, ближайшем к месту установки БТА университетском городе. На заседании Президиума Астросовета АН СССР голоса разделились поровну; А. А. Михайлов, директор ГАО АН СССР (Пулково) и председатель Астросовета, настаивал на строительстве поселка под телескопом. Единственным «провинциалом», как рассказывал Копылов, на этом заседании был он сам; но он-то хорошо знал, сколько проблем возникает в изолированном коллективе вдали от благ

цивилизации. Решать надо было безотлагательно, иначе стройку могли «заморозить». В итоге решили строить поселок под телескопом. И это было второй ошибкой, почти неисправимой. Копылов говорил об отставке, но в конце концов смирился...

Строительство предполагалось вести в 40 км от станции Зеленчукской, близ городища Нижний Архыз, где 10 веков назад была столица аланского государства, а в прошлом веке основан Александро-Афонский монастырь. Два храма в византийском стиле, постройные аланами в X в., и ныне возвышаются среди обширной котловины; здесь склоны ущелья снижаются и расступаются. Однако вмешались археологи, и было решено переехать на километр выше по ущелью. Но здесь оно сужается, так что жилые дома и лабораторный корпус выросли над вечно ревущей рекой Зеленчук, среди сырого букowego леса, фактически на конусе древнего селевого выноса Горюховой балки. Отсюда до телескопа 19 км по серпантину, стоившему миллионы рублей.

По мысли Арцимовича, рядом должен был возникнуть целый научный городок; в частности, Институт космических исследований предполагалось разместить именно там, а не в Москве; на окраине станции Зеленчукской начиналось сооружение радиотелескопа АН СССР (РАТАН), планировалось и строительство аэродрома. К 1970 г. монтаж башни и стальных конструкций БТА внутри нее в основном завершился. Арцимович, часто посещавший строительство, сравнивал возводимую башню и хаос огромных деталей телескопа рядом с ней с гибридом Колизея и железнодорожной катастрофы. Масштабы были действительно циклопические: диаметр башни 45 м, отверстия люка — 11 м, вес телескопа и подвижных частей монтировки составил, как уже говорилось, 850 т (для сравнения: 10-метровый телескоп им. Кека весит 150 т, при этом он более светосильный и башня его меньше).

Воистину, это было время больших ожиданий. Казалось, наша астрономия вступает в период расцвета. Возводился величайший в мире 6-метровый телескоп, в КрАО начал работать 2,6-метровый телескоп и строились еще два таких же (третий не достроен и поныне!), планировалось создание большой обсерватории в Средней Азии, хороший астроклимат которой стал уже общепризнанным. И еще не было (и в США) приборов с зарядовой связью (ПЗС) — светоприемников с огромным квантовым выходом, не было огромного, нарастающего с каждым днем разрыва в качестве светоприемников и электроники вообще между

нашими и зарубежными обсерваториями. Тогда казалось, еще немного — и астрономическая столица мира вновь будет в нашей стране. Под руководством Арцимовича планировалось создание Объединенного научного совета при АН СССР по комплексной проблеме «Астрономия» (ОНСА).

После завершения монтажа телескопа прошли долгие пять лет, прежде чем осенью 1975 г. у него появилось зеркало, которое удалось сделать лишь со второй попытки (первая заготовка лопнула при охлаждении), причем качество его оказалось ниже ожидавшегося. САО, наверное, была единственной большой обсерваторией, которую изначально планировали снабдить одним инструментом, а ведь это все равно, что выпускать в море линкор без эсминцев. Работа над зеркалом продолжалась уже с участием сотрудников САО, и наконец из третьей отливки удалось сделать хорошее зеркало, которое летом 1979 г. успешно испытали на телескопе.

Что ж, хотя лучшие сотрудники САО надолго были практически оторваны от научной работы, и это сказалось в дальнейшем, телескоп получился неплохой. Полностью оправдались и ожидания, связанные с механикой и управлением: точность наводки и ведения телескопа была высокой, несмотря на азимутальную монтировку. Таким образом, советские астрономы получили величайший в мире — и хороший — телескоп; 30 % времени для работы на нем отдавалось сотрудникам САО, остальное по итогам конкурса заявок распределялось по всей стране.

ТРИ СОСТАВЛЯЮЩИЕ НЕУСПЕХА

Итак, телескоп получился хорошим, наблюдательные программы для него поставила вся страна, ради этого работала целая обсерватория, а результаты оставляли желать лучшего. На мой взгляд, существовали три главные причины. Прежде всего, дело в том, что эффективность телескопа определяется не только его качеством и диаметром зеркала, но астроклиматом и светоприемниками. В среднем в САО за год 400 наблюдательных часов, когда качество изображения не хуже 3", и лишь около 100 ч — с качеством выше 1,5"; а всего примерно 180 ясных ночей в год, что не так уж много (в лучших астропунктах мира их около 300); в результате для 80 % этого времени и большинства решаемых задач недостаточно хорошее качество изображения делает бесполезным огромный диаметр зеркала, хотя само оно концентрирует 90 % падающего

света в кружок диаметром 0,8". При наблюдении точечных источников (звезд, далеких галактик) эффективность телескопа пропорциональна диаметру зеркала и обратно пропорциональна угловому диаметру изображения звезды в фокусе, т. е. 6-метровое зеркало при качестве изображения в 3" позволяет регистрировать объекты той же звездной величины, что и 2-метровое — при качестве изображения в 1". К сожалению, эти теоретические соображения доказаны практикой. Так, во время последнего возвращения кометы Галлея ее обнаружили осенью 1984 г. одновременно на БТА и двух 1-метровых телескопах Средней Азии (на горах Санглок и Майданак, поскольку там астроклимат намного лучше, чем на Северном Кавказе), но, к сожалению, на два года позже, чем с помощью телескопов в Чили и Калифорнии.

Если 4-метровые телескопы оснастить ПЗС, накапливающими кванты света от слабых (далеких) объектов, то можно зарегистрировать объекты 28—29-й звездной величины. Это на три-четыре звездных величины выше, чем в приборах, где используют фотоземлюсии. На БТА ПЗС появились несколько лет назад и пока работают не лучше фотопластинок. В США даже астрономы-любители еще 10 лет назад перешли на ПЗС, превосходящие нынешние отечественные образцы.

Так или иначе, для наблюдения за предельно слабыми объектами необходимы наилучшие ПЗС, и их отсутствие на БТА — вторая причина неуспеха. Однако для значительного класса задач гораздо важнее большие размеры и дешевизна фотопластинок.

Малая (на мировом фоне) ощутимость результатов, полученных на БТА, объясняется еще и тем, что для большинства решаемых с его помощью задач и при реально имеющихся светоприемниках преимущества БТА нельзя использовать в полной мере. При хороших изображениях 6-метровый телескоп в области диаметром 12' может дать объем информации, не уступающей получаемой на 5-метровом телескопе, но задачи, требующие такого поля, на БТА почти не ставятся.

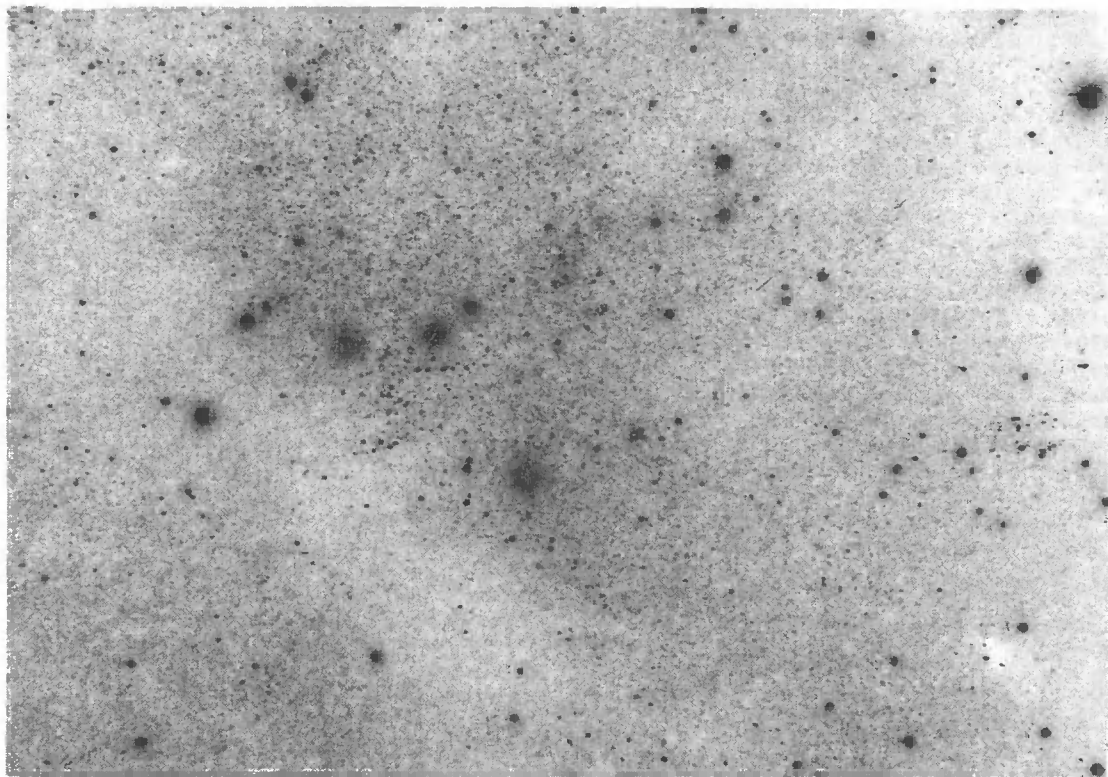
Не менее важной причиной относительной неэффективности БТА является и расположение обсерватории в глухом ущелье, в 40 км от книжного магазина и поликлиники, в 150 км от ближайшего театра, в 250 км от аэропорта, в 400 км от университетского города. Жизнь складывается так, что на выбор программ, за которые отвечает Комитет по тематике 6-метрового телескопа (КТШТ),

и тем более на реально выполняемые наблюдения все большее влияние оказывают научные интересы сотрудников САО. Это объясняется не только тем, что Комитет с большим вниманием относится к их заявкам, но и возможностью для сотрудников САО так распределить время наблюдений, что «своим» достается начало осени — когда наиболее высоки шансы на хорошее небо. Сотрудники других обсерваторий, обдумывая свои заявки, волей-неволей прикидывают, кому в САО была бы интересна их тема, — и не только потому, что тогда больше вероятность пройти через КТШТ, но и потому, что успех зависит от опытности и заинтересованности специалиста, сидящего за пультом, в кабине главного фокуса или у спектрографа. Как правило, это асы своего дела, но их немного, и у каждого свои конкретные научные интересы. Да иначе и быть не может, ведь речь идет о профессионалах, согласившихся жить в тяжелых условиях ради возможности — практически единственной в нашей стране — получать наблюдательный материал на мировом уровне.

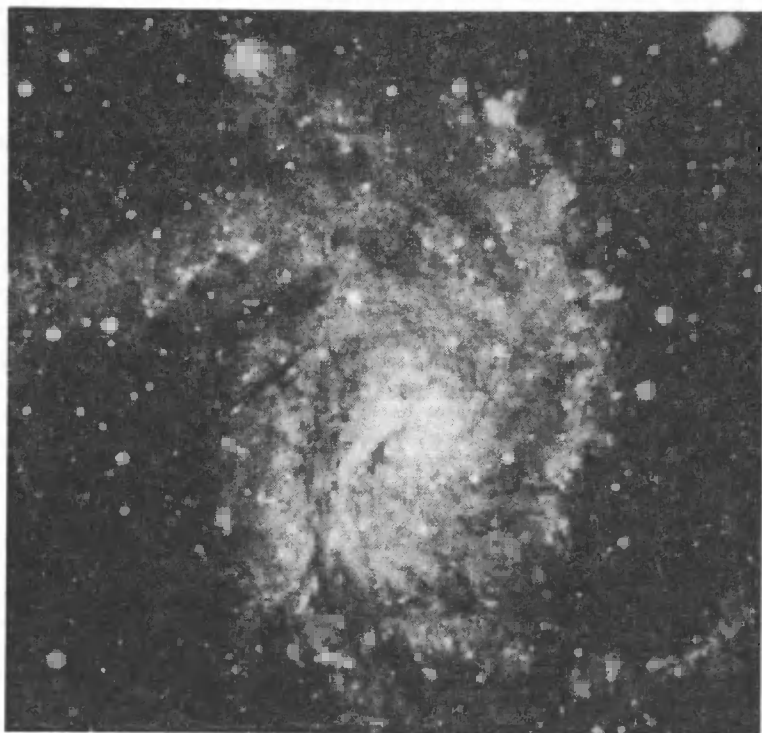
Четыре жилых дома стоят среди букового леса над грохочущей днем и ночью рекой, взор стеснен со всех сторон склонами ущелья, за которые быстро заходит солнце. Каждый день два автобуса поднимают до высоты 2070 м очередную партию инженеров и наблюдателей, и каждое воскресенье сотрудники САО устремляются за 40 км в станицу за продуктами. Приезжие живут в верхней гостинице у телескопа, и горе тем, кто не запасся провиантом, поскольку внизу, в столовой обсерваторского поселка можно получить только обед, а наверху — иногда и ничего.

Здесь чудесно провести две недели, терпимо — два месяца, но для безвыездной жизни приспособлены все же лишь фанатики астрономии и люди с тем же складом характера, что был у обитателей расположенного некогда поблизости монастыря. А попросту говоря, налицо все прелести гарнизонной жизни на удаленной «точке», проблемы изолированного коллектива. Как и в гарнизоне, директор обсерватории не просто начальник, но царь и бог: от него зависит работа, зарплата, трудоустройство жены, новая квартира, учеба детей, поездка в поликлинику...

Среди огромной массы технического персонала (из местных жителей), необходимого для автономной жизни городского уклада вдали от цивилизации, теряются полсотни астрономов и высококвалифицированных инженеров. Для этих людей их поселок —



Снимки галактик, полученные с помощью БТА.



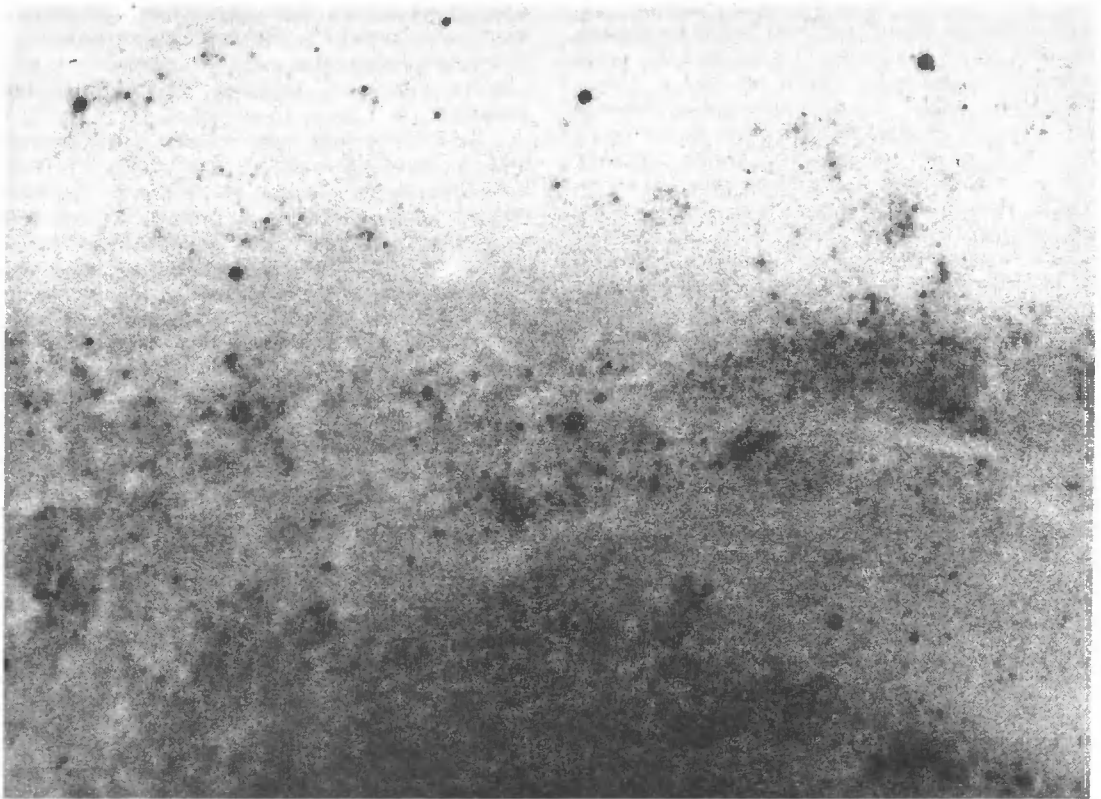
Вверху слева:

Участок спирального рукава галактики Андромеды, разрешенный на звезды до 23-й звездной величины. Среди них множество переменных звезд — цефеид, нуждающихся в дальнейших исследованиях для уточнения шкалы расстояний во Вселенной. 1984 г.

Участок спирального рукава галактики M81, пятеро более далекой, чем Андромеда. Видны лишь звезды большой светимости и звездные скопления, группирующиеся в гигантские комплексы, которые только начинают изучаться. 1986 г.

Вверху справа:

Еще более далекая спиральная галактика NGC 6946 со сложной системой спиральных рукавов, состоящих из комплексов, не разрешенных на звезды. Индивидуальные объекты в этой и тысячах других галактик еще не изучены. 1986 г.



это «шарашка», из которой не уйти (на астрономов малый спрос, да существует еще и проблема прописки). Неуклонно снижается духовный уровень и уровень человеческого общения, который ведь может быть и привлекательным в сплоченных изолированных коллективах энтузиастов. Отсюда и острые конфликты, отголоски которых не затихают и сейчас. Приход в 1985 г. нового директора, прекрасного прибориста, но «крутого начальника» В. Л. Афанасьева, не улучшил ситуацию. Вообще, руководству обсерватории не позавидуешь, можно только удивляться, что и телескоп работает, и бытовые проблемы худо-бедно решаются, и научная работа движется. О проблемах подмосковных научных городков писалось много, проблемы же «крепости науки» в ущелье Зеленчука стократ тяжелее: здесь не десяток институтов, а один, и не столица в 40 км, а станция, хотя и большая...

Но в результате преимущества, которые получают наблюдательные программы САО, не ведут к отбору наиболее адекватных для БТА задач; ведь хороших астрономов во всей стране по крайней мере раз в 20 больше, чем в САО.

КАК ПОМОЧЬ СПЕЦИАЛЬНОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ?

Помочь САО несомненно означает помочь и всей отечественной астрономии, поскольку пока и речи не идет о строительстве других больших телескопов. Прежде всего необходимо вернуть обсерватории утрачиваемый на глазах статус общенационального достояния. Помимо того, что БТА начинает де-факто все больше работать на сотрудников САО, надвигается опасность, что в нынешнюю эпоху приватизации и частной инициативы контроль над телескопом со стороны Академии наук вовсе будет утрачен. Обсерватория может начать жить припеваючи, продавая иностранцам, скажем, наблюдательное время и номера в живописной верхней гостинице (если, конечно, сумеет доставлять туда продовольствие). А ведь в свое время десятки миллионов выделялись на строительство САО в надежде на эффективное использование телескопа, соответствие наблюдательных программ его особенностям и научному потенциалу всей страны, а не только САО.

На втором месте (после САО) по полу-

чаемому на БТА времени наблюдений идет Бюраканская обсерватория, располагающая, однако, и собственным 2,6-метровым телескопом. На третьем месте Москва и Санкт-Петербург, где высококвалифицированных астрономов на порядок больше, но которые до сих пор не имеют телескопов крупнее 1,25 м. Отсутствие у астрономов из этих городов больших инструментов, несомненно, важная причина того, что продуктивность отечественной астрономии сравнительно невелика, даже с учетом незначительных вкладываемых в нее средств. В ней исторически сложилась беспрецедентная для любой другой науки ситуация, когда реальная власть более 30 лет принадлежала не центру, а периферии (причины и следствия этого — тема отдельного разговора), и, увы, оттенок провинциальности, «особого пути» лежит и на организационных решениях, и на некоторых наших достижениях... В столицах же просто больше специалистов и интенсивнее обмен идеями между ними — поэтому и больше рождается хороших идей, а вот ставить наблюдения негде, и это не «центрошовинизм», а констатация неоспоримости действия законов статистики.

Приведение организации дел в САО в соответствие с принятой во всем мире — единственный способ сравнительно быстро и дешево улучшить ситуацию. Надо вернуться к тому, на чем настаивал когда-то Копылов: жилье и лаборатории должны быть рядом с крупнейшим научным центром, скажем, в Троицке или Пулково. Тогда программа наблюдений на телескопе реально будет определяться ведущими астрономами всей страны. Возможно, и административно следовало бы подчинить БТА центральным астрономическим организациям. На горе и под нею должен жить лишь небольшой персонал из местных инженеров и техников, а команда специалистов — вылетать туда, сменяясь через один-два месяца. Это будет не дороже, чем гонять на гору автобусы ежедневно, а средства можно получить, продав, например, Нижний Архыз санаториям, гостиницам и турбазам.

Возможно, подобное предложение звучит фантастически, но ведь во всем мире только так и делают! Смена наблюдателей поднимается на Маунт-Паломар из пригородов Лос-Анджелеса, из Европы астрономы летают на телескопы Европейской южной обсерватории в Чили. Правда, уже ведутся и наблюдения за экраном дисплея, связанного через спутник с телескопом, но у нас это будет — если будет — нескорее, да и не для всех наблюдений подобный способ подходит. В менее острой форме эта проблема стоит

для КрАО, хотя там несложно добраться до Симферополя и аэропорта; жителям же Пулково и Бюракана, расположенных в предместьях больших городов, она вообще незнакома.

Астроклимат, увы, можно «исправить» лишь переносом БТА, и П. В. Щеглов (ГАИШ) давно предлагает перемонтировать его в Средней Азии (правда, делая это в форме, затрудняющей конструктивное обсуждение). Тогда эффективность телескопа резко бы возросла, и большую часть времени он смог бы работать действительно как 6-метровый; исчезли бы и проблемы, связанные с тем, что наблюдательное время, запрашиваемое на БТА астрономами у КТШТ, вчетверо превосходит реально имеющееся. Стали бы возможны и ИК-наблюдения, затрудненные значительной сыростью на Западном Кавказе. Однако вполне возможно, что разборка, перевоз и сборка телескопа на новом месте обойдутся дороже строительства нового (нужны точные расчеты). И все-таки без большого телескопа в Средней Азии на нашей астрономии можно ставить крест! Отрадно, конечно, что после 20-летних мучений астрономы Московского университета наконец-то вводят в строй 1,5-метровый телескоп на горе Майданак — но этого мало (да и сама Средняя Азия уже успела стать ближним зарубежьем).

УРОКИ БТА

Выводы, которые можно сделать из практики сооружения и работы величайшего в мире оптического телескопа, на мой взгляд, однозначны. Нелепо обвинять астрономов (а это делается в газетах), что, получив БТА, они не вывели нашу астрономию на ведущие позиции. «Если одна развитая страна отстает от другой в области науки, — гласит один из законов Паркинсона, — это, как правило, случается тогда, когда само правительство решает, что открывать ученым. Иными словами, когда слишком много денег тратится на конкретные проекты и слишком мало — на науку как таковую». В свое время, как я уже отмечал, деньги дали на очередную демонстрацию завоеваний социализма, на величайший в мире телескоп, а не на развитие астрономии. В начале 60-х годов, вскоре после установки в КрАО 2,6-метрового телескопа, покойный В. Б. Никонов, душа проекта, говорил, что деньги на кастрюлю дали, а сварить суп не с чем. То же повторилось и с БТА.

Наука в нашей стране достигала ми-

рового уровня, лишь когда создавались огромные субсистемы — с институтами в Москве, предприятиями на периферии, с полной независимой инфраструктурой, огромными капиталовложениями. Так было, например, с созданием ядерного оружия или полетами в космос. Но там, где не было военной «необходимости», таких субсистем и не могло возникнуть. Да и возникнув, они не смогли дольше, чем на десяток лет, удержать мировое первенство, будучи субструктурами тоталитарного государства.

В свое время В. Гейзенберг, входящий в высшие круги «третьего рейха», говорил своим коллегам, что тоталитарное государство имеет и свои плюсы: можно, например, убедить фюрера, что во славу германской науки следует соорудить величайший в мире телескоп. На что коллеги ему возражали, что директором телескопа может быть назначен плохонький астроном, лишь бы он был хорошим нацистом, — и телескоп окажется бесполезным. К счастью, в свое время САО избежала подобной участи, но среди важнейших решений, на которые обсерватория не могла повлиять, были и заведомо неверные.

Все дело в том, что астрономическое начальство прислушивалось к вышестоящему академическому руководству, а не к активно работающим астрономам. И поныне в нашей науке царит система ответственности только перед вышестоящими, когда правят выбирающие сами себя академики, не несущие обязательств перед научными коллективами. Это особенно сказывается на «малолюдных» областях науки, таких как астрономия или археология, где баланс интересов не выравнивается, как в физике, сотней членов Академии. Ключевые, определяющие на десятилетия развитие астрономии проблемы решали два или три академика-астронома. Лучшие же наши астрономы в свое время в Академию допущены не были: не хватало партийности или лояльности к начальству, в первую очередь к уже избранным в Академию². Будем надеяться, что РАН не пойдет по пути, пройденному АН СССР, — изменения к лучшему уже есть.

БУДУЩЕЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АСТРОНОМИИ

В мировой наземной оптической астрономии сейчас разворачиваются грандиозные проекты: оптическая интерферометрия и возможность с помощью сверхбыстродействующих ЭВМ исправлять вызываемые атмо-

сферной турбулентностью искажения изображений позволяют добиваться разрешения, ранее возможного лишь для внеатмосферной астрономии; применив совершенные ПЗС в точках с хорошим астроклиматом (прежде всего на Мауна-Кеа), специалисты смогли, например, разрешить на звезды шаровые скопления в галактике Андромеды на уровне слабых объектов 27—28-й звездной величины; уже зарегистрированы еще более слабые галактики (29^m — 30^m), оказалось, что их суммарная площадь больше, чем площадь чистого неба! Еще пять лет назад это представлялось делом фантастически далекого будущего, задачей, которая под силу лишь орбитальным телескопам. Сейчас стало ясно, что такие телескопы практически нужны лишь для работы в диапазоне задерживаемых атмосферой длин волн (рентгеновском, ультрафиолетовом, далеком инфракрасном), а обходятся они в 400 раз дороже наземных. Правда, обращающиеся на высокие орбиты и вокруг Солнца телескопы позволяют надежно определять расстояния до самых далеких галактик, что необходимо знать для точного вычисления постоянной Хаббла, возраста Вселенной и решения самой фундаментальной задачи науки — проблемы рождения Вселенной.

Надо сказать, что на Западе приоритеты при отборе первоочередных программ определяются с учетом мнения всех активно работающих астрономов. Так, комитет, возглавлявшийся президентом Американского астрономического общества Дж. Баколом, разработавший программу американской астрономии на грядущее десятилетие, использовал заключения более 300 специалистов, а сотни других исследователей (около 15 % астрономов США) участвовали в обсуждении³. Среди их планов — создание нескольких 4-метровых телескопов, на которые запрашивается 30 млн. долл. (Такой телескоп уже лет 20 составляет предел мечтаний отечественных астрономов.)

Но если даже план Бакола останется на бумаге, через пять лет будут работать уже два 10-метровых телескопа на Мауна-Кеа, батарея из четырех 8-метровых телескопов Европейской южной обсерватории в Чили и десяток телескопов с диаметром зеркала 7—8 м в местах с наилучшим астроклиматом, строящиеся сейчас в Японии, Германии, Англии, Италии, США. У нас же по-прежнему наибольшим будет 6-метро-

³ Подробнее см.: Ефремов Ю. Н. Американская астрономия в грядущее десятилетие // Природа. 1991. № 10. С. 107.

² Шкловский И. С. Эшелон. М., 1991. С. 138.

вый, два 2,6-метровых, к которым добавится 1,5-метровый (в лучшем случае, еще два таких). Мы вернемся к положению, едва ли не худшему, чем в 30—50-е годы, когда лишь несколько 1-метровых рефлекторов мы могли противопоставить американским 5-метровому и 2,5-метровому телескопам.

Вряд ли ситуация изменится при жизни нынешнего поколения отечественных астрономов. И тем не менее еще есть возможность остаться конкурентоспособными; необходим продуманный выбор наблюдательных программ, в частности таких, где акцент делается не на огромные зеркала или сверхчувствительные ПЗС-матрицы (что нам пока не под силу), а, например, на длительные наблюдения. Накапливая длинные ряды наблюдений нестационарных объектов, особенно в близких галактиках, почти не исследованных с этой точки зрения и вполне доступных 6-метровому телескопу (да и 1,5-метровому — при хорошем качестве изображения), мы тем самым упрочим базис наших знаний пространственно-временной протяженности Вселенной. К счастью, мир малоисследованных галактик, скоплений и туманностей огромен, и на нашу долю их всегда хватит; надо не гнаться за рекордами, а искать свою экологическую нишу в исследовании Вселенной. Та же туманность Андромеды (ближайшая спиральная галактика, подобная нашей системе Млечного Пути), по своей изученности сейчас сравнима с Афирикой в начале прошлого века. И так, работы хватит на всех, причем надолго⁴.

Сложные проблемы, встающие перед отечественными астрономами, можно решить лишь путем коллективного обсуждения, к которому необходимо привлечь всех активных исследователей. Думаю, тогда дискутируемые уже лет 10 планы строительства 25-метрового телескопа из составных зеркал будут пересмотрены. И дело не только в деньгах. Недаром американцы отказались от проекта 15-метрового телескопа и строят 10-метровый, предпочитая продвигаться более осторожными шагами.

К тому же, несколько телескопов с меньшим диаметром зеркала полезнее для астрономии, чем один гигантский (свет от них при необходимости можно суммировать, как это планируется сделать в Европейской южной обсерватории). А вот 4-метровый телескоп в Средней Азии построить просто необходимо, это наш долг перед будущими поколениями, иначе они, если и будут жить в условиях нормальной экономики, останутся без современных инструментов в хорошем астроклимате. Думаю, подобный проект может заинтересовать и международное сообщество астрономов, так как на этих долготях нигде нет больших телескопов.

Существуют, однако, и более трудные проблемы. Речь идет о зарплате астрономов, особенно молодых. Она давно уже ниже прожиточного минимума. Как известно, голодающий организм до последних минут сохраняет нетронутым свой мозг; не так ли должна поступать и начинающая голодать страна в отношении своей фундаментальной науки? Ведь именно ее достижения составляют подлинный предмет национальной гордости, да и залог будущего процветания. Все это особенно касается такой редкой специальности, как астрономы, кадры которых могут и не восстановиться. Сейчас во всей стране активно работающих астрономов меньше, чем в одной Москве зарегистрировано поэтов... Указ Президента России № 1 — о народном образовании — свидетельствует, что руководство страны проблему осознает, но, как говаривал Гамлет, «пока травка подрастет, лошадка с голоду умрет». Иными словами, преодолев нынешнюю полосу разрухи, реконструировав экономику, мы рискуем вернуться к разбитому корыту науки и все равно утратить статус великой страны.

А мир тем временем уйдет вперед, и это будет, несомненно, «Земля, где гигантские телескопы и синхротроны поглотят больше золота и вызовут больше стихийного восхищения, чем все бомбы и все пушки; Земля, где не только для армии исследователей, но и для «человека с улицы» животрепещущей проблемой будет отвоение еще одного секрета, еще одного свойства у частиц, у звезд или у организованной материи». Горько, если это волнующее предсказание Тейяра де Шардена никогда не станет для нас реальностью.

⁴ Ефремов Ю. Н. Препринт № 13. М.: ГАИШ, 1991; Он же. Очаги звездообразования в галактиках. М., 1989. Гл. 6, 8.

Н. Г. БАСОВУ — 70 ЛЕТ



14 декабря Николаю Геннадиевичу Басову исполнилось 70 лет. Редационный совет, редколлегия и редакция «Природы» горячо поздравляют юбиляра.

Николай Геннадиевич Басов — один из основоположников квантовой электроники. Им разработаны принципы генерации и усиления излучения квантовыми системами, физические основы стандартов частоты, основополагающие идеи в области полупроводниковых лазеров, лазерный метод нагрева плазмы для управляемого термоядерного синтеза. Он стоял у истоков исследований по химическим квантовым генераторам, провел цикл исследований по стимулированию химических реакций лазерным излучением. Научные заслуги Н. Г. Басова отмечены Нобелевской и Ленинской премиями, Государственными премиями СССР и золотой Ломоносовской медалью Академии наук.

В течение 20 лет Николай Геннадиевич возглавлял наш журнал, во многом способствуя росту его авторитета у нас в стране и за рубежом.

За вклад в пропаганду научных достижений и научно-просветительскую деятельность решением ЮНЕСКО Басову была присуждена премия Калинга 1986 г.

От души желаем Н. Г. Басову здоровья и дальнейших успехов в благородном и многотрудном деле служения науке и ее популяризации.

Синичкины хитрости

К. Н. Несис,
доктор биологических наук
Москва

В АНглии вскоре после второй мировой войны, когда жизнь стала налаживаться и молочники, как и прежде, по утрам оставляли бутылки молока у дверей домов, большие синицы (*Parus major*) научились протыкать клювом крышку из фольги и лакомиться сливками. Это открытие быстро стало достоянием больших синиц во всей Англии и ныне служит хрестоматийным примером изобретательности братьев наших меньших и их умения учиться друг у друга. У нас нет обычая оставлять бутылки молока у дверей, но в те же примерно годы, когда мясные продукты уже перестали быть редкостью, а холодильники в квартирах еще только появлялись, большие синицы обучились растрепывать авоськи с продуктами, вывешенные за форточки.

Как может возникнуть и распространиться такое «изобретение»? Этому вопросу были посвящены эксперименты Р. Котбауэр-Хельман из Института сравнительного исследования поведения им. К. Лоренца Австрийской АН в Вене¹.

В шесть вольер на открытом воздухе посадили по несколько больших синиц, выращенных в неволе и никогда не живших на свободе. В одной вольере синиц кормили из открытых молочных бутылок, в другой — позволяли смотреть, как это делают первые, а в четыре поместили птиц, никогда не видевших бутылок и не делали с ними следующий опыт.

В вольеру ставили по три бутылки, заполненных почти до горлышка белым песком, поверх которого лежал кружочек масла — любимого синичьего лакомства. Бутылки закрывали двойной крышкой из

фольги, поджатой к горлышку и закрепленной липкой лентой, и предоставляли синицам возможность знакомиться с новым предметом. В одной из этих четырех вольер одна синица сообразила-таки через полчаса проткнуть крышку клювом. В двух других это произошло через 10—12 ч, а в четвертой — и к концу опыта, длившегося 15 ч, ни одна птица этого сделать не сумела.

На способность птиц к «открытию» не влияли ни их пол, ни возраст, ни положение в социальной иерархии. Синицы действовали как бы по интуиции: обследовали бутылку, не пытаясь содрать или пробить крышку, а затем вдруг протыкали ее одним ударом клюва. Вторая синица появлялась на бутылке с уже пробитой крышкой не сразу, а через 45—90 с, третья — через 6,5—22 мин. В течение получаса все птицы в трех вольерах освоили новую кормушку. Однако далеко не все научились открывать бутылки самостоятельно: лишь две трети синиц в одной вольере и одна треть — в двух других сумели сами проткнуть крышку, хотя все уже ознакомились с бутылками. Зато в тех вольерах, где синиц кормили из бутылки или позволяли смотреть на кормящихся, задачу самостоятельно открыть крышку решили все, но лишь при условии, что их испытывали поодиночке.

Хотя способность первой открыть бутылку не связана с положением птицы в социальной иерархии, на уже открытой бутылке они кормятся в строгом порядке: доминирующая птица сгоняет с горлышка подчиненную. Может быть, именно поэтому все птицы, ранее видевшие бутылки, научились их открывать лишь в том случае, если опыты ставили с одиночками: птицы, занимающая подчиненное положение в группе, просто не осмеливается доста-

точно пристально обследовать бутылку, но если она уже кормилась из бутылки или видела, как это делают другие, да при этом доминант «не дышит в затылок» — задача оказывается разрешимой для всех.

Итак, новая традиция возникает чисто случайно, и кто первым решит задачу, зависит не от «анкетных данных». Но почему открывать бутылки научились именно синицы, а не воробьи, скворцы или голуби?

Ответ на этот вопрос дают опыты, которые провели на Куршской косе сотрудники орнитологической станции Зоологического института РАН А. В. Бардин и М. Ю. Марковец². Они экспериментировали с пухляком, или гаичкой (*Parus montanus*), — лесной птичкой, редко появляющейся в городах. Как и некоторые синицы (но не большая), пухляк в теплое время года запасает на зиму корм. Летом пухляки прячут в день по тысяче и более пищевых объектов, а в сезон (с весны до осени) — до полумиллиона общей массой до 15 кг (сама птичка весит 10—12 г). Но не может же маленькая птичка помнить сотни тысяч своих захоронков и учитывать, какие она уже очистила, а какие нет?

Чтобы выяснить, как отыскиваются синичьи запасы, исследователи прятали в сосновом лесу, где жили две оседлые стайки (девять пухляков и семь других синиц), семечки подсолнухов. Кучками от 5 до 100 штук их запрятали приблизительно на расстоянии 2 м среди сухих сучьев на высоте 1,5—2 м. Каждый вечер запасы проверяли: семечки исчезали довольно быстро, половина — за один-два дня, затем скорость исчезновения замедлялась. В среднем из 1 тыс. спрятанных семечек через 5 сут сохранялось 100, через месяц — 40, через 3 мес — 5. Чем больше семечек было в захоронке, тем скорее они исчезали, особенно вблизи кормушек, где птиц прикармливали теми же семечками, и там, где синицы чаще всего прячут корм, — в паузах сучков, трещи-

© Несис К. Н. Синичкины хитрости.
¹ Kothbauer-Hellmann R. // Zool. Anz. 1990. Bd. 225. N 5—6. S. 353—361.

² Бардин А. В., Марковец М. Ю. // Экология. 1990. № 6. С. 48—53.



Большая синица.

нах на коре, торцах сухих веточек. Кроме пухляков их растаскивали болотные гачки, хох-

латые и большие синицы, мыши и даже муравьи.

Следовательно, птички захоронки используют не только те, кто их сделал, и каждая

синичка поедает не одни лишь свои запасы. По мнению авторов, незнание мест расположения запасов не является существенной преградой для их использования, а знание — не гарантирует их монопольной эксплуатации. Запасы, по сути, принадлежат всем синицам данной оседлой стаи, или, как говорят орнитологи, «федерации» синиц. Но, конечно, птицы помнят свои захоронки и со временем научаются прятать корм в самых надежных местах. Однако и тут большую роль играет социальная иерархия: доминанты часто расхищают запасы молодых птиц, еще не имеющих собственной территории.

В основе использования своих и чужих запасов лежит неустанный поиск, непрерывное обшаривание всех мест, где можно ожидать найти пищу. А это свойственно всем синицам. Бесперывная активность и сочетание индивидуализма в поиске и запрятывании пищи с общительностью (стайки синиц, как правило, включают несколько видов, и зачастую не только синиц), переимчивостью и любопытством — вот причина их сообразительности.

А наиболее сообразительны именно большие синицы — недаром они лучше других синиц освоили города, исторически новую для птиц среду обитания.

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

Осуществленная мечта

История создания Неаполитанской зоологической станции

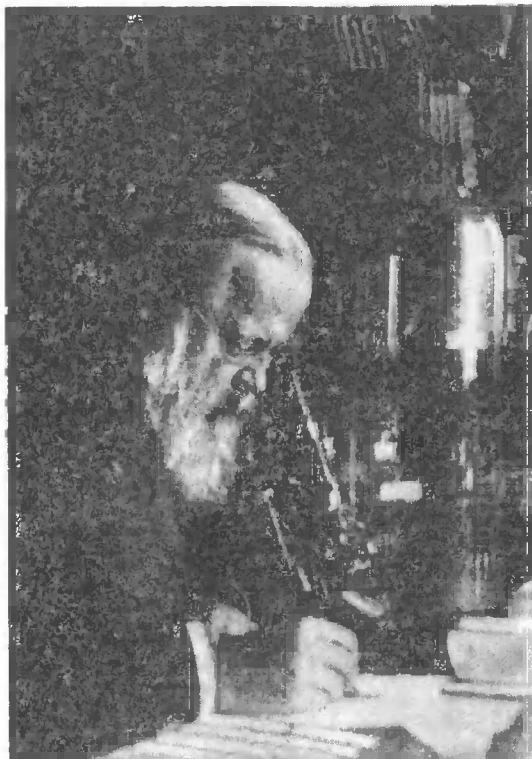
Е. Б. Музрукова,
доктор биологических наук

Л. В. Чеснова,
кандидат биологических наук
Институт истории естествознания и техники РАН
Москва

СУДЬБЫ в науке имеют сложную историю. Иногда объективный ход развития той или иной дисциплины или направления в значительной мере обусловлен научными контактами между людьми, разработавшими данную проблему.

История науки свидетельствует, что эти связи дают порой поразительный эффект, способствуя генерации новых прогрессивных идей и формированию «интеллектуальных центров» в определенной области знания. Особенно ярко это проявляется при изучении архивных документов, когда история персонифицируется и за безликими научными проблемами проступают живые лица тех, кто жил и творил много лет назад. Начинаясь ощущать себя причастным к их жизни, и сами проблемы, иногда сложные и запутанные, становятся понятнее, ближе, как бы одухотворяются человеческими отношениями.

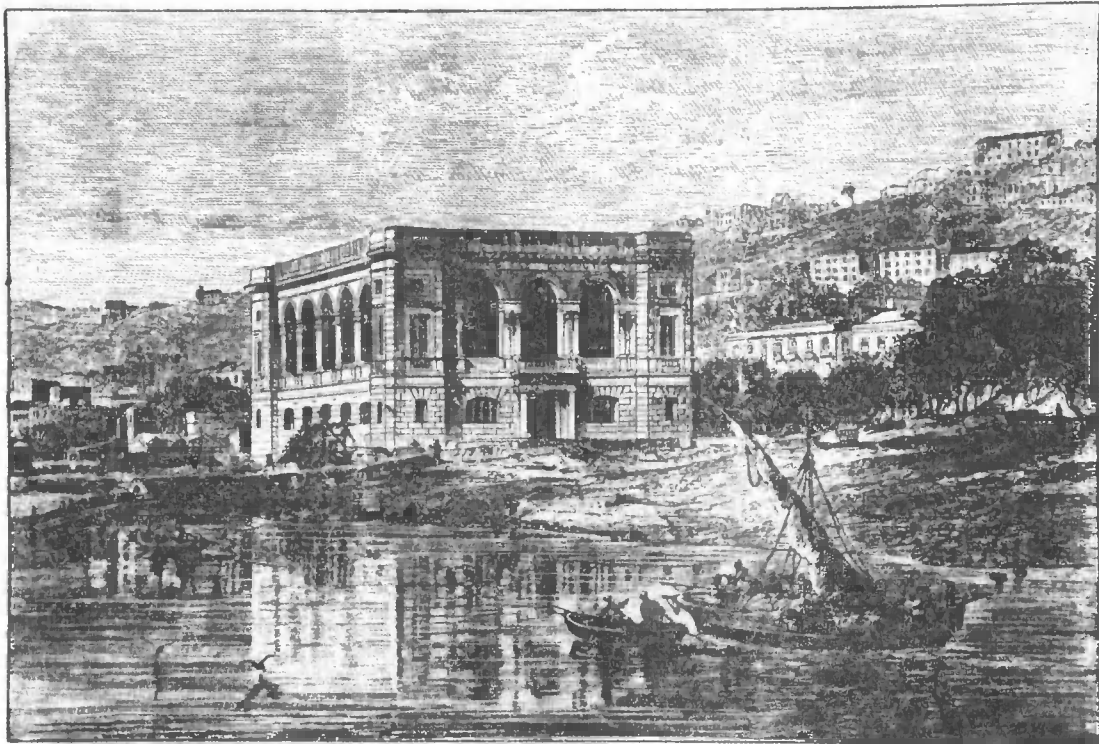
Именно об этом мы, двое историков биологии из Москвы, думали, находясь в командировке в Неаполе осенью 1991 г. Нам посчастливилось больше месяца работать в архиве Неаполитанской зоологической станции им. А. Дорна, первого международного центра биологических исследований, вписавшего блистательную главу в историю мировой зоологии. Сто с лишним лет (станция была открыта в 1877 г.) прошло со времени ее создания. Многое изменилось с тех пор и в Италии, и во всей Европе. Коренные трансформации претерпела биология, но «не распалась связь времен». В настоящее время станция не только крупный международный исследовательский центр, но и памятник выдающемуся зоологу и организатору науки Антону Карлу Дорну (1840—1909), создателю



Антон Дорн (1840—1909) — основатель Неаполитанской морской станции.

этого уникального учреждения и его первому руководителю (с 1870 по 1909 г.).

История создания Неаполитанской станции самым тесным образом связана и с историей отечественной зоологии, а потому представляет для нас особый интерес. Идея создания постоянно действующих стационарных лабораторий — «морских станций» — окончательно сформировалась в междуна-



Неаполитанская морская станция в 1875 г. (граюра).

родном зоологическом сообществе в конце 60-х годов прошлого века, а толчком для воплощения идеи стало ее обсуждение двумя молодыми зоологами — А. Дорном и Н. Н. Миклухо-Маклаем, которые вместе учились в Йенском университете у знаменитого Э. Геккеля. В 1868 г., собирая и обрабатывая в Мессине (Италия) материал для сравнительно-морфологических исследований морских беспозвоночных, они в очередной раз столкнулись с большими трудностями, вызванными отсутствием прибрежной стационарной лаборатории. В результате жарких споров друзья решили и пообещали друг другу организовать сеть биологических станций на морских побережьях всего мира. Принятое решение удалось осуществить, но не полностью. Миклухо-Маклай, увлекшись путешествиями, сумел стимулировать создание в России в 1871 г. лишь одной Севастопольской биологической станции, первым директором которой был А. О. Ковалевский.

Дорн взялся за организацию станции на побережье Средиземного моря. Довести задуманное дело до конца ему помогли не только широкая образованность и эрудиция, но и талант предпринимателя. Эти способно-

сти Дорн унаследовал от отца и деда, игравших большую роль в духовной и культурной жизни Германии.

Владельцы небольшой рафинадной фабрики в Штеттине, и дед, и отец Дорна испытывали к своей основной деятельности лишь вторичный интерес. Дед, Г. Дорн, увлекался ботаникой и был известным музыкантом-любителем. Отец, К. А. Дорн, прославился как энтомолог, к его советам прислушивался сам А. Гумбольдт. Не менее глубоки и обширны были его познания в литературе и музыке. Его близким другом был выдающийся композитор Ф. Мендельсон, ставший впоследствии крестным отцом Антона. Находясь с ранних лет в высокоинтеллектуальной среде, Антон, по его словам, унаследовал от своего отца «духовную проплазму»¹.

Для строительства станции Неаполь был выбран не случайно. Во-первых, Неаполитанский залив с его многочисленной и разнообразной морской фауной был доступен в течение всего года. В середине 60-х годов прошлого века многие известные зоологи уже работали в Неаполе по несколько

¹ Müller I., Groeben Ch. The Naples Zoological Station at the time of Anton Dohrn. Naples, 1975. P. 11—12.



Современное здание станции.

месяцев в году. Во-вторых, в Неаполе — богатом портовом городе — был сравнительно низкий налог на строительство, что имело немаловажное значение, так как никаких средств, кроме 30 тыс. талеров, переданных на строительство станции отцом, у Дорна не было.

С 1870 г. началась долгая и изнурительная борьба с отцами города за подписание контракта на строительство. Победа осталась за Дорном; согласно заключенному контракту под здание станции отводилось одно из красивейших мест в центре города на приморском бульваре, а само строительство освобождалось от налогов. Благодаря организаторскому таланту Дорна, его тесным связям с виднейшими учеными Европы, деятелями культуры, членами правительств задуманный проект получил материальную поддержку. Дорну удалось создать своеобразный неформальный фонд помощи, куда входили известные натуралисты — Г. А. Ф. Гельмгольц, Э. Г. Дюбуа-Реймон, Р. Лейкарт, Э. Геккель, К. Фогт, К. Зибольд и Ч. Дарвин; в переписке с последним Дорн находился многие годы, и его авторитет немало способствовал популярности детища

Дорна². Ряд европейских стран, в частности Россия и Германия, также оказали материальную помощь при строительстве станции.

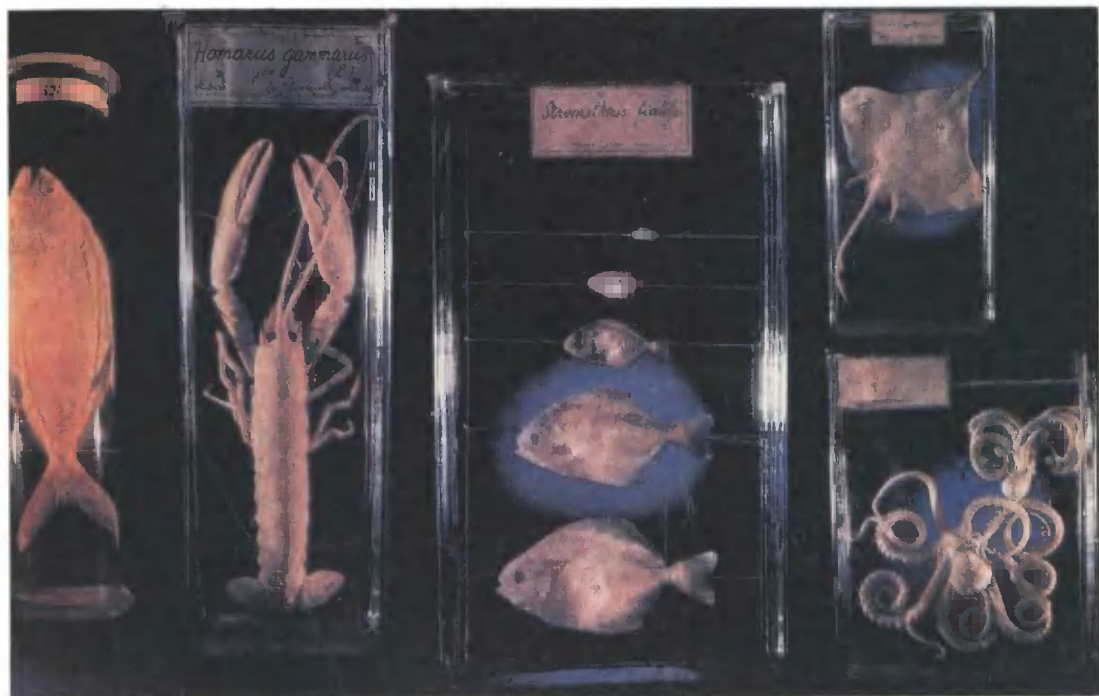
Свои усилия Дорн направил на путь разумного сочетания чистой науки и коммерции. В самом проекте станции было заложено коммерческое начало; мечтал Дорн о создании большого аквариума для публичных посещений, входная плата за которые должна была приносить умеренный постоянный доход. Сегодня уникальный, прекрасно оборудованный аквариум Неаполитанской станции передает неповторимую и таинственную прелесть подводного царства. Он известен каждому неаполитанцу, широко посещается и является достопримечательностью города.

Для укрепления финансового положения станции Дорн организовал изготовление на продажу демонстративных препаратов морских животных, их консервирование. Такие препараты выписывались в разные страны в больших количествах. В частности, в России не было университета, который бы не пользовался ими для проведения спецкурсов и практических занятий³.

Но главной статьей доходов, обеспе-

² Ch. Darwin — A. Dohrn. Correspondence. Napoli, 1982.

³ На с о н о в Д. Антон Дорн. Некролог // Изв. Импер. АН. 1909. Отд. оттиск. С. 107.



Музейная коллекция морских беспозвоночных, собранная зоологами в конце прошлого века.

чившей прочное финансовое положение станции и одновременно способствовавшей получению ею статуса независимого от всяких государственных структур учреждения, стала новая система организации научных исследований.

Дорн разработал так называемую систему столов, или рабочих мест, сдававшихся за плату на определенный срок не отдельным исследователям, а крупным научным центрам разных стран. Эта система, полностью себя оправдавшая, совершенствовалась Дорном на протяжении всей его жизни. Уже в начале века 38 университетов Европы и Америки арендовали рабочие столы на станции. Благодаря ходатайству К. Бэра, российское Министерство народного просвещения стало одним из первых арендаторов. Уже в 1874 г. за «русским» столом в Неаполе работал В. В. Заленский, талантливый эмбриолог, ученик И. И. Мечникова и А. О. Ковалевского.

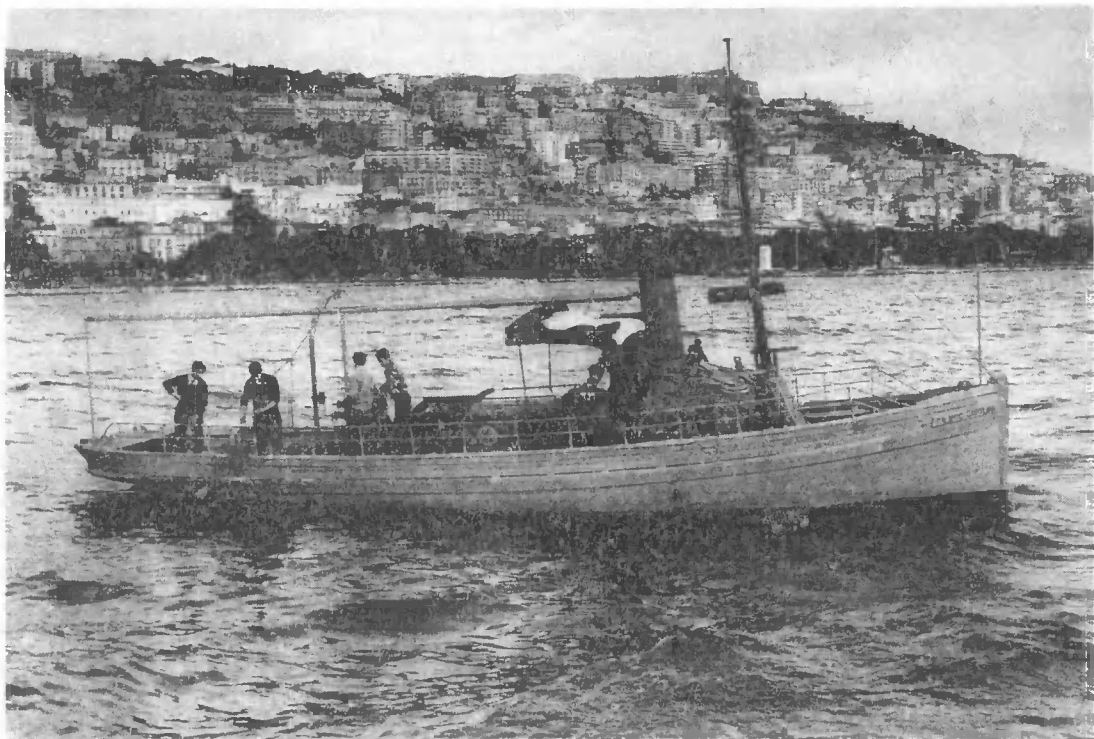
К концу 70-х годов строительство станции было завершено. Последним штрихом стала роспись стен конференц-зала, которая признана выдающимся памятником немецкой живописи XIX в. В этом зале проводи-

лись не только научные собрания, но и музыкальные вечера, его стены слышали многих выдающихся музыкантов. Эта славная традиция, заложенная Дорном, продолжается и в наши дни, поддерживая атмосферу одухотворенности и дружелюбия в коллективе.

Совокупность многих факторов — удобство расположения, богатство морской фауны, прекрасное лабораторное оборудование и, прежде всего, высочайший уровень научного общения — сделала Неаполитанскую станцию, по выражению Т. Моргана, Меккой биологов всего мира. Уже в конце XIX в. за «столом» ежегодно работали до 50 специалистов из разных стран.

Первоначально станция имела лишь зоологический отдел, затем был создан ботанический, а в 80-х годах — бактериологический. В начале XIX в. на станции были организованы отделы биохимии, иммунологии, физиологии и физической химии, что способствовало росту ее научного авторитета.

Научный авторитет станции в немалой степени обеспечивался и библиотекой, которая с момента создания стала уникальным хранилищем биологической литературы. Дорн в свое время договорился со всеми видными биологами, которые присылали в библиотеку копии своих статей и экземпляры вышедших книг. То же самое делали крупнейшие европейские издатели: К. Фишер в Йене, В. Энгельманн в Лейпциге. Лондон-



Старейшее научно-исследовательское судно, построенное в 1912 г., до сих пор незаменимый участник научной работы.

ское Королевское общество по просьбе Ч. Дарвина подарило Дорну дубликаты всех журналов и книг своей библиотеки. И в наше время прекрасно оборудованная, доступная для читателей библиотека и ее уникальный архив, основу которого составляет архив семьи Дорнов,— одно из лучших в мире собраний биологической литературы и материалов по истории биологии. В немалой степени этому способствует руководство станции и заведующая архивом К. Грёбен, поддерживающие авторитет истории науки, истории биологии, издавая серии монографий по истории связей станции с европейскими и американскими биологами.

В распоряжении Дорна в конце 80-х годов были уже два небольших паровых судна («Иоганесс Мюллер» и «Фрэнсис Бальфур»), которые использовались как плавучие научно-исследовательские лаборатории, а в 1905—1906 гг. на прекрасном острове близ Неаполя — Искии на средства одного из пайщиков станции А. Дэвиса была построена великолепно оборудованная вилла-лаборатория.

Дорн стремился всеми средствами осуществить свою программу по систематическому изучению фауны и флоры Средиземного моря и соседних водных бассейнов. В 80-е годы он уже имел колоссальный авторитет не только в научных, но и в правительственных сферах ведущих европейских стран, что позволило ему напрямую обратиться в департаменты Морского флота, в том числе в российское Морское министерство, с просьбой выделить наиболее достойных и образованных офицеров для обучения их коллекционированию и приготовлению препаратов. На предложение Дорна откликнулись Россия, Испания и Италия, которые выслали необходимую оплату за аренду рабочих мест для офицеров¹. Эти места получили название «naval table». В 1886 г., обращаясь к начальнику штаба Морского министерства России вице-адмиралу Н. М. Чахотьеву, Дорн писал: «Я буду весьма одолжен, если Ваше Превосходительство найдет возможность мне помочь в этом отношении, ибо это было бы дальнейшим шагом по упрочению международного характера Зоологической станции, и кроме того, биоло-

¹ Средняя плата за рабочее место на станции была 4 тыс. франков в год.

гической науке была бы оказана важная услуга, в особенности исследованиями той части океана, которая омывает берега России»⁵. Морские офицеры привозили богатейшие коллекции, которые передавались затем в зоологические музеи многих стран мира.

Уже в начале XX в. Зоологическая станция в Неаполе стала солидным международным научно-исследовательским центром со своими периодическими изданиями. В серии научных журналов (*Mittheilungen der Zoologischen in Neapel*), «*Zoologischer Bericht*»), основанной Дорном, публиковались не только исследования, выполненные на станции, но и наиболее интересные зоологические работы со всего мира. Фундаментальное многотомное монографическое издание «*Fauna und Flora des Golfes von Neapel*», снабженное оригинальными рисунками и издававшееся на протяжении многих лет, составило гордость станции. Таким образом, к концу жизни Дорна Неаполитанская зоологическая станция стала одним из самых популярных международных центров биологических исследований.

После смерти Дорна директором станции стал один из его сыновей — Рейнхард. Этот пост он занимал до 1954 г. Придерживаясь в управлении станцией традиций, заложенных отцом, Р. Дорн сумел без особых потерь пережить вместе с сотрудниками станцию две мировые войны, послевоенную разруху и при этом не только сохранить прежние связи с мировым научным сообществом, но и укрепить их, для чего требовались немалое мужество и твердость. Из переписки Р. Дорна с дочерью А. О. Ковалевского Лидией Александровной Шевяковой, хранящейся в Архиве Неаполитанской станции, видно, что главной задачей станции после первой мировой войны Р. Дорн считал восстановление интернационального научного общения. То, что станция являлась не государственным, а частным учреждением, должно было помочь ей в исполнении роли своеобразного посредника между воюющими сторонами. Эту задачу Р. Дорн с честью решил. Станция не только не потеряла, но и упрочила свой международный научный авторитет. С конца XIX в. до 70-х годов нынешнего на станции работали 16 лауреатов Нобелевской премии в области химии, а также физиологии и медицины.

Большую роль в развитии научных исследований на станции с самого ее основания играли российские исследователи. Этому способствовало стечение ряда объективных

и субъективных факторов. Русские зоологи были пионерами и новаторами в области эволюционной сравнительной эмбриологии. Безоговорочно приняв теорию Дарвина, они уже в середине 60-х годов сумели создать основы эволюционной сравнительной эмбриологии, которая до классических работ Ковалевского и Мечникова не существовала как научное направление.

В области эмбриологии беспозвоночных к началу 60-х годов прошлого века был накоплен обширный фактический материал, который не удавалось объединить общей идеей. Поэтому работы Ковалевского 60-х годов обогатили эмбриологию поистине революционирующими представлениями о строении зародышевых листков, которые затем были популяризированы теорией «гастрем» Геккеля. Открытия Ковалевского, относящиеся к развитию ланцетника и асцидий, доказывавшие общность происхождения беспозвоночных и позвоночных животных, вначале вызвали недоверчивое отношение.

Однако Ковалевский работал не покладая рук. Начиная с 1865 г. до конца 80-х годов он ежегодно публиковал несколько исследований по эмбриологии беспозвоночных, выполненных на высочайшем уровне. Большинство его ранних работ было сделано в Неаполе еще до открытия станции. В конце 60-х годов к нему присоединился Мечников, работавший на иглокожих и низших беспозвоночных — губках и кишечных. Уже к 80-м годам прошлого века основы сравнительной эволюционной эмбриологии были окончательно сформированы. Все наиболее существенное было сделано Ковалевским, Мечниковым и их учениками, работавшими в основных научно-исследовательских центрах России при ведущих университетах: Петербургском, Московском, Новороссийском, Казанском. К этому времени появились первые сводки по сравнительной эмбриологии. За исследование подробностей и уточнение деталей эмбриогенеза основных групп беспозвоночных взялась целая «армия» исследователей, как в России, так и в Европе. Вопросы сравнительной эмбриологии стали модными. В России это выражалось, например, даже в процессе отбора кандидатов на поездку в Неаполь. В 80-е годы Министерство народного просвещения в первую очередь удовлетворяло запросы тех, кто занимался эволюционной эмбриологией, затем тех, кто изучал сравнительную анатомию и морфологию и, наконец, в последнюю очередь — интересующихся систематикой и прочими проблемами.

Однако был в Европе человек, который с самого начала всем сердцем сочувст-

⁵ Архив Неаполитанской зоолог. станции. GL VI 52, Russland (1874—1887).



Подводные наблюдения — один из основных методов исследовательской работы на станции.

вовал и всячески поддерживал исследования русских эмбриологов вне зависимости от «моды». Этим человеком был Антон Дорн, чьи собственные научные интересы и увлеченность эволюционной теорией удивительным образом совпали с интересами Ковалевского и Мечникова.

В 1875 г. вышло в свет сочинение Дорна, в котором он сформулировал так называемый принцип смены функций, сохранивший свое значение до настоящего времени⁶. Дорн, верный последователь Дарвина, четко

поставил вопрос об эволюционном значении соотношения строения органов с их функцией. Ни Дарвин, ни Ковалевский не посвятили этой проблеме специальных сочинений, поэтому эта работа Дорна была поистине новаторской и встретила живой отклик.

Дарвиновская идея единства животного царства воодушевляла и объединяла Дорна и его русских коллег, при этом Дорн всегда признавал приоритет русской эмбриологиче-

⁶ D o h r n A. Der Ursprung der Wirbelthiere und das Princip des Functionswechsels. Genealogische Skizzen. Leipzig, 1875; в русск. пер.: Дорн А. Происхождение позвоночных и принцип смены функций / Пер. под ред. И. И. Шмальгаузена. М., 1937.



Подводный мир Неаполитанского залива, экспонируемый в Аквариуме станции.

ской школы в решении эволюционно-эмбриологических проблем. Долгие годы «русская колония» на Неаполитанской станции пользовалась непрерываемым авторитетом, а со всеми ее членами Дорн состоял в постоянной дружеской и деловой переписке. В архиве станции бережно сохранены письма А. П. Богданова, В. Н. Ульянина, М. М. Усова, В. В. Заленского, М. В. Остроумова, А. А. Коротнева, Н. Ф. Кащенко, А. Щепотьева и других известных отечественных зоологов, составивших славу русской науки. Переписка Дорна с семьей Ковалевского стала многолетней доброй традицией.

«Русская колония» занимала исключительное положение и по чисто семейным обстоятельствам: брак А. Дорна с Марией Барановской, русской по происхождению, способствовал развитию связей с русской наукой и культурой. Эти связи были упрочены и вторым поколением Дорнов. Р. Дорн также женился на русской — Татьяне Живаго, соединенный самыми тесными узами со многими семьями московской интеллигенции.

В доме Дорнов говорили и писали по-русски. Поэтому русским на Неаполитанской станции были всегда по-особому рады.

Свое восхищение Зоологической станцией и научно-организационными проектами А. Дорна неоднократно выражал в своих письмах А. П. Богданов, глава московских зоологов, выдающийся организатор российской науки. В 1881 г. он писал Дорну: «...если я кому и завидую, так только Вам, которому удалось устроить в Неаполе царство небесное на земле для зоологов и окружить себя и их всем, что можно только пожелать. Я был скептиком по поводу Вашего аквариума, но, увидев его, стал Вашим искренним почитателем, и потому рассчитывайте всегда на меня во всем, чем я только могу Вам пригодиться...»⁷

Насколько чтили и уважали Дорна в России, свидетельствует тот факт, что в 1897 г. в связи с 25-летием станции ему был вручен диплом почетного члена Московского университета. Значение этого факта сам Дорн видел не столько в оценке его личной дея-

⁷ Архив Неаполитанской станции. Фонд А. П. Богданова. Письмо от 6 марта 1881 г.

тельности, сколько в выражении намерения Московского университета покровительствовать связям русских ученых с Зоологической станцией.

К сожалению, в 1917 г. эти связи были фактически прерваны.

Советское правительство отказалось оплачивать аренду столов (к тому времени на станции было уже четыре «русских» стола). Те немногочисленные контакты, которые существовали между станцией и отдельными русскими учеными в 20-е годы, были обусловлены личной договоренностью Р. Дорна и Н. П. Горбунова, вице-президента ВАСХНИЛ, а затем главного ученого секретаря Академии наук СССР.

В 1925—1926 гг. после многочисленных хлопот удалось организовать поездку в Неаполь на шесть месяцев В. Т. Шевякова, выдающегося зоолога, в те годы возглавлявшего Институт зоологии при Иркутском университете. Его поездка была связана с подготовкой к изданию 37-го тома «Fauna und Flora des Golpes von Neapel», посвященного радиоляриям, изучению которых более 10 лет жизни отдал Шевяков, почему его и сделали редактором-составителем этого тома. Несмотря на то, что этот факт означал признание отечественной науки, Горбунову пришлось преодолевать множество препятствий, прежде чем Шевякову в 1925 г. разрешили выехать в Неаполь. Одновременно Горбунову удалось на несколько лет продлить аренду «русских» столов. В 1927 г. благодаря его невероятным усилиям, на станции удалось поработать несколькими зоологам — В. Г. Хлопину, В. Н. Беклемишеву, Л. А. Зенкевичу, Н. А. Иванцову. Жизнь Н. П. Горбунова, мужественно отстаивавшего интересы науки, трагически оборвалась в 1937 г. После 1929 г. за «русскими» столами в Неаполе не работали русские, этих столов больше нет. Связи, которыми так дорожил Дорн, оборвались⁸.

Разбирая в архиве станции письма А. П. Богданова, мы нашли одно, которое поразило нас созвучием нашим трудным дням. Очевидно, во все времена бюрократия невнимательна к проблемам фундаментальной науки, и в прошлом веке русские чиновники крайне скупно отпускали средства на нужды исследователей. Богданов очень переживал за своих учеников и всячески стремился помочь им. Он писал Дорну: «Се-

годня у нас модное слово — экономия и еще раз экономия, и не на предметах шика и шампанском, а на «бедном детище» — науке. Наука не пользуется успехом в нашем обществе, а правительство мирится с этим положением... Где теперь наши меценаты и благодетели? Они жертвуют, но не на научные цели, думая, что у нас и так слишком много науки, музеев и прочего, что все это лишь шикарные штучки⁹. Кажется, что это написано сегодня.

Надо сказать, что первая брешь в научной изоляции отечественных биологов от Неаполитанской станции была пробита в 1959 г., когда группа сотрудников Севастопольской биологической станции посетила Неаполь. Теплую и торжественную встречу русским коллегам устроили Петер Дорн — внук Антона Дорна, тогдашний директор станции, и его отец Рейнхард Дорн, который уже был на пенсии.

После Р. Дорна управление станцией перешло к административному совету, в состав которого входит директор станции, возглавляет совет президент, избираемый на четыре года. Система столов осталась прежней, но исследования ведутся по комплексным научным программам.

Нынешнее руководство станции — ее президент Г. Сальваторе и директор Л. Карриелло — хорошо понимает роль, которую русские зоологи сыграли в формировании научных традиций станции. Именно поэтому они поддерживают контакты с историками науки, с помощью которых надеются воссоздать историю станции. В этой истории «русская» глава по праву займет одно из первых мест¹⁰.

Несмотря на все перемены и в мире, и на самой станции, незывлемыми остались каноны международного научного сотрудничества во имя бескорыстного служения истине, утвержденные Антоном Дорном. Все это живет, поддерживая ту духовную связь, которая и обеспечивает развитие науки.

⁹ Архив Неаполитанской станции. Фонд А. П. Богданова. Письмо от июня 1884.

¹⁰ В настоящее время добрые традиции любви к России, ее науке и культуре бережно сохраняются дочерью Р. Дорна — Антониейтой. Как биохимик, она долгие годы проработала на Неаполитанской зоологической станции. Выйдя на пенсию, она уделяет много внимания и сил пополнению библиотеки и архива станции, сохраняет связи с московской ветвью семьи Дорнов. Авторы благодарны ее представителю А. А. Овчинникову за предоставленный иллюстративный материал.

⁸ В 1989 г. министры охраны природы Италии и СССР Дж. Руффоло и Н. Н. Воронцов подписали соглашение о восстановлении «русского» стола на станции. В 1990 г. в Совет распорядителей станции введен профессор Московского университета В. В. Малахов.

Визитная карточка монголов

Э. М. Мурзаев,
доктор географических наук
Институт географии РАН
Москва

В стране, где ясными лучами
Живое блещут небеса,
Есть между морем и горами
Земли роскошной полоса.

А. К. Толстой

ПРИВЕДЕННЫЕ в эпиграфе строки посвящены любимому всеми Крыму — полуострову с уникальными природными ресурсами и богатейшей историей. А многие ли знают, когда и откуда пришло название полуострова Крым, что оно означает и какие события отразились в этом коротком слове? На эти вопросы историки, языковеды и географы пытались ответить на протяжении двух веков, но так и не пришли к единому мнению. Поскольку новое — это хорошо забытое старое, вспомним эту долгую дискуссию.

Топоним «Крым» исторически молод. Еще до новой эры греки, имевшие на полуострове процветающие колонии, называли его Киммерией — по названию племен, населявших северо-восточное побережье. (Это звучное имя ныне встречается в поэтических произведениях и особенно часто в стихах М. Волошина.) Керченский пролив тогда именовался Боспором Киммерийским, в отличие от Боспора (ныне Босфора), соединяющего Черное и Мраморное моря.

На смену Киммерии приходят Таврика, Таврида. Эти названия происходят от имени народа тавры, населявшего побережье от Керченитиды (Евпатория) до Керченского п-ва. В начале нашей эры греки называли Крым Херсонесом, т. е. просто полуостровом, так же как и город, развалины которого хорошо сохранились близ Севастополя. Византийский историк Константин Багрянородный (X в.), перечисляя в своем классическом труде «Об управлении империей», многие известные ныне географические названия Крыма, нигде не упоминает этого слова, но знает Хазарию (Газарию), куда входили и равнины Северного Крыма, Тагнаис (Дон)¹. Таким образом, до вторжения

золотоордынцев (монголо-татар), которое началось в XIII в. (первый набег на Судак датируется 1223 г.), современное название полуострова было неизвестно.

Когда же оно появилось? Один из первых исследователей полуострова Крым академик П. И. Кёппен еще в 30-х годах прошлого века привел такие факты из исторической хроники г. Солхат (Старый Крым): 1284 г. — существует монета крымская, 1436 г. — венецианец И. Барбаро подтверждает, что жители г. Солхат называют его Крымом².

Известно, что золотоордынцы обосновались в Солхате во второй половине XIII в. Монеты начали чеканить здесь, по-видимому, несколько ранее 1284 г. (в Старом Крыму сохранились развалины монетного двора).

В русских источниках топоним Крым начинает упоминаться значительно позже. По свидетельству известного тюрколога В. Д. Смирнова (1887), Крым в «наших летописях становится обычным, заурядным лишь к концу XV в.». Чуть раньше он появляется у турецких авторов, которые обычно территорию полуострова именуют Кипчакской степью. По сообщению некоего Мюнедджима-баши, приведенному Смирновым, «дети же Мухамед-султана... царями Крыма называются и по той причине, что Мухамед-султан... избрал Крым столицей государства»³. В этих же источниках первые чингисиды именуются не только татарскими ханами, но и ханами крымскими.

Многие из тех, кого занимает история Крыма, конечно же, интересуются значением этого топонима. В книге немецкого

© Мурзаев Э. М. Визитная карточка монголов.

¹ Константин Багрянородный. Об управлении империей. М., 1989.

² Кёппен П. И. Крымский сборник. О древностях Южного берега Крыма и гор Таврических. СПб., 1837.

³ Смирнов В. Д. Крымское ханство под верховенством Османской Порты до начала XVIII в. Т. 1. СПб., 1887.



Развалины Херсонеса, сохранившиеся близ Севастополя. В начале нашей эры греки называли весь Крым Херсонесом, т. е. просто полуостровом.

профессора Тунманна из г. Галле «Крымское ханство», впервые вышедшей еще в 1784 г., имеется такая фраза: «Название Крым (крепость), которое сделалось названием и всего полуострова, получил он при татарском владычестве»⁴. Об этом же значении топонима Крым позже вспоминают и другие знатоки полуострова — уже упомянутый Келпен (1837), Ф. Хартахай (1866), А. Гаркави (1876), ссылаясь на некоего Форстера. Однако во всех этих источниках отсутствуют инициалы путешественника с этой фамилией. Известны два Форстера — отец и сын, Иоганн и Георг. Наиболее именит Георг, годы жизни которого (1754—1794) совпадают со временем выхода книги Тунманна.

Еще один знаток истории, этнографии и географии Крыма В. Х. Кондараки (1875) предлагает три версии происхождения этого топонима: от татарского слова *хырым* (поражение), *чжагатайского кырым* (подарок), *тюркского хырымлар* (возвышенные места)⁵.

Уже упомянутый Смирнов считает все эти этимологии сомнительными. По его мнению, в *чжагатайском языке кырым (крым)* означает вовсе не «подарок», а «ров, яма, окоп». Поскольку в древнем Солхате на холме действительно имелся ров, именно эта версия происхождения топонима Крым была принята многими историками полуострова и получила отражение в научной и популярной литературе.

Но еще раньше крымский грек Ф. Хартахай, знавший татарский язык, предлагал другие объяснения происхождения слышанной им от местного населения формы *кырым* (именно она приводится в известном «Словаре тюркских наречий» В. В. Радлова): от арабского слова, означающего «благодарить», — это объяснение отвергалось всеми последующими исследователями — и от монгольского *саган керем* (белая стена)⁶. Так монголы называли у себя на родине в Центральной Азии Великую Китайскую стену — монгольское прилагательное *саган* (*цаган*) означает «белый». Хартахай предположил, что монголо-татары перенесли в Крым знакомое название потому, что Яйла, протянувшаяся вдоль Южного берега, стала

⁴ Тунманн. Крымское ханство. Симферополь, 1936.

⁵ Кондараки В. Х. Универсальное описание Крыма. Т. 1. Ч. 1—2. Спб., 1875.

⁶ Хартахай Ф. // Вестник Европы, первый год. Т. 2. Спб., 1886.



Генуэзская крепость в Судак. Первый набег золотоордынцев на этот город датируется 1223 г.

настоящей стеной, через которую они не смогли проникнуть на побережье.

Мысль о близости топонима Крым к монгольскому названию Великой Китайской стены, на первый взгляд, искусственна. Однако автору этих строк она кажется наиболее плодотворной. И вот почему.

Дело в том, что все, кто пытался объяснить этимологию слова «Крым», ограничивались в основном тюркской лексикой. (Кстати сказать, в полном «Словаре тюркских наречий» Радлова не приводится слова кырым, означающего «ров, канава». Тем самым наиболее распространенное объяснение названия Крым с помощью этого слова отпадает.) Обратимся к языку монгольскому. Именно в нем и сегодня существуют термины, отвечающие топониму Крым как в фонетическом, так и в семантическом отношении.

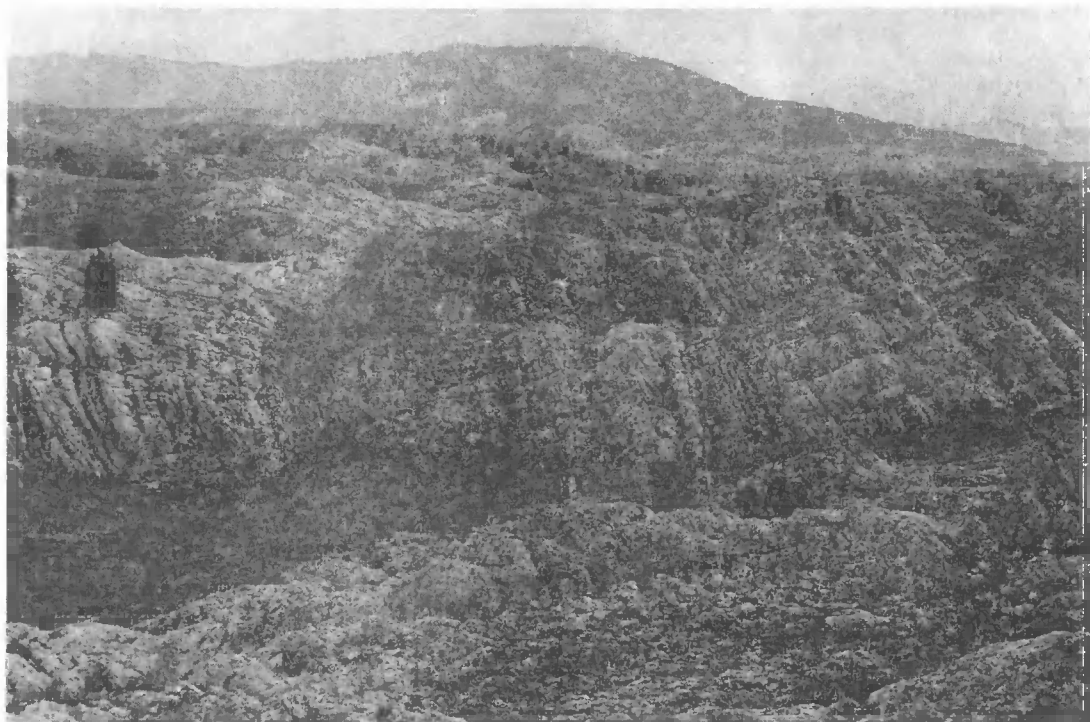
Слова керем, хэрэм, кырым широко распространены в топонимии Центральной Азии, и означают они примерно одно и то же — «высокая стена». А старописьменный монгольский аналог, из которого, думается, нужно исходить в данном случае, имеет несколько значений: «стена, ограда, вал, город». Он, в свою очередь, заимство-

ван монголами из лексики тунгусо-маньчжурских языков, где сходные по фонетике слова тоже означают городскую или крепостную стену, вал.

Крайне любопытны в этой связи показания сибирского казака Ивана Петлина, первого (из известных) русского путешественника, попавшего в Монголию и Китай в 1618 г. Приведу краткую выдержку из его описания: «И шли они Широмугалскою землей 4 дни и пришли оне в Китайское государство, словет Крым, зделана стена каменная, в вышину сажен с 15»⁷. Таким образом, Хартахай был близок к истине, хотя и не смог доказать «родства» между названиями Великой Китайской стены и Крымского п-ова.

Монголы, появившиеся в Средней Азии и Казахстане, Поволжье, на Украине, принесли из Центральной Азии свои географические названия, сохранившиеся как памятники древнего исторического прошлого. Так что Крым здесь не одинок. Недаром известный востоковед В. Минорский отмечал в своей статье о топонимии Курдистана: «Иллюстрации всех исторических событий от ассирийцев до наших дней можно увидеть в мест-

⁷ Покровский Ф. И. // Изв. отд. русск. яз. и словесности АН. 1913. Т. 18. Кн. 4. С. 257—304.



Крымская Яйла. Эта горная гряда вряд ли могла стать преградой, через которую монголо-татары не смогли проникнуть на побережье.

Фото А. В. Ены

ных названиях. Из всех следов, оставленных в этой области разными народами, я выбрал для изучения забытые и еще не обсуждавшиеся монгольские элементы. Они поражают воображение, когда представишь себе, что родина находится за 3 тыс. миль к востоку от озера Урмия и их не очень долгое господство в этом краю окончилось 600 лет назад⁸. И в этом районе монголы появились в XIII в. и уже застали хорошо разработанную топонимию, своими корнями уходящую в античное время. Однако монгольские топонимы, в ряде случаев заменив старые названия, сохранились по сей день.

Однако у чисто монгольского происхождения топонима Крым имеются современные критики. Так, лингвист А. В. Суперанская считает, что в Европе формы *Grimee*, *Grimea*, *Krimenda*, *Krumena* были известны в течение 2,5 тыс. лет. В своей статье она отмечает: «Не исключено, однако, что топоним Крым, Крум, Кырым, Хырым,

Кыыр присуща и кельтским, и монгольским языкам... Действительно, и в английском и в валлийском имеются слова, очень похожие по фонетике на крым: *crumel* (англ.) — небольшая делянка, *crum* (валл.) — выдвинутый, сгиб и т. п.»⁹

В таком случае нужно, по-видимому, признать, что язык тавров, живших на полуострове в I тысячелетии до н. э. был близок к кельтскому. Но повторю, что до XIII—XIV вв. весь Крымский п-ов был известен как Таврический. И если в Европе топонимы с морфемой *крым* (*крум*, *кырым*) были известны в течение 25 веков, то почему же они были начисто забыты, а вспомнили их только в XIII—XV столетиях? Почему и греки, и римляне, и византийцы не восприняли топоним в «европейском обличье»? Автор этих строк все же склоняется к мысли, что топоним Крым — свидетель монгольского господства на полуострове. Упомянутый уже Минорский назвал монгольские топонимы их «визитной карточкой». Вот и Крым — визитная карточка монголо-татар.

Из всего сказанного можно сделать следующие заключения. Монгольский термин *керем*, *хэрэм*, *хэрым* широко представ-

⁸ Minorsky V. // Bulletin of school of oriental and African studies university of London. 1957. V. 19. N 1. P. 58—81.

⁹ Суперанская А. В. // Мовознавство. 1971. № 4. С. 35—40.

лен в географической номенклатуре. Он означает высокую, мощную стену, воздвигаемую в Центральной Азии, как правило, для оборонительных целей. Это могли быть крепостные или городские стены — вот почему Иван Петлин называл Великую Китайскую стену «Крым». И вряд ли этот термин можно считать географическим названием, как это делал Хартахай.

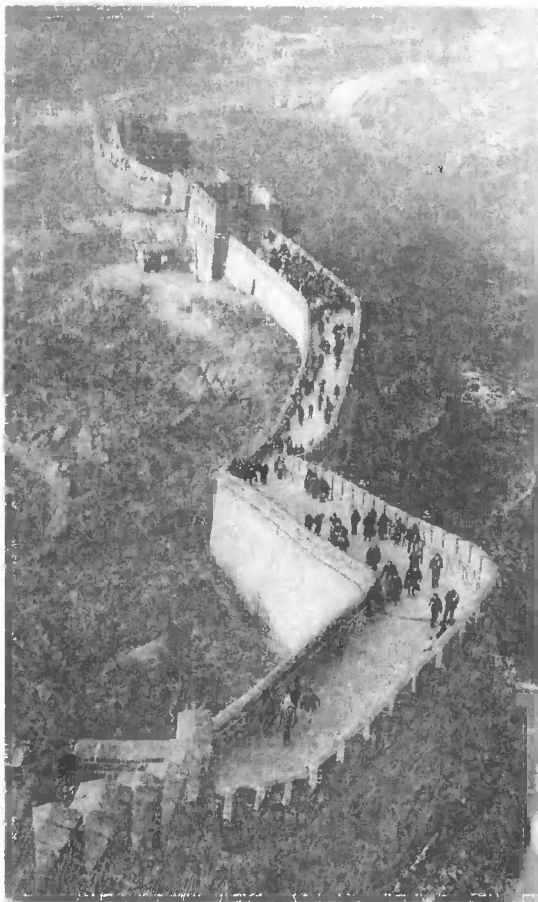
Монголы, появившиеся в Тавриде в XIII в. и обосновавшиеся в Солхате, нарекли его словом керем скорее всего потому, что обнаружили здесь древнюю крепость или ее остатки в виде крепостной стены. С течением времени нарицательное слово приобрело значение собственного географического названия.

Остается теперь сказать несколько слов о том городе, который дал название полуострову, и почему произошла эта «экспансия» термина.

Все исследователи, занимавшиеся происхождением топонима Крым, сходятся в одном — первоначально он заменил название г. Солхат (Старый Крым). Приведем еще одно свидетельство: известный востоковед В. В. Бартольд (1965) подчеркивает, что «название полуострова Крым неизвестного происхождения получил сначала в XIII в. город Солхат, ныне Старый Крым, тогда резиденция монгольского наместника»¹⁰. Историк А. Л. Якобсон считает, что этот топоним в свою очередь происходит от армянского Сурб хач (святой крест), поскольку еще до монгольского владычества в городе имела сильная армянская колония, христианский монастырь и храм¹¹. И хотя по поводу этимологии Солхата также велись многочисленные споры, это название, скорее всего, домонгольское, дотюркское. Можно предположить, что в него вошел древний термин хат (кат), который на многих языках Евразии означал «жилище, дом, город, крепость». След его сохранился в украинской лексеме «хата».

Почему же слово «Крым» из названия первой столицы Крымского ханства было перенесено на название всего государства и полуострова и заменило древнее «Таврида»? Секрет здесь, видимо, прост: государства часто именуются по стольному городу. Примеры тому — Рим, Карфаген, Венеция, Бухара и современные ныне Марокко, Алжир, Люксембург.

И еще одна деталь. Солхат, превратившись сначала в Кырым (Крым), позже



Великая Китайская стена, называемая монголами «кырым» или «крым».

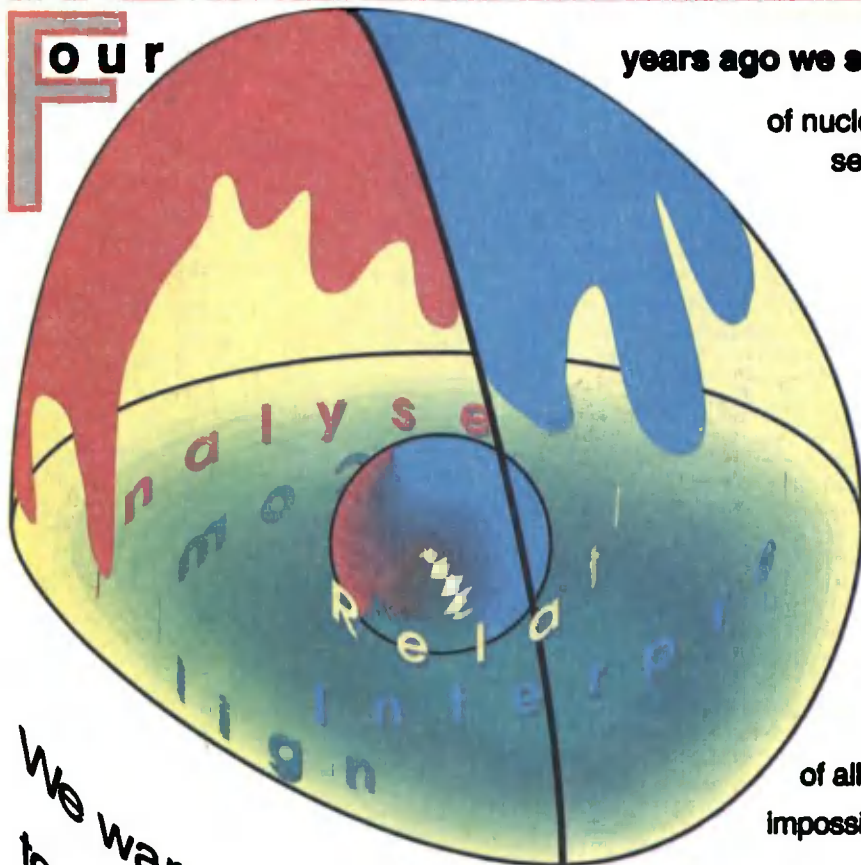
Фото В. П. Федорчука

получил название Эски-Кырым, т. е. Старый Крым. Произошло это после того, как в 1425 г. крымский хан Хаджи-Гирей перенес столицу своего государства в Бахчисарай. Перестав быть первым городом ханства, Старый Крым потерял свое значение и постепенно захирел.

Ныне это небольшой районный город, привлекающий в основном поклонников поэтического творчества Александра Грина, прожившего здесь свои последние годы и похороненного в 1932 г. на местном кладбище. Посетителей Старого Крыма больше интересует дом-музей писателя, чем историческое прошлое столицы ханства — остатки крепостных стен, монетного двора, армянского монастыря, караван-сарая. И вряд ли кто-то задумывается о том, что именно этот маленький город «передал» свое название целому полуострову.

¹⁰ Бартольд В. В. Сочинения. Т. 3. М., 1965.

¹¹ Якобсон А. Л. Крым в средние века. М., 1973.



years ago we set the standards

of nucleic acid and protein
sequence analysis on
the Macintosh®
with good old
MacMolly®.

Our world
became
boring,
since.

Adding
another of
those aged
algorithms, to
reach the high end
of all-in-one approaches,
impossibly complex to use...

Here comes our radical solution:

We warped a tetrahedron around a sphere
to design our new **MacMolly® Tetra**



If you purchased any sequence analysis program
in the price range above US\$ 2,000 (>DM 2.700)
and proof it to us (send invoice or program disk) we will
send you **MacMolly® Tetra** for US\$ 750 (DM 1.000)!

Regularly, **MacMolly® Tetra** sells at US\$ 3,200 (DM 4.900)*.

What's in a sequence? Ask MacMolly® Tetra!

How to order?

FAX to: -30-8219764 Soft Gene GmbH
Offenbacher Str. 5, D-W1000 Berlin 33, Germany

* Prices in DM are valid in Europe.
For other countries use US\$ prices.
Handling and shipment included.
In Germany add 14% MwSt.

Macintosh is a registered trademark of Apple Computer, Inc. MacMolly is a registered trademark of Soft Gene GmbH

Легкие переносные жилища — от палеолита до современности

С. А. Васильев,
кандидат исторических наук
Институт истории материальной культуры РАН
Санкт-Петербург

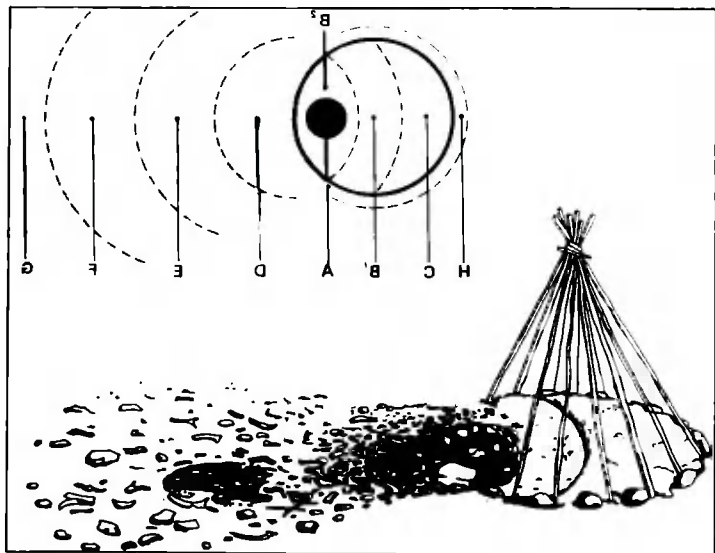
ЕСЛИ перелистать вышедшие в XIX — начале XX в. труды, посвященные древнейшему человеку, — с их пожелтевших страниц на нас взглянет вечно бродячий охотник, находивший пристанища от непогоды лишь в естественных укрытиях, пещерах. После первых выдающихся открытий отечественных археологов в 20—30-х годах на стоянках Гагарино и Костенки, расположенных по левому и правому берегам Дона, в представлениях об образе жизни и облике поселений наших далеких предков произошёл настоящий переворот. К нынешнему времени остатки жилищ эпохи палеолита выявлены на всех территориях, начиная с древнейших африканских стоянок. В то же время стало ясно, что эффектные строительные конструкции из костей мамонта¹, подобные исследованным на Русской равнине, представляют собой не более чем ограниченный в пространстве и времени эпизод, фиксируемый только в пределах Восточной и Центральной Европы. В других областях палеолитического мира люди жили в легких наземных переносных жилищах.

Палеолитическая карта, таким образом, являет собой не однообразие точек, изображающих различные типы поселений и систем организации экономики, своеобразных зачатков хозяйственно-культурных зон, получивших всеобщее распространение в последующие эпохи человеческой истории.

Как ни удалены друг от друга север Франции и Герма-



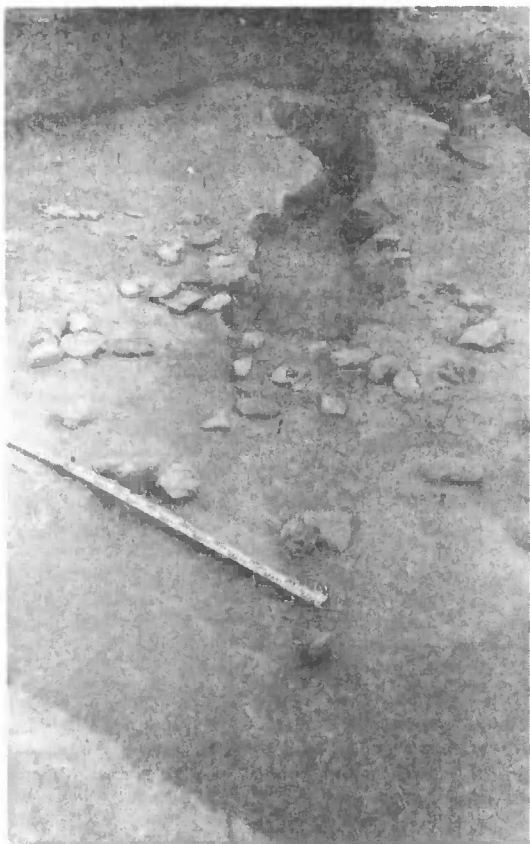
Реконструкция облика жилищ стоянки Уй II (рис. Е. В. Волковой, фото А. Е. Нимбурга).



Общая модель легкого наземного палеолитического жилища и схема его жилых зон (по А. Леруа-Гурану); пояснения в тексте.

© Васильев С. А. Легкие переносные жилища — от палеолита до современности.

¹ См., например: Абрамова З. А. Жилище из костей мамонта на берегу Судости // Природа. 1984. № 5. С. 52—53.



Остатки жилища, обнаруженного в седьмом культурном слое палеолитической стоянки Уй II. Основание жилища определяется по камням, образующим в плане овальную фигуру размерами 2×4 м. Внутри видны каменные обкладки двух очагов: одного в центре жилища, другого — ближе к предполагаемому выходу.

нии, с одной стороны, и Южная Сибирь — с другой, однако в позднем плейстоцене (16—10 тыс. лет назад) природные условия этих областей Евразии были весьма сходны: и там и тут простирались холодные перигляциальные степи с обилием трав и кустарников и редкими рошицами по ложбинам и оврагам; густая травянистая растительность привлекала многочисленные стада северных оленей, зубров, диких лошадей, а вслед за ними — и охотников каменного века.

Реконструируя образ жизни древнейших обитателей

Евразии, не обойтись без упоминания известной всем археологам стоянки Пенсеван под Парижем. Начатые в 60-е годы под руководством выдающегося французского археолога А. Леруа-Гурана раскопки на этом памятнике² послужили новым поворотным пунктом в изучении палеолитических жилищ. Дело в том, что французские исследователи впервые применили при раскопках на широкой площади систему точнейшей индивидуальной регистрации всех без исключения находок на местах их залегания. Затем в лаборатории была проведена кропотливая работа по подбору снятых с ядрищ отщепов, фрагментов сломанных каменных орудий, обломков костей, растрескавшихся от жара очажных камней и т. д., и в итоге получена

Каменные остатки легкого навеса, расположенного поблизости от «большого» жилища.

«карта связей», позволяющая в деталях воспроизвести жизнь древнего поселения. Так рядовая, не принесшая сколь-либо эффектных находок стоянка конца палеолита, каких насчитываются сотни только в окрестностях Парижа, стала одним из основных источников наших знаний об образе жизни человека той далекой эпохи.

Благодаря полученным в Пенсеване данным удалось создать общую модель легких переносных жилищ, характерных для палеолита. Естественным «центром притяжения» всего жилого комплекса был очаг (см. на рис. — А), расположенный асимметрично от выхода из жилища. «Пространство домашней деятельности» (В¹ и В²) отличается максимальным числом находок: здесь накапливались остатки от всевозможной работы лю-

² Leroi-Gourhan A. Pincevent. Campement magdalénien de chasseurs de renes. Paris, 1984.

дей у огня. За очагом, в глубине сооружения находились спальные места — лежанки (С); археологически этот участок выделяется как разрыв в плотности находок. Снаружи от входа, в последовательном ряду концентрических зон (D—G) количество остатков человеческой деятельности постепенно убывает.

Труды французских археологов сразу пришли на память во время очередного сезона наших раскопок в Саянских горах. Здесь, по берегам Енисея, уже более 10 лет экспедиция Института истории материальной культуры РАН изучает крупнейшее сосредоточение многослойных памятников, которые обречены на уничтожение в связи с заполнением водохранилища Майнской ГЭС. Собранные нами материалы позволяют обрисовать картину развития древних местных культур на протяжении огромного интервала времени — от позднего палеолита (примерно с 22 тыс. лет назад) до бронзового и железного веков³.

На уже известной своими палеолитическими жилищами⁴ стоянке Уй II при возобновлении раскопок в 1989 г. был открыт интереснейший комплекс из двух сооружений. Еще на подходе к содержащему его седьмому культурному слою показались из-под земли верхушки разноцветных валунов и каменных плит. После тщательной расчистки выявилась овальная в плане, вытянутая с юго-запада на северо-восток конструкция размерами 2×4 м, состоявшая из 26 камней. К сожалению, часть жилища была уничтожена промоиной. Внутри этого обитаемого пространства находились остатки двух очагов, обложённые по краям камнями. По числу находок культурный слой в пределах жилища делился на две резко контрастировавшие части. В северо-восточной половине и вокруг центрального очага находки сосредоточены в толще

серого углистого слоя, обильно настигнутого обломками костей, отходами производства каменных орудий (особенно много мельчайших чешуек кремня); встречались и крупинки алой и желтой краски. Из наиболее интересных находок отметим обломок костяной иглы и миниатюрные бусины цилиндрической и прямоугольной формы. Судя по характеру остатков, древние люди в этой половине жилища мастерили орудия и украшения, шили одежду, готовили пищу. В юго-западной части, за центральным очагом находки практически отсутствовали. С северной стороны насыщенный остатками участок слоя выходил за пределы ограниченного каменной кладкой пространства, образуя вне его линзу размерами 2,5×2,5 м.

Как видим, распределение культурных остатков в «большом» жилище стоянки Уй II полностью соответствует схеме французского исследователя: выделяются площадка при входе, затем — зона активной деятельности и в глубине — следы спального места. Основу жилища, как можно предполагать, составлял деревянный каркас, покрытый звериными шкурами, края которых придавливались камнями.

В полутора метрах от «большого» жилища обнаружены остатки только кольцевой выкладки (диаметром немногим более 1 м) из 17 камней. Кроме засунутых под камни обломка кости и кремневого скребка никаких иных находок здесь не попало. Рядом с этим сооружением виднелась еще одна небольшая каменная и тоже кольцевая выкладка, а дальше — остатки обширного очага, в котором лежали угольно-черные обгоревшие сучья и ветки, резко выделявшиеся на фоне окружающего серого песка. Вероятно, это сооружение представляло собой легкий навес, под которым мог найти приют один человек. Крыша постройки, составленная из наклонных жердей, по всей видимости, опиралась на вертикальный столб, остатки забутвки которого сохранились в виде маленькой кладки. Перед входом под навес горел костер, следов всего, непродолжительное время; здесь нет следов столь характерного

для других очагов красно-рыжего прокала подстилающего песка.

В нескольких метрах от этих каменных конструкций имелись еще и дополнительные очаги. Как свидетельствует опыт раскопок, вокруг каждого палеолитического жилища под открытым небом располагался ряд костров, возле которых изготовляли каменные орудия, обрабатывали шкуры, готовили пищу. В целом все они составляли единый хозяйственно-бытовой комплекс.

Судя по тому, что слой с остатками жилищ залегал в коричнево-серых тонких речных песках, древние люди, вероятно, соорудили свой «поселок» неподалеку от воды и последующие паводки занесли следы их пребывания толщей слоистых отложений. Споро-пыльцевой анализ показал, что эти древние поселения в Саянах были окружены в основном лесами, где преобладали сосна, береза, лиственница, реже встречалась ель. Леса чередовались с полянами и лугами. Главными объектами охоты были благородные олени, горные козлы и бараны. Четко обозначившаяся при расчистке слеза сетка трещин и клиньев свидетельствует о существовании в ту эпоху мерзлоты. Это и не удивительно: возраст стоянки оценивается в 15—16 тыс. лет, а это было время горного оледенения в Саянах.

Удачно найденная еще палеолитическим человеком форма легкого наземного жилища верой и правдой служила охотникам на протяжении многих тысячелетий. Сравнение жилищ разных народов, обитавших на разных материках, указывает на сходный характер их обустройства⁵. Размеры жилищ определялись числом обитателей. Такое жилище у народов Севера нашей страны получило название «чум», у индейцев Северной Америки — «типи».

Это — яркий пример того, как элемент человеческой культуры, зародившийся еще в ледниковую эпоху, доживает до XX в.

³ Подробнее см.: Васильев в С. А. Палеолитический человек в горах Западного Саяна // Природа. 1988. № 3. С. 94—99.

⁴ Васильев в С. А. «Остановленное мгновение» палеолита // Природа. 1989. № 8. С. 124—125.

⁵ Binford L. R. In pursuit of the past. Decoding the archaeological record. London, 1983.

Удивительная северянка чозения

Т. А. Москалюк,
кандидат биологических наук
Горнотаежная станция ДВО РАН

М. Т. Мазуренко,
доктор биологических наук
Ботанический сад АН Грузии
Батуми

«**Н**ЕПРОЛАЗНЫЕ дебри многоярусного лиственного леса живописно чередуются с тенистыми травяными лабиринтами многочисленных протоков, зарослями ольховника и высокого тальника, обширными песчано-галечниковыми пляжами с молодым подростом чозении и группами ее молодых деревцов»¹. Не правда ли, трудно вообразить, что речь идет об арктической тундре, лежащей далеко за пределами северной границы распространения лесов? А между тем это — впечатление ботаника о Тнэвеемской роще чозении на севере Нижнеанадырской низменности.

Чозения толокнянколистная (*Chosenia arbutifolia*) — таково ботаническое название этого красивого дерева, именуемого еще и корейкой за смуглый цвет коры молодых деревьев. Известна она только жителям Восточной Сибири и Дальнего Востока, в Европейской части России ее нет. Ареал чозении огромен: от Японских островов и Кореи — на юге, до восточной Чукотки — на севере; на запад она продвигается только до Лены.

Несмотря на протяженность ареала, приурочена она исключительно к интразональным типам растительности в долинах рек, и вся жизнь этого удивительного растения связана с промывным режимом речных отложений. Многие особенности строения, роста и развития чозении объясняются особым характером неоднократно повторяющихся летних паводков горных дальневосточных рек — неожиданным, очень стремительным и многоводным, ведь на севере Дальнего Востока в дождливые периоды усиливается таяние снега на сопках, а в жаркие дни — наледей, возникших за долгую зиму и часто занимающих огромные пространства

речных долин. На образованных паводками обширных галечниковых отложениях в поймах рек и поселяется чозения.

В конце июля легкие и мелкие семена (масса одного семени 0,24 мг) с многочисленными белыми шелковистыми волосками у основания каждого разносятся ветром и покрывают берега и косы рек слоем белого пуха. И только на галечниках они прорастают. Особенно много проростков у самой кромки воды, куда семена прибываются течением. Проростки очень малы — едва достигают 1 см, зато корень, весьма прочный, извилистый, уходит, как якорь, в песок и закрепляется на глубине 3—4 см. В паводки многие проростки гибнут, но уцелевшие за 30—40 дней жизни еще сильнее укореняются в песке между галькой, да так прочно, что выдернуть маленькое растеньице, не повредив корня, невозможно.

На второй год закоренение продолжается, а верхушка тем временем отмирает. Взамен вырастает более крупный побег, который к концу вегетации полегает, над камнями приподнимается только его кончик. Затем отмирает и этот побег, и летом третьего года появляются три-четыре новых. Эти «хлыстики» также расплываются между камнями, растение приобретает вид розетки, лежащей на галечнике. Такая форма роста — следствие адаптации чозении к воздействию сокрушительных паводков: пока растение еще недостаточно закрепилось в субстрате, молодые побеги как бы прячутся среди гальки. У этой розеточной формы дерева необычны и листья — мясистые, сочные, как у сухолюбивых растений, с поверхностью, покрытой восковым налетом для уменьшения испарения. Казалось бы — рядом вода, а Субарктика отнюдь не пустыня с ее жарким климатом. С чем же связаны эти признаки? Прежде всего с резкими колебаниями паводкового режима. После спада воды поверхность галечника моментально высыхает и под палящими лучами может нагреваться до 50 °С — наступает настоящая засуха. Тут уж поневоле становишься ксерофитом!

© Москалюк Т. А., Мазуренко М. Т. Удивительная северянка чозения.

¹ Юрцев Б. А., Секретарева Н. А. Тнэвеемская чозениевая роща на севере Нижнеанадырской низменности // Эколого-ценотические и географические особенности растительности. М., 1983. С. 232—248.



Трехнедельный проросток чозении.

Здесь и далее фото авторов

На третий-четвертый год, после того, как растение прочно закорилось, побеги перестают прятаться между камнями, становятся прямостоячими, а само растение приобретает форму куста. Теперь чозения уже в двух-трех метрах от русла, но и здесь подвергается воздействию жестоких паводков. Длинные нижние побеги обдираются во время наводнения, отмирают, но очень долго сохраняются на растении и вместе с живыми побегами образуют мощную сетку-заграждение на пути паводковых потоков, задерживая огромное количество наносов и создавая вокруг себя собственный почвенный покров. В некоторых местах на территории исследованных нами чозеников мощность отложений песчано-илистого аллювия за один паводок достигала 30 см, но она может быть еще большей.

Таким образом, чозения с начала формирования кустов активно влияет на паводки — рассеивает потоки и снижает скорость течения. Задерживая речные наносы, кусты создают дополнительные препятствия на пути потока, уровень занимаемого ими участка постепенно повышается, а интенсивность паводков все более и более ослабевает. Чем старше растение, тем выше и дальше «уходит» оно от русла. Но на самом деле это результат меандрирования реки, которая постепенно отходит от деревьев, начавших когда-то свою жизнь у самого берега.

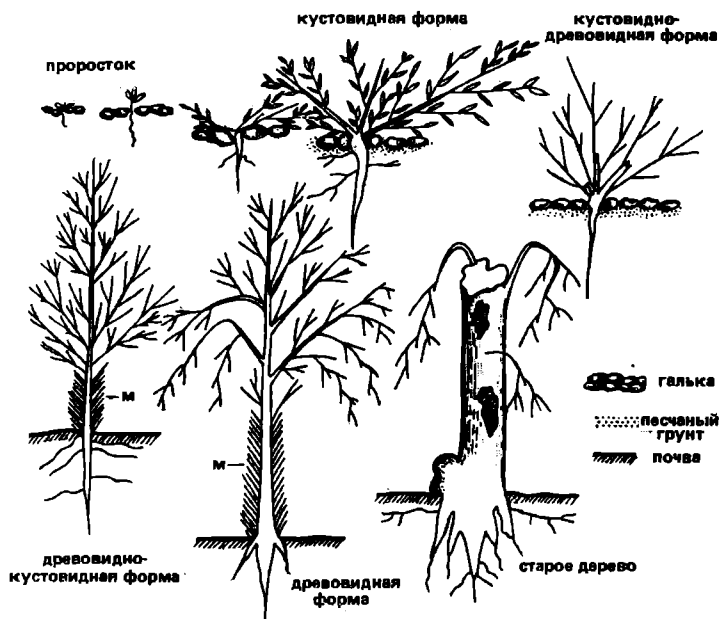
Если в старой чозениевой роще сделать почвенный разрез, профиль его будет похож на слоеный пирог, в котором каждый слой отложен очередным паводком. В ниж-



В пять лет начинает формироваться стволки.



В 15—17 лет чозения — настоящее дерево.



Онтогенез чозенин. м — «муфта» из отмерших ветвей.

них горизонтах почвы преобладают галька и крупный песок, а с переходом к верхним их замещают мелкопесчаные и илистые фракции. Скорость потоков каждого следующего паводка, проходящего через участки чозениевых рощ, ослабевает, и со временем они заливаются все реже и реже. Подсчитав возраст особой чозенин на разном удалении от русла, довольно просто определить скорость меандрирования реки. Этот показатель, кстати, можно использовать в исследованиях по прогнозированию разных пойменных процессов, а в практике — при разработке проектов рационального освоения речных долин с наиболее благоприятными условиями для растениеводства на Севере.

Характерная особенность чозенин — ежегодное отмирание побегов (и не только нижних) во время паводков: многие, иногда половина, отмирают зимой. Этим она сходна с полкустарниками пустынь. Взамен отмерших побегов отрастают новые, но уже более сильные, особенно в центре куста, и с каждым годом темпы роста резко ускоряются, за год молодые особи вытягиваются в высоту на полметра, а нередко и на метр. На пятый-шестой год жизни чозенин приобретает новую форму, с четко выделяющимся центральным стволом. Обрамляющие его со всех сторон мощные побеги-хлысты создают облик кустовидного дерева. Эти побеги густо покрыты длинными крупными листьями зеленовато-пепельного цвета, уже не мясистыми, как в первые год-два жизни, но по-

прежнему покрытыми восковой пленкой, защищающей от ярких солнечных лучей. Проведешь рукой по листу — и слой воска сходит, обнажая яркую зелень пластинки листа. Защитная пленка покрывает и серую с зеленоватым оттенком кору.

Со временем кроны соседних кустовидных деревьев плотно смыкаются, заросли изреживаются и превращаются в одну крупную рощу. Паводки заливают ее, но течение потоков, проходящих через рощу, сильно слабеет, и на поверхности осаждаются лишь мелкие фракции аллювия. Открытые галечники в молодых рощах сохраняются только на микроповышениях. Живые и отмершие побеги в основании чозенин продолжают играть роль накопителя растительных остатков, перемешанных с песком и илом, все активнее формируется почвенный покров и появляются первые влаголюбивые травы.

В 8—10 лет чозенин достигает 7—8-метровой высоты, а диаметр ствола — 10—15 см. В этом возрасте быстро растет центральный ствол, а от побегов-хлыстов, придающих ей вид куста, в основании остается густая сухая щетка. Этим чозенин существенно отличается от типичных деревьев. Интенсивнее всего растет вершина ствола, остальные побеги отгибаются в стороны и образуют крону.

Концы ветвей, в основном молодых, довольно хрупки (особенно зимой) и легко обламываются. Поэтому почва под кронами чозенин бывает усыпана густым покровом не только листьев, но и веточек. Многие ивы

(а чозения тоже из семейства ивовых), как древесные, так и кустарниковые, сбрасывают ветви (одна из ив, широко распространенная в умеренной зоне, так и называется — ива ломкая). С чем это связано? Известно, что при интенсивном образовании побегов растению необходим и сброс «лишних» органов. Обычно это только листья, но в экстремальных условиях у иных растений обменные процессы (нарастания — отмирания) усиливаются настолько, что опадают и побеги. Некоторые пустынные растения сбрасыванием листьев и годичных побегов освобождаются от излишка солей. У ив и чозении, видимо, такими «лишними» органами в ветренные морозные дни оказываются перенасыщенные водой слабо и вовсе не одревесневшие молодые тонкие ветви.

Чозения интенсивно растет до 28—32 лет и достигает высоты 23—25 м (на юге Приморья до 30 м) при диаметре ствола 40—44 см. Крона взрослого дерева напоминает купол парашюта, нижние ветви отходят от ствола под углом 60—70°, а верхние стоят почти вертикально. Приствольные щетки из отмерших побегов сохраняются очень долго, но функция их как накопителя аллювия постепенно ослабевает. Спелые чозеники находятся уже в 50—100 м от русла — в средних участках пойм, которые возвышаются над рекой на метр-полтора, и паводки заливают рощу не более двух раз в год.

Чозениевые рощи — единое целостное образование, насчитывающее от 30 до 100 деревьев. Под пологом сомкнутых крон разрастаются тенелюбивые лесные травы. Это травянистая свита чозении: недотрога обыкновенная (*Impatiens noli-tangere*), адокса мускусная (*Adoxa moschatellina*), какалия копьевидная (*Cacalia hastata*), лабазник дланевидный (*Filipendula palmata*), крапива узколистная (*Urtica angustifolia*), хвощи (*Equisetum* spp.), гроздовник лунный (*Botrychium lunaria*) и другие древние виды растений, сохранившиеся с третичного периода². Они пережили сильные ледниковые похолодания благодаря условиям, сложившимся внутри чозеников: отепляющему действию подрусловых вод и глубокому рыхлому снежному покрову, высокоплодородной аллювиальной почве, парниковому эффекту под пологом леса. Летом в таких лесах сумрачно, тепло и сыро. И ничто не напоминает о ярко освещенных кустах чозении, какими они были в молодости. Взрослая чозения лишена каких-либо черт сухолюбивости, разве что только на листьях сохраняется во-

сковой налет. Она становится типично мезофитным растением, и ее свита — тоже влаголюбивая.

В 70—80 лет у чозении появляются первые признаки старения — начинают сохнуть вершины. Крона постепенно изреживается, ствол последовательно обламывается сверху вниз. В его нижней части на месте бывшей щетки обычно образуется уродливое утолщение. В глубокой старости в средней части ствола или у отмирающей верхушки еще есть одна-две обильно плодоносящие ветви. Но и они засыхают, и к 100—120 годам жизнь чозении заканчивается. В 20—30-летней роще бывает 30—50 деревьев, а до старости доживает только десятая часть. Стоят эти патриархи в 150—200 м от реки, и паводки до них почти не доходят. На смену чозении приходят обычные в старых рощах тополь и лиственница, а если этих деревьев почему-то не было, чозеники сменяются заросшими кустарником лугами.

Специфичность условий существования чозении отражается и на строении корневой системы, глубина проникновения которой соответствует уровню подрусловых вод и может достигать 2,5—3 м. От главного корня, имеющего форму морковки, в стороны и вниз отходит множество шнуровидных и нитевидных сосущих корней, а на глубине 30—40 см — своеобразные, похожие на якорь отростки — их обычно три — пять. Вся поверхность «морковки» покрыта глубокими вмятинами — следами от гальки, сдавливающей корень со всех сторон. Благодаря такой корневой системе обеспечивается высокая устойчивость дерева на рыхлом песчано-галечниковом субстрате.

Все удивительные превращения чозении и занимаемых ею местообитаний происходят всего за 60—70 лет, т. е. за срок, меньший даже периода жизни одного ее поколения. Объясняется этот феномен во многом очень высокой энергией роста самой чозении, прекрасными адаптационными качествами, а также быстрой сменой жизненных форм в течение онтогенеза. Всего за 8—10 лет на голых, совершенно безжизненных галечниках формируются густые леса, в которых к 50—60 годам накапливается до 280—300 т/га растительной массы, что соизмеримо в северотаежной зоне с запасами наиболее продуктивных насаждений в возрасте 150—200 лет.

Еще ярче проявляются особенности биологии чозении в возрастной динамике фитомассы: постоянно перераспределяются продукты ассимиляции, различается соотношение массы органов в разные периоды

² Хохряков А. П. // Ботан. журн. 1976. Т. 61. № 11. С. 1564—1576.



Роща в летний паводок.

жизни растения. На каждой стадии развития наибольшей бывает фитомасса тех органов, которые в данный момент выполняют самые ответственные функции. Эта закономерность присуща всем растениям, но у чозении она выражена особенно сильно. Как уже сказано, основная задача чозении в первые годы жизни — прочно закрепиться в субстрате, поэтому активнее других органов развивается корневая система: у проростков и двухлетних растений корни составляют до 70 % всей массы. В период интенсивного образования куста основную часть фитомассы (до 72 % надземной) составляет скелет — крупные ветви-побеги не тоньше 1 см, причем их масса превышает массу листьев в 7,7 раза. На этой стадии образование фитомассы подобно взрыву: на долю годичной продукции приходится до 45 % массы растений, что в четыре — девять раз выше аналогичных показателей для той же чозении старше 15 лет. Даже лоси, уничтожающие зимой до 30 % надземной массы, не оказывают пагубного влияния на чозенники — потери с лишней компенсируются в первое же лето. Более того, через год деревца так вырастают, что ветви становятся недосягаемы для животных, а стволы 5-сантиметровой



Чозения в сережках.

толщины они не могут перекусить. Известно, что у оленеводов Чукотки чозения издавна считается нажировочным растением, так что вполне, на наш взгляд, реально использовать чозениевый 5—10-летний молодняк в качестве естественных плантаций для заготовки дополнительных кормов для оленей, лосей (если их фермы будут созданы), а может быть, и для крупного рогатого скота.

Очень высокие темпы образования фитомассы, преимущественно древесных фракций, обеспечивают быстрый вынос кроны вверх. В шесть-семь лет ей больше не грозит конкуренция трав и кустарников — она сама начинает подавлять развитие растений нижних ярусов. Теперь ее основная функция — фотосинтез, и она тратит на него много энергии. Это сразу же обеспечивает еще более резкое увеличение годичной продукции: у восьмилетних растений она в четыре-пять раз выше, чем у четырехлетних, но большая доля ее расходуется не как прежде — на укрепление «скелета», а на образование листьев и тонких ветвей.

В 8—10 лет их массы достигают максимума — около 4 т/га и составляют до 50 % массы кроны. С этого времени и на протяжении 40—50 (!) лет, т. е. почти до самой ста-

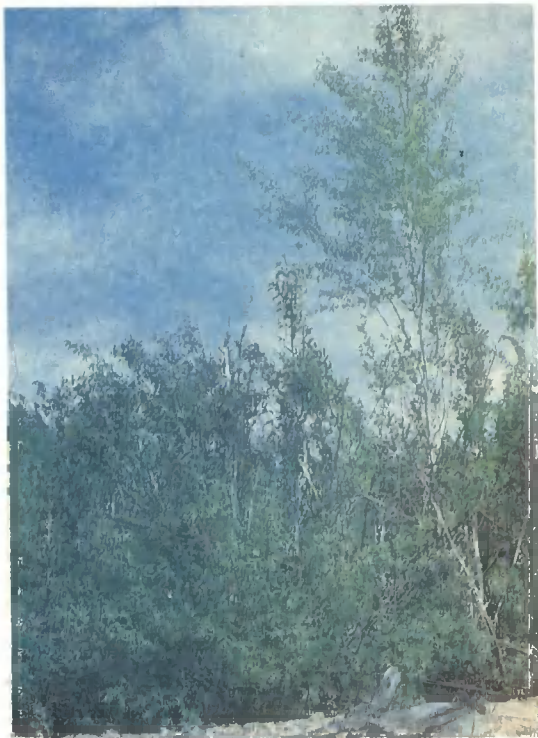


Уредливые выросты у коля — признак старения.

рости, запас массы листьев остается почти неизменным: ежегодно их образуется около 30 т/га. Отметим, что даже в самых высокопродуктивных лесах Магаданской области — травяных лиственничниках — годовичная продукция надземной части спелых древостоев не превышает 6 т/га.

Очень высокий темп образования листьев приводит к скачкообразному увеличению массы ствола — с 32 % в 10 лет до 67 % в 15. Тогда-то чозения и утрачивает кустовидность. У 45-летних деревьев масса ствола составляет основную часть надземной массы — около 90 %. Когда чозения стареет, доля фракции мелких ветвей вновь увеличивается, но теперь на них преобладает не листва, а семенные сережки.

Итак, жизненный цикл чозении четко делится на два периода. В первом она противостоит экстремальным воздействиям внешней среды: полному отсутствию почвенно-растительного покрова, резким суточным колебаниям температуры воздуха, периодическому пересыханию субстрата и, самое главное, регулярным сокрушительным летним паводкам. Только за счет очень высокой скорости роста, прочного закрепления в субстрате и других адаптационных осо-



Десятилетние чозении, объединенные лесами зимой.

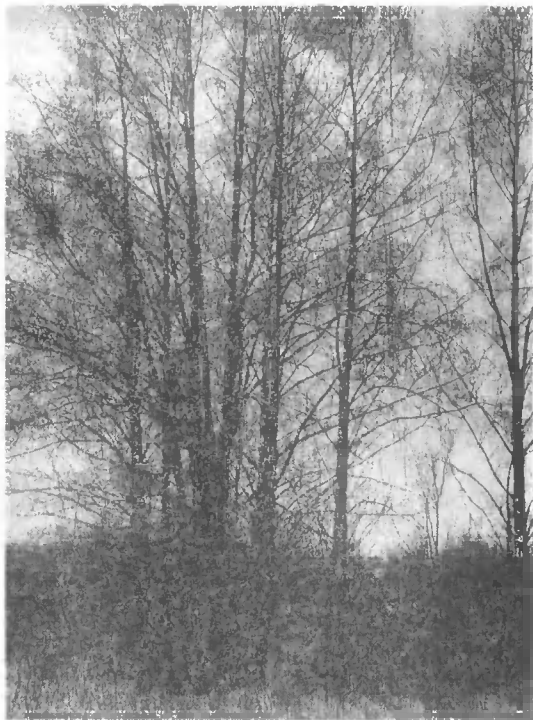
бенностей она не только выживает, но и формирует густые леса с высокоплодородными почвами всего за 10—15 лет.

С этого времени начинается второй период жизни чозении, она как бы пожинает то, что сама создала в первом периоде, и становится эдикатором самых продуктивных лесов Севера.

Бытует мнение, что на севере замедляются все жизненные процессы, от чего растения миниатюрны, а многие и долгоживущи. Возраст крошечных деревьев, распластанных на почве, словно гербарный лист под снежным прессом, нередко насчитывает несколько десятков и даже сотню лет!

Но скудость энергетических ресурсов отнюдь не замедляет жизнь северных растений, наоборот, активизируются, как мы видели на примере чозении, все возможные механизмы жизнеобеспечения. Растения используют самую малую возможность для своего существования.

Здесь мы находим самые разнообразные вариации форм роста одного и того же вида, что также связано с активизацией жизненных процессов и приспособлениями



Куртина 35—40-летней чозеники.

к среде обитания³. По мере продвижения с юга на север растения мельчают, превращаются в стланцы, стланики, стланички, что чаще всего сопровождается утратой разных органов и их функций. Например, у стланцев исчезают боковые ветви, количество порядков ветвлений сокращается, зато полегшие на грунт стволы приобретают способность укореняться. В конце концов возникает очень важное адаптивное качество — вегетативная подвижность растений. Олигомеризация сменяется полимеризацией побегов растений: взамен одного появляется множество небольших растений, возникших вегетативным путем. Так образуются огромные пространства кустарничковых тундр, представленных стелющимися вегетативно-подвижными растениями. В поисках укрытия многие северные растения как бы прячутся под землю — почки возобновления и запасные питательные вещества концентрируются в подземных органах. Это в свою

очередь вызывает новые реакции, связанные с активизацией подземного ветвления и стремлением побегов выйти на поверхность почвы далеко от материнского растения, т. е. быстрее расселиться в своем жизненном пространстве.

У чозеники же, которая в любой точке своего ареала остается деревом, все эти качества выражены максимально. Это, на наш взгляд, самая перспективная порода для лесной рекультивации техногенно нарушенных ландшафтов в долинах рек Колымского бассейна и Чукотки, недаром чозеника преобладает в растительности, восстанавливающейся естественным путем на безжизненных отвалах отработанных полигонов.

Проблема рекультивации нарушенных земель — одна из самых злободневных для Крайнего Северо-Востока России: площади техногенных ландшафтов, образованных в результате добычи золота, в настоящее время составляют около 100 тыс. га и продолжают увеличиваться. Поскольку горные разработки приурочены к долинам рек, полностью уничтожаются самые продуктивные лесные биогеоценозы, на их месте возникают абсолютно голые пространства, лишенные не только растительного, но и почвенного покрова.

Чтобы восстановить ландшафты, близкие к исходным, нужны растения, которые могли бы не просто существовать в крайне неблагоприятных условиях, но быстро расти и формировать устойчивые фитоценозы. Чозеника толкоянколистная — исключительно ценна для этого.

Не забудем, в безлесных северных районах чозеники — нередко единственный источник древесины. По словам известного исследователя магаданских лесов Г. Ф. Старикова, в прежние времена легкая, мягкая древесина чозеники использовалась для строительства жилых домов, шла на изготовление лодок-долбленок, различной хозяйственной утвари, из стволов делали даже опорные столбы электролиний⁴. Плавник чозеники, прибываемый паводками к берегам, и сейчас заготавливается местным населением на топливо. Но экологические функции чозеники неизмеримо выше утилитарных. Чозениевые леса — исключительно важный климаторегулирующий фактор, среда обитания многочисленных птиц и зверей, чозеники защищают берега и «хранят» воду.

Может быть, именно чозеника станет заслоном экологическому кризису!

³ Хохряков А. П., Мазуренко М. Т. Биоморфологическая эволюция как активный процесс // Биоморфология растений Дальнего Востока. Владивосток, 1983. С. 3—14; Мазуренко М. Т. Биоморфологические адаптации растений Крайнего Севера. М., 1986.

⁴ Стариков Г. Ф. Леса Магаданской области. Магадан, 1958.

Радиоактивный углерод

И. Я. Василенко, В. А. Осипов, В. П. Рублевский



Иван Яковлевич Василенко, доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР, ведущий научный сотрудник Института биофизики Минздрава Российской Федерации. Область научных интересов — токсикология продуктов ядерного деления, радиационная гигиена.

Вячеслав Александрович Осипов, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник того же института, специалист по токсикологии. Занимается исследованием кинетики обмена и биологической эффективности радионуклидов в организме млекопитающих.

Владимир Петрович Рублевский, кандидат технических наук, старший научный сотрудник того же института. Основные научные интересы связаны с экологией, охраной окружающей среды и радиационной безопасностью ядерной энергетики.

ИЗ ВСЕХ природных элементов таблицы Менделеева углероду принадлежит особая роль — он составляет структурную основу органических соединений, в том числе тех, которые входят в состав живых организмов.

Природный углерод — это смесь двух стабильных изотопов: ^{12}C (98,892 %) и ^{13}C (1,108 %). Из четырех радиоактивных изотопов (^{10}C , ^{11}C , ^{14}C и ^{15}C) только долгоживущий углерод-14 (период полураспада 5730 лет) представляет практический интерес, поскольку участвует в круговороте углерода биосферы. Этот чистый низкоэнергетический β -излучатель с максимальной энергией частиц 156 кэВ относится к числу глобальных радионуклидов. Образуется он как в естественных, так и в искусственных условиях в результате нескольких ядерных реакций. Повышение концентрации антропогенного ^{14}C во внешней среде (а его источники — ядерные взрывы и выбросы предприятий ядерной энергетики) представляет большую гигиеническую и экологическую проблему.

ИСТОЧНИКИ РАДИОУГЛЕРОДА

Природный нуклид образуется главным образом при взаимодействии вторичных нейтронов космического излучения с ядрами азота в верхних слоях атмосферы по реакции $^{14}\text{N}(n, p)^{14}\text{C}$. Роль других реакций — $^{15}\text{N}(n, \alpha)^{14}\text{C}$; $^{16}\text{O}(p, 3p)^{14}\text{C}$; ^{17}O

(n, α) ^{14}C ; $^{13}\text{C}(n, \gamma)^{14}\text{C}$ — в образовании природного углерода-14 незначительна из-за малых сечений взаимодействия и низкого содержания ядер этих изотопов в естественной смеси элементов.

Средняя интенсивность образования этого нуклида в атмосфере (в основном в стратосфере) равна 2,28 атом/с на 1 см^2 земной поверхности, что составляет $9,7 \times 10^{23}$ атом/сут. По массе это примерно 22,5 г/сут, а по активности — около 2,8 Тбк/сут или 1 Пбк/год. Среднее содержание природного нуклида в атмосфере и биосфере остается постоянным: 227 ± 1 Бк/кг углерода.

Антропогенный углерод-14 образуется в основном подобно природному, т.е. нейтроны (возникающие в большом количестве при взрыве ядерных бомб) поглощаются ядрами азота-14. Количество нуклида зависит от типа бомбы (атомная или термоядерная), ее конструкции (используемые материалы) и мощности (плотность потока нейтронов). Величина выхода ^{14}C при взрывах по реакции синтеза принята равной 0,65 Пбк/Мт, по реакции деления — почти в пять раз меньше (0,12 Пбк/Мт). Подсчитано, что со времени взрыва первой атомной бомбы в 1945 г. до 1980 г. образовалось 249,2 Пбк углерода-14 (табл. 1).

С 1981 г. испытания ядерного оружия в атмосфере прекратились, и предприятия ядерно-топливного цикла оказались единственным мощным источником антропогенного нуклида, способным заметно влиять на повышение его концентрации в атмосфере и биосфере Земли. Этот нуклид об-

Таблица 1

Мощность ядерных взрывов в атмосфере и количество образовавшегося радиоуглерода

Годы испытаний	Число испытаний	Мощность взрывов, Мт		Выход ^{14}C , Пбк		
		деление	синтез	деление	синтез	всего
1945—1954	57	37,8	23	4,5	15,4	19,9
1955—1962	303	156,1	296	18,7	198,4	217,1
1963—1974	56	20,6	12,1	2,5	8,1	10,6
1975—1980	7	2,9	16,9	0,3	1,3	1,6
Всего	423	217,4	333	26	223,2	249,2

разуется в активной зоне атомных реакторов любого типа, где существуют мощные потоки нейтронов, которые взаимодействуют с материалами конструкций реактора, с веществом теплоносителя, замедлителя, топлива и имеющимися в них примесями: $^{14}\text{N}(n, p) ^{14}\text{C}$; $^{17}\text{O}(n, \alpha) ^{14}\text{C}$; $^{13}\text{C}(n, \gamma) ^{14}\text{C}$; $^{235}\text{U}(n, f) ^{14}\text{C}$ (тройное деление урана-235 в топливе).

В зависимости от типа и особенностей конструкции реактора вклад каждой из этих реакций в образование нуклида может меняться очень значительно. Согласно расчетам, его удельный выход при облучении тепловыми нейтронами некоторых веществ, применяемых в качестве замедлителя или теплоносителя по реакции (n, p) , в газообразном азоте и воздухе примерно на четыре порядка выше, чем по реакции (n, α) в воде, углекислом газе или кислороде воздуха благодаря большому сечению взаимодействия тепловых нейтронов с ядрами азота ($\sigma = 1750$ мбарн) и его высокому содержанию в воздухе (78 %). Выход ^{14}C по реакции (n, γ) в графите, детолилметане, газойле и терфениле еще на порядок ниже, чем по реакции (n, α) .

Скорость образования углерода-14 в топливе зависит главным образом от концентрации примеси азота: при обычном его содержании (0,001—0,002 %) скорость составляет примерно 0,4—2,5 Тбк/(ГВт₂/год), а в воде теплоносителя-замедлителя находится в пределах 0,2—0,5 Тбк/(ГВт₂/год)¹.

В действующих АЭС бывшего СССР используются в основном водо-водяные реакторы (ВВЭР-440 и ВВЭР-1000), водо-графитные (РБМК-1000 и РБМК-1500) и реакторы на быстрых нейтронах (БН-350 и БН-600). Первые и третьи реакторы аналогичны соответствующим типам зарубежных реакторов (PWR и PBR) по скорости генерации ^{14}C и его выходу в окружающую среду.

Реакторы РБМК с кипящей водой

под давлением в качестве теплоносителя и графитом в качестве замедлителя не имеют аналогов в зарубежной практике реакторостроения. Их основная особенность — наличие большого количества азота в активной зоне, используемого в смеси с гелием для охлаждения замедлителя, и большой массы углерода самого замедлителя. Это приводит к большей скорости генерации ^{14}C — до величины 2—3 Тбк/(ГВт₂/год), что примерно на порядок больше, чем в реакторах типа ВВЭР².

Углерод-14, образующийся в теплоносителе и замедлителе, частично или полностью выбрасывается в окружающую среду в виде газозролей, а из топлива реакторов — с радиоактивными отходами заводов по его переработке (регенерации).

МИГРАЦИЯ ВО ВНЕШНЕЙ СРЕДЕ

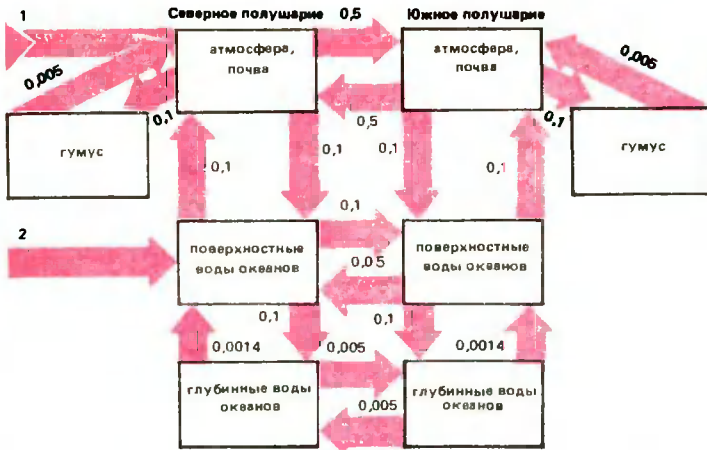
Радиоуглерод высоко подвижен. С мест выбросов в результате атмосферных процессов нуклид переносится на большие расстояния и, окисляясь до $^{14}\text{CO}_2$, вступает в естественный круговорот углерода.

Известно, что весь земной углерод сосредоточен в двух бассейнах — «осадочном» и «обменном». Углерод первого бассейна (органический и неорганический углерод осадочных пород, уголь, нефть и другие ископаемые) практически не участвует в естественных обменных процессах, он вступает в круговорот только после сжигания органического топлива. Углерод второго бассейна, в котором находится около 0,17 % всего земного количества углерода, причем более 90 % его — в глубинных водах Мирового океана, участвует в круговороте отдельными его резервуарами: атмосферой, биосферой, гидросферой и др.

Круговорот углерода в природе состоит как бы из двух циклов, проходящих параллельно в наземной и морской частях

¹ Былкин Б. К., Рублевский В. П., Хрулев А. А., Тищенко В. А. // Атом. техника за рубежом. 1988. № 1. С. 17—20.

² Рублевский В. П., Голенецкий С. П., Кирдин Г. С. Радиоактивный углерод в биосфере. М., 1979.



Модель глобальной циркуляции углерода-14, поступающего в атмосферу с выбросами предприятий ядерно-топливного цикла [1] и со сбросами [2]. Коэффициенты обмена приведены в отн. ед./год.

биосферы³ и связанных атмосферой. Из множества моделей, описывающих поведение углерода в «обменном» бассейне, НКДАР использует для расчетов 8-резервуарную, в которой учитываются все основные процессы, проходящие в природном цикле углерода Земли.

Скорость обмена углерода между резервуарами «обменного» бассейна различна: среднее время пребывания молекулы CO₂ в атмосфере до ее перехода в воду океана составляет несколько лет, из его глубин в атмосферу — до нескольких сотен лет, а из осадочных пород в атмосферу даже несколько миллионов лет. Таким образом, осадочные породы являются как бы «могильником» радиоуглерода (естественного и искусственного), в котором он практически распадается и выходит из природного круговорота.

КИНЕТИКА ОБМЕНА

Охисленный во внешней среде до ¹⁴CO₂ углерод-14 за счет фотосинтеза накапливается в растениях (в незначительных количествах поглощается и из почвы), а затем по пищевым цепочкам поступает животным и человеку. Коэффициент перехода в цепочке «атмосферный углерод — углерод растений» равен единице, а равновесие устанавливается в течение двух-трех месяцев. За время интенсивных испытаний ядерного оружия (1963—1964 гг.) содержание ¹⁴C в растительных продуктах, молоке, мясе повысилось примерно в два раза по сравнению с природным фоном. Заметим, период полуочищения продуктов питания составляет около шести лет⁴.

В организм человека радиоуглерод поступает в форме различных органических и неорганических соединений, в основном в составе углеводов, белков и жиров. Аэрогенное поступление незначительно — лишь 1 % от пищевого. Чтобы понять, какое действие оказывает на организм ¹⁴C, поступающий в виде органических и неорганических соединений, мы в опытах на крысах исследовали кинетику обмена. Выяснилось, что обмен неорганических соединений (Na₂¹⁴CO₃, NaH¹⁴CO₃, K¹⁴CO₃) характеризуется высокой интенсивностью: радиоуглерод обнаруживается в крови животных уже с первых минут поступления в организм, через 15 мин. его содержание достигает максимума — нескольких процентов от введенного количества. Образуя в крови непрочные бикарбонатные соединения, радиоуглерод быстро выводится. В органах и тканях накапливается лишь незначительная часть введенного количества нуклида, причем распределяется он достаточно равномерно: вначале — в печени, почках, селезенке, а затем — в скелетной и жировой ткани. При длительном поступлении активность нуклида медленно накапливается — от 1,7 % на вторые сутки до 7,7 на 32-е от ежедневно вводимого количества Na₂¹⁴CO₃. Можно считать, что к концу месяца опытов устанавливается равновесное состояние между поступлением нуклида и его содержанием в организме крыс, при этом кратность накопления примерно равна 0,07.

В экспериментах по изучению обмена ¹⁴C в форме органических соединений мы использовали содержащие нуклид глюкозу, янтарную кислоту, глицин, валин, триптофан, глицерин, пальмитиновую и стеари-

³ Болин Б. Круговорот углерода // Биосфера. М., 1982. С. 91—104.

⁴ Broecker W. S., Walton A. // Science. 1959. V. 130. N 3371. P. 309—314.

Таблица 2

Токсичность радиоуглерода

Соединение, содержащее ^{14}C	Введенное количество ^{14}C (МБк/г), вызывающее поражения разной степени		
	тяжелой	средней	легкой
Янтарная кислота	—	0,8	0,4
Глицин	6,3	3	0,7
Стеариновая кислота	2,2	1,2	0,5

новую кислоты, метиловый и этиловый спирты, т.е. соединения, входящие в состав важнейших классов: углеводов, белков, жиров и спиртов. Поступив в организм, высокомолекулярные соединения расщепляются до низкомолекулярных, углерод которых в конце концов окисляется до углекислоты. Одновременно синтезируются аминокислоты, жирные кислоты, гексозы и другие важные метаболиты, используемые организмом как энергетический и пластический материал. Таким образом, радионуклид проникает во все структуры и ткани живых организмов.

Динамика его накопления при хроническом поступлении в виде органических соединений зависит от формы соединения. Равновесное содержание ^{14}C -глюкозы наступает к концу третьего месяца (кратность накопления равна трем), ^{14}C -глицина и ^{14}C -пальмитиновой кислоты — к концу четвертого (кратность накопления соответственно 12 и 13)⁵.

Скорость выведения из организма нуклида органических соединений в определенной мере тоже зависит от их класса: нуклид углеводов выводится интенсивнее, чем поступивший в форме аминокислот и жирных кислот, а введенный в составе спиртов задерживается дольше «углеводного». Со временем скорость выведения постепенно замедляется, видимо за счет того, что поступивший в организм нуклид используется как пластический материал. Радиоуглерод выводится в основном через органы дыхания, значительно меньше — через почки и кишечник, причем соотношение тоже зависит от формы соединения.

Известно, что конечные метаболиты углеводов, жиров и спиртов — углекислота и вода, а белков — еще и мочевина, мочевая кислота, креатинин (последние и выводятся из организма почками и кишечником). Часть нуклида спиртов выдыхается в неизменном виде.

Результаты исследований на крысах мы использовали для оценки обмена углерода-14, поступающего в организм человека с пищей. Поскольку в стандартный рацион взрослого человека входит около 500 г углеводов, по 100 г жиров и белков, а доля углерода в них составляет соответственно 50, 75 и 54 %, то с пищей мы получаем за день около 70, 20 и 10 % углерода.

Если учесть, что кратность накопления нуклида, поступающего в составе этих соединений, равна 15, 65 и 60, то в стандартном рационе она окажется равной примерно 31. Это значение близко к кратности накопления у человека стабильного углерода и нуклида естественного происхождения. Наступление равновесного состояния будет определять радиоуглерод, поступающий с жирами и белками, и, памятуя различия в интенсивности обмена у крысы и человека, можно ожидать, что у последнего оно наступит примерно через 1,5 года после начала поступления нуклида в организм⁶.

Таким образом, обмен радиоуглерода зависит от формы его соединения, что сказывается на величинах формируемых доз внутреннего облучения (табл. 2). Поглощенные дозы содержащих его органических веществ с момента поступления в организм до образования конечных метаболитов не одинаковы в силу различий их метаболизма, но в среднем они в десятки-сотни раз больше, чем неорганических. Особенности метаболизма различных соединений радиоуглерода сказываются и на их токсичности.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ

Эффект облучения, как известно, зависит от величины поглощенной дозы, ее мощности, объема облучаемых тканей и органов и вида излучения. В основе повреждающего действия лежит комплекс взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов — ионизация и возбуждение атомов и молекул дают начало образованию высокоактивных радикалов, вступающих во взаимодействие с различными биологическими структурами клеток. Важное значение имеет внутри- и межмолекулярная передача энергии возбуждения, а также воз-

⁵ Василенко И. Я., Бугрышев П. Ф., Истомина А. Г., Турова В. И. // Журн. гигиены, эпидемиологии, микробиологии и иммунологии (Прага). 1982. Вып. 26. № 1. С. 18—27.

⁶ Василенко И. Я., Осипов В. А., Лягинская А. М. и др. Кинетика обмена и биологическое действие радиоактивного углерода (^{14}C). Препринт ЦНИИАтоминформ-ОН-4-88. М., 1988. С. 28—29.

возможные разрывы связей в молекулах за счет непосредственного действия радиации. Физико-химические процессы, протекающие на начальном этапе, принято считать первичными, пусковыми. В последующем развитие лучевого поражения проявляется в нарушении функций органов и их систем.

Особую опасность представляют радионуклиды, которые, накапливаясь в органах и тканях, становятся источником длительного внутреннего облучения. Характер его зависит от физико-химических свойств радионуклидов, среди них особое место, как отмечено, занимает углерод-14, поскольку является изотопом основного биогенного элемента. Биологическое действие его связывают не только с радиационными, но и трансмутационными эффектами, которые возникают при превращении атомов ^{14}C в атомы ^{14}N в результате β -распада. Особую опасность эти процессы могут приобрести при включении радиоуглерода в ДНК и РНК половых клеток, так как даже единичные акты его распада ведут к неустраняемым организмом точковым мутациям.

Многие специалисты считают, что биологическая эффективность нуклида за счет трансмутационного действия должна существенно повыситься. Но результаты экспериментов оказались противоречивыми. Значение относительной биологической эффективности ^{14}C , установленное разными исследователями⁷ по показателям генных мутаций (фаг, дрожжи, дрозофила), хромосомных aberrаций (корешки лука и проростки бобов) и репродуктивной гибели клеток (культура ткани и бактерии), колеблется от 1 до 20. Видимо, это связано с разными условиями опытов, разнообразием тестов и условий облучения. Материалы исследований на теплокровных животных нам неизвестны.

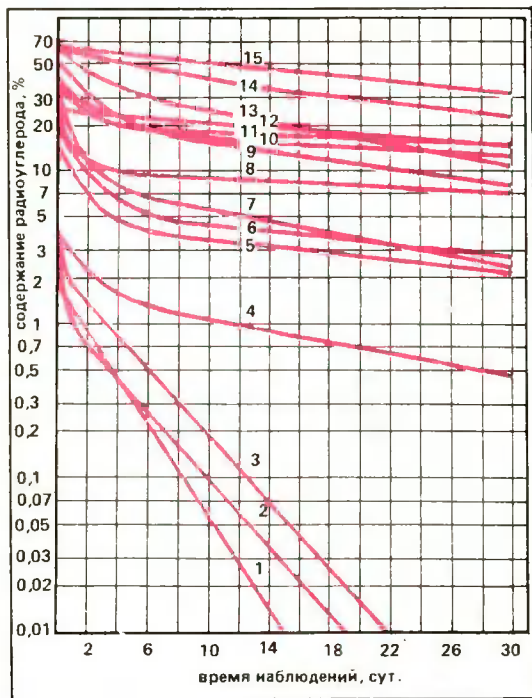
Мы изучали биологическое действие остропоражающих доз радиоуглерода на мышей, используя органические соединения, которые могут моделировать поступление

нуклида в составе белков (^{14}C -глицин), жиров (^{14}C -стеариновая кислота), а также ^{14}C -янтарную кислоту, соединенные, образующиеся в организме в результате окисления углеводов, белков и жиров (т. е. всех основных пищевых продуктов) и их взаимных превращений в клетках. Состояние животных оценивали по клиническим, гематологическим, физиологическим, биохимическим, иммунологическим и патологоанатомическим показателям.

Облучение животных было длительным, относительно равномерным. Различия в поглощенных дозах (их оценивали по данным специальных радиометрических исследований) в органах и тканях, за исключением жировой, дозы облучения которой были выше среднетканевых примерно в два-три раза, не превышало 1,5. К концу первого месяца дозы формировались примерно на 50 %, а в течение трех-шести месяцев (в зависимости от соединения) — на 90 %. Отмеченные особенности облучения имеют принципиальное значение в оценке биологической эффективности радиоуглерода, который характеризуется сравнительно невысокой радиотоксичностью, определяемой формой соединения. Для глицина доза, вызывающая гибель 50 % животных за 30 сут (СД 50/30), равна 6,3 Мбк/г массы тела. К моменту гибели 50 % мышей (средняя продолжительность жизни $17,5 \pm \pm 1,5$ сут) среднетканевая доза составила 8—1 Гр при мощности 0,08—0,02 сГр/мин. Тяжелые радиационные поражения мышей со смертельным исходом в течение первого месяца при введении ^{14}C -стеариновой кислоты (2,2 Мбк/г) связаны с тем, что на единицу введенной активности формируются более высокие дозы внутреннего облучения.

По результатам исследований биологического действия ^{14}C -глицина, с учетом особенностей метаболизма и формируемых величин поглощенных доз на единицу введенной активности, мы оценили токсичность и других соединений радиоуглерода. Оказалось, что токсичность ^{14}C -карбоната и бикарбоната натрия в 130 раз ниже, чем ^{14}C -глицина, ^{14}C -карбоната калия и кальция — соответственно в 85 и 30 раз, ^{14}C -глюкозы, ^{14}C -глюкозамина и ^{14}C -янтарной кислоты — примерно в четыре раза, ^{14}C -валина, ^{14}C -этилового и ^{14}C -метилового спиртов — почти такая же, как токсичность ^{14}C -глицина, а ^{14}C -триптофана, и ^{14}C -пальмитиновой кислоты — примерно в четыре-пять раз выше. Учитывая содержание углеводов, белков и жиров в суточном рационе мышей, мы рассчитали, что доза нуклида,

⁷ См., например: Кузин А. М., Исаев Б. М., Хвостова Б. М. и др. Эффективность биологического действия ^{14}C при его включении в живые структуры // Радиационная генетика. М., 1962. С. 267—273; Кузин А. М., Глембоцкий Я. Л., Лапкин Ю. А. // Радиобиология. 1964. Т. 4. № 6. С. 804—809; Александров С. Н., Попов Д. К., Стрельникова Н. К. // Гигиена и санитария. 1971. № 3. С. 63—66; Arélgot S. Effect létal de la désintégration d'atomes radioactifs [^3H , ^{14}C , ^{32}P] incorporés dans lactéous // Biological effects of transmutation and decay of incorporated radioisotops. Vienna, 1968. P. 147—163.



Содержание радиоуглерода в организме крыс при однократном введении в форме: ^{14}C -бикарбоната натрия (1), ^{14}C -карбоната натрия (2), кальция (3) и кальция (4), ^{14}C -янтарной кислоты (5), ^{14}C -глюкозамина (6), ^{14}C -глюкозы (7), ^{14}C -этилового (8) и метилового (9) спиртов, ^{14}C -валлина (10), ^{14}C -глицерина (11), ^{14}C -стеариновой кислоты (12), ^{14}C -глицина (13), ^{14}C -триптофана (14) и ^{14}C -пальмитиновой кислоты (15).

вызывающая гибель 50 % животных за 30 сут, приблизительно равна 15 МБк/г массы тела.

В клиническом течении острых поражений нуклидом, поступающим с пищей, не было существенных отличий от лучевой болезни, вызванной внешним γ -облучением, так же выделялись известные периоды: скрытый, выраженных проявлений болезни и восстановительный (выздоровление или переход болезни в хроническую форму). Изменения показателей крови, по которым обычно судят о тяжести болезни, были типичными, нарушение обмена проявлялось в ожирении животных, отчетливо фиксировалось бластомагенное (опухолеродное) действие нуклида. При остром поражении они резко теряли свою массу и погибали на фоне глубокой лейкопении (низком содержании лейкоцитов в периферической крови). Тяжелые и средней тяжести поражения перешли в хроническую форму, медленно восстанавливались показатели крови. Выздоровление крайне затянулось. Про-

должительность жизни (в зависимости от тяжести поражения) была существенно ниже, чем у контрольных мышей.

Концепция беспорогового действия ионизирующей радиации поставила проблему малых доз. Опасность доз на уровне естественного облучения связывают в основном с индуцированием мутаций (их число определяется величиной поглощенной дозы) в соматических и половых клетках. Мутации в соматических клетках приводят к росту злокачественных новообразований и другим нарушениям, в половых — к снижению воспроизводительной функции, отклонению нормального развития и наследственным болезням. При воздействии малых доз возможны медленно развивающиеся нарушения с широким индивидуальным разбросом, зависящим от исходного состояния организма и его наследственных особенностей.

Биологическое действие малых доз углерода-14 в условиях хронического поступления мы исследовали в опытах на крысах. Животные восьми групп получали его ежедневно с питьевой водой в форме ^{14}C -глюкозы в течение всей жизни в количестве 92,5; 18,3; 13; 1,9; 1,3; 0,2; 0,1 и 0,01 кБк/г массы тела. Среднетканевые поглощенные дозы составили соответственно 233; 47; 11,5; 1; 0,5; 0,1 и 0,01 МгР в год. Состояние крыс оценивалось клиническими, гематологическими, физиологическими, биохимическими, иммунологическими и морфологическими показателями.

В начальный период состояние подопытных и контрольных животных существенно не отличалось, но в последующем выявились функциональные изменения, которые можно оценить как реакцию на облучение. И в конце опытов (в основном в трех первых группах) обнаружилась морфологическая патология в легких, почках и печени, снизилась воспроизводительная функция. Видимо, в начальный период организму удается компенсировать нарушения, но затем, по мере накопления радиационных повреждений сказывается недостаточность механизмов репарации и адаптивных реакций. В результате снижаются устойчивость организма к другим неблагоприятным факторам внешней среды и продолжительность жизни.

Состояние крыс, облученных меньшими дозами (четвертая — восьмая группы), оставалось без существенных изменений в течение всего опыта, хотя и проявлялась тенденция к более раннему появлению опухолей молочных желез по сравнению с контрольными животными. Количест-

Таблица 3

Возможные соматические и генетические последствия облучения человека антропогенным радиоуглеродом

Годы	Поступление ^{14}C в атмосферу, Бк	Доза облученна тела, мГр/г	Доза облученна половых клеток мГр/г	Злокачественные опухоли, число случаев на 10^6 чел.	Тяжелые врожденные дефекты, число случаев на 10^6 новорожденных
1990	$18,5 \cdot 10^{16}$ (50)*	$6 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$	0,1	0,3
1995	$3,7 \cdot 10^{17}$ (100)	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$6 \cdot 10^{-3}$	0,2	0,06
2000	$7 \cdot 10^{17}$ (185)	$2,2 \cdot 10^{-2}$	$1,1 \cdot 10^{-2}$	0,4	0,1
2005	$12,2 \cdot 10^{17}$ (320)	$3,8 \cdot 10^{-2}$	$1,9 \cdot 10^{-2}$	0,8	0,15

* Доля от природного ^{14}C , %.

венные различия, однако, оказались статистически недостоверными.

Генетические эффекты действия радиоуглерода мы изучали (совместно с сотрудниками Института общей генетики РАН В. А. Шевченко, М. Д. Померанцевой и Л. К. Рамайя) на разных стадиях сперматогенеза у мышей при однократном, длительном и хроническом введении самцам ^{14}C -глюкозы. Через три месяца после однократного введения нуклида дозы облучения составили 0,22; 0,5; и 1,01 Гр, при длительном — 0,74 и 1,47 (к концу опыта) и хроническом — 0,066 и 0,013 Гр/год.

Мы сопоставили частоту доминантных летальных мутаций в пост- и премейотических половых клетках, частоту реципрокных транслокаций (обмена двумя участками между гомологическими хромосомами) в сперматогониях и частоту встречаемости аномальных головок спермиев с этими же показателями при действии внешнего γ -излучения. Выяснилось, что относительная генетическая эффективность радиоуглерода составляет примерно 1—2, причем трансмутационные последствия не выявляются — видимо, ^{14}C -глюкоза не проникает в ДНК половых клеток. Наши выводы вряд ли следует считать окончательными, радиационное действие на живой организм требует множества специальных исследований.

Итак, мы имеем некоторые экспериментальные результаты по действию разных доз радиоуглерода на животных. Можно ли на основании этого оценить соматические и генетические последствия в человеческой популяции при повышении концентрации нуклида? Мы попытались сделать это (табл. 3), приняв во внимание, что при происходящем глобальном загряз-

нении окружающей среды радиоуглеродом устанавливается равновесие в цепи «атмосфера — продукты питания — человек» с коэффициентом дискриминации во всей цепочке, равным 1;

ядерные испытания в атмосфере прекращены;

существует беспороговое линейное соотношение доза/эффект.

При генетической эффективности нуклида, равной 1 (без трансмутаций), можно ожидать, что число онкогенных заболеваний со смертельным исходом в популяции из 10^6 человек и среди 10^6 новорожденных при облучении в дозе 10^6 чел.-Гр составит 124 и 40 случаев соответственно. Для сравнения отметим: смертность от новообразований различной этиологии и локализации (без учета действия ионизирующего облучения) достигает 1500—2000 случаев в год в такой же популяции людей, а естественная частота генетических нарушений — 60 тыс. случаев на 10 млн. детей, причем 16 тыс. — тяжелые дефекты.

Итак, воздействию глобального радиоуглерода — углерода-14 — подвергаются все представители растительного и животного мира. Не исключено, что в экосистемах существуют менее устойчивые объекты, чем человек, потому повышение концентрации радиоуглерода во внешней среде представляет не только гигиеническую, но и экологическую проблему. Отсутствие явного генетического груза как результата облучения естественным радиоуглеродом, видимо, связано с выработкой в ходе эволюции защитных механизмов, которые устраняют мутационные повреждения на разных стадиях развития организмов. Но с увеличением доз облучения эти механизмы могут оказаться недостаточно эффективными.

Преемственность традиций

К юбилею Кольцовского института

Академик Н. Г. Хрущов,
директор Института биологии развития им. Н. К. Кольцова РАН
Москва

ИНСТИТУТ биологии развития (ИБР) им. Н. К. Кольцова Российской академии наук в этом году отметил свой 25-летний юбилей. Он был создан по инициативе академика Бориса Львовича Астаурова в 1967 г. для изучения проблем тогда еще относительно молодой междисциплинарной науки — биологии развития. Однако история института началась значительно раньше. ИБР возник не на пустом месте, скорее, это было объединение научных коллективов со своими традициями и многолетним опытом исследований в области генетики, цитологии, экспериментальной эмбриологии, гистологии, биохимии, физиологии и т. п. Большая часть этих коллективов начала формироваться еще в Институте экспериментальной биологии, созданном в 1917 г. учителем Астаурова выдающимся русским биологом Николаем Константиновичем Кольцовым (1872—1940), основателем многих направлений экспериментальной биологии в нашей стране (генетики, цитологии, эндокринологии и др.), предсказавшим еще в 1927 г. существование «наследственных молекул» и матричный принцип их репликации (размножения). Но Кольцовский институт под своим первоначальным названием не просуществовал и четверти века. В 1938 г. он был переведен из системы Наркомздрава РСФСР в Академию наук СССР и преобразован в Институт цитологии, гистологии и эмбриологии. После печально знаменитой августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 г. этот институт вместе с Институтом эволюционной морфологии им. А. Н. Северцова реорганизованы в объединенный Институт морфологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР. Генетика, многие разделы цитологии и эмбриологии были объявлены вне закона и морально реабилитированы лишь во второй половине 60-х годов. Однако школу Кольцова не удалось «до основания разрушить». Многие его ученики и последователи во главе с Астауровым смогли объеди-

ниться в одном учреждении. С 1976 г. Институт биологии развития носит имя своего фактического основателя — Николая Константиновича Кольцова и по праву может считаться прямым полноправным наследником Института экспериментальной биологии.

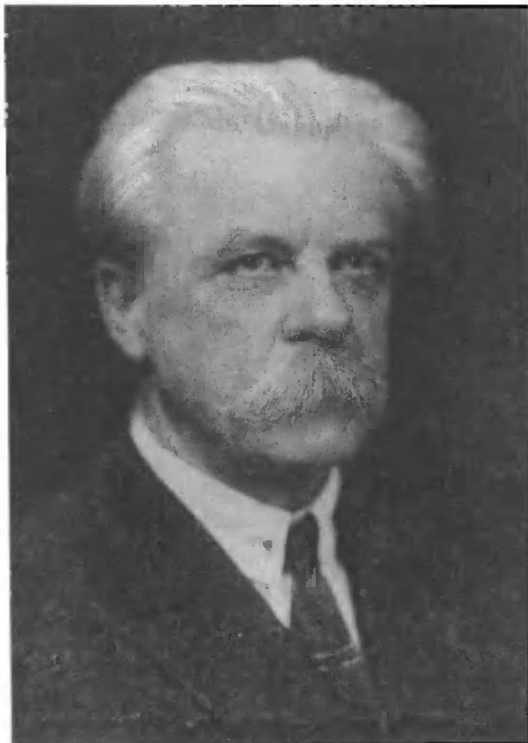
75-летняя история Кольцовского института — отражение драматических событий в стране, в ее науке, прежде всего биологической, культуре, образовании. Многое может и должно стать предметом анализа историков и ученых. Почему в крайне неблагоприятных условиях сохранилось детище Кольцова и традиции его школы; какими должны быть принципы оптимальной организации научного учреждения; какова роль личности ученого-лидера, руководителя научной школы; подготовка научных кадров и образование народа; роль государственных, властных структур и развитие науки — вот перечень некоторых вопросов, которые могут изучаться на примерах из непростой и поучительной жизни Кольцовского института.

История его подразделена на несколько периодов. Первый (с 1917 г. до начала 30-х годов) — организация института, создание всемирно известной школы генетиков и цитологов. О тщательной подготовке и крайне ответственном отношении Кольцова к организации института и выбору основных, главных направлений исследований говорят публикации тех лет. Так, в 1915 г. в «Природе» Кольцов публикует статью «Национальная организация науки», в 1916 г. в газете «Русские ведомости» — статью «Проект нового биологического института в Москве» и реферат в «Природе» — «Организация эмбриологических исследований в Америке». В 1917 г. выходят еще две его статьи в «Природе»: «Организация клетки. Статья первая. Постановка проблемы» и «Исследовательские институты в Соединенных Штатах Америки».

Нельзя забывать, что Институт экспериментальной биологии начинал свою жизнь в тяжелых условиях первой мировой и гражданской войн. «Первые годы развития Института были трудны, главным образом, из-за



Старое здание Института экспериментальной биологии на ул. Обуха в Москве.



Николай Константинович Кольцов (1872—1940). Директор Института экспериментальной биологии с 1917 по 1938 г.

отсутствия связи с мировой наукой. Но мы научились использовать на 100 % каждую попавшую к нам случайно иностранную научную книгу, каждый отдельный оттиск экспериментальной работы, оживленно обсуждая их совместно». Кольцов вынужден был избрать такие направления исследований, «для постановки которых трудности и даже невозможность получения специального оборудования из-за границы во время империалистической войны и блокады не служила бы препятствием»². «Боевой проблемой» молодого института стала общая и прикладная генетика в обрамлении других новейших отраслей экспериментальной биологии — цитологии, эндокринологии, физико-химической биологии, гидробиологии, механики развития, зоопсихологии.

Принципы организации института, выбор научных направлений поражают прозорливостью. Самоотверженная кипучая деятельность Кольцова позволила ему вместе со

своими учениками объединить в одном учреждении далеко разошедшиеся специализированные дисциплины для всестороннего изучения общих биологических проблем. Преимущество взаимного сотрудничества наук перед ограниченностью тенденций «политики splendid isolation» (великолепной, блестящей изоляции) дисциплин Кольцов ярко показывал на примере изучения проблемы развития организмов. Он писал, что «для физиологии развития очень важно связать свою научную область с генетикой, цитологией и биохимией. Вот почему я так дорожу организацией своего Института экспериментальной биологии, где все эти научные течения объединены в единое целое»³. Эти слова дают полное право считать Кольцова идейным основоположником современной многодисциплинарной науки — биологии развития.

Институт экспериментальной биологии был фундаментом, опорной базой многосто-

¹ Кольцов Н. К. Организация ялетки. М., 1936. С. 28.

² Там же.

³ Кольцов Н. К. // Бюлл. журн. 1935. Т. 4, № 5. С. 753.



Григорий Константинович Хрушов (1897—1962). С 1939 по 1949 г.— директор Института цитологии, гистологии и эмбриологии АН СССР.

ронней деятельности его директора. «Н. К. Кольцов был полной противоположностью тем ученым, которые уходят от жизни в тишину своих лабораторий. Общественно-научная организационная деятельность была его подлинной стихией, атмосферой, без которой он не мог дышать и творить. Эта его черта в сочетании с кипучей энергией, с умением привлечь и заразить своим оптимизмом и энтузиазмом молодежь и с редким по остроте чувством нового в науке обусловили то, что Н. К. Кольцов стал одним из признанных создателей экспериментальной биологии в нашей стране, творцом школ и направлений в целом ряде ее отраслей»⁴.

Исключительно плодотворной в эти годы была деятельность Кольцова по организации научной печати, пропаганде достижения науки, народного просвещения и образования. Он издает, редактирует многие журналы, активно сотрудничает в них как автор,



Алексей Алексеевич Заварзин (1886—1945). Директор Института цитологии, гистологии и эмбриологии АН СССР с 1944 по 1945 г.

выступает с радиолекциями, пишет популярные брошюры с глубокими и доходчивыми краткими рекомендациями («страничками для читателя и народного учителя»). Велики заслуги Кольцова в создании научного кино в нашей стране.

С появлением в 1912 г. журнала «Природа» Кольцов — активный член редакционного совета и постоянный автор статей, рецензий, рефератов и т. п. С 1914 г. он становится (вместе с Л. А. Тарасевичем) соредактором журнала и остается его вдохновенным руководителем в течение 16 лет до момента перевода издания журнала из Москвы в Ленинград в 1950 г. «В том, что «Природа» стояла и стоит в ряду лучших научно-популярных естественно-исторических журналов мира, есть великая доля заслуг Н. К. Кольцова,— писал академик Б. Л. Астауров»⁵.

К началу 30-х годов Кольцовский институт становится центром научной жизни стра-

⁴ Астауров Б. Л. Николай Константинович Кольцов. М., 1976 (Биобиблиография ученых СССР).

⁵ Там же.



Борис Львович Астауров (1904—1974). Возглавлял Институт биологии развития с 1967 по 1974 г.

ны, одним из признанных ведущих экспериментально-биологических учреждений мира. Достаточно вспомнить имена ученых, работавших в институте: С. С. Четвериков, Н. В. Тимофеев-Ресовский, Д. П. Филатов, А. С. Серебровский, Б. Л. Астауров, П. И. Живаго, А. В. Румянцев, Б. В. Кедровский, И. А. Рапопорт, В. В. Сахаров, В. П. Эфроимсон и др. В этот второй период своего развития институт вступил в пору полной сил зрелости, открывавшей блестящие перспективы.

Однако морально-политическая обстановка в стране нарушила логику развития института. С середины 30-х годов началась кампания гонений на Кольцова и его школу. Высокий авторитет, глубина и широта взглядов Кольцова, яркое и непреклонное отстаивание им научной истины не могли ужиться с безграмотной наглостью постулатов Лысенко, подкрепляемых положениями «всепобеждающего» учения догматиков-философов, возглавляемых академиком М. Б. Митиным. По словам последнего, его работы объединяла «одна задача: критика реакционного, менделеевско-моргановейсманистско-

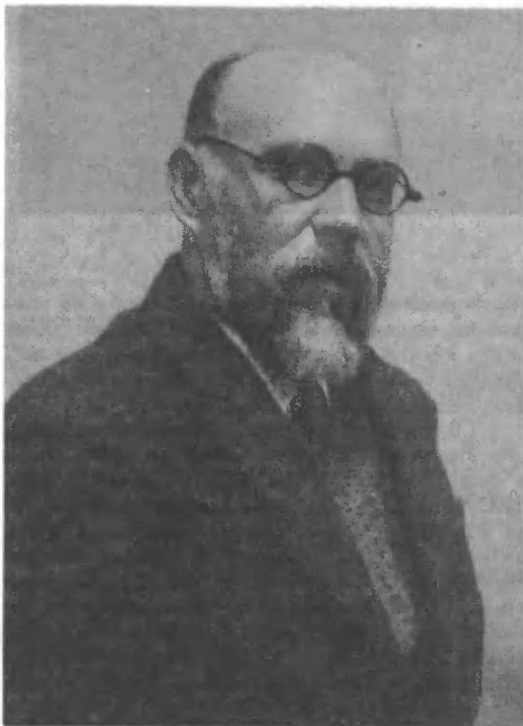
го направления в биологии и борьба за торжество подлинно научного, материалистического направления в биологической науке»⁶. Каковы были «средства борьбы за торжество», сейчас хорошо известно.

В 1938 г. под предлогом реорганизации Института экспериментальной биологии и передачи его в систему Академии наук СССР Кольцов был отстранен от директорства. 2 декабря 1940 г. Кольцов скончался, а его детище под названием «Институт цитологии, гистологии и эмбриологии» просуществовало до 1948 г. Несмотря на тяжелейшие условия сталинских репрессий и военного времени, коллектив института продолжал работать, самоотверженно оберегал традиции кольцовой школы. Оставаясь авторитетным центром биологической науки, он привлекал молодых и уже известных специалистов. В годы войны в его стенах появились такие яркие ученые, как Д. Н. Насонов, В. Я. Александров, а в конце 1943 г. из Томска переехал академик А. А. Заварзин, который последние полтора года своей жизни возглавлял институт.

⁶ Митин М. Б. За материалистическую биологическую науку. М.—Л., 1949.



Сергей Сергеевич Четвериков (1880—1959), генетик.



Александр Сергеевич Серебровский (1892—1948), генетик.



Борис Васильевич Кедровский (1896—1970), генетик.

После августовской сессии ВАСХНИЛ на Кольцовский институт, как и на всю биологическую науку страны, обрушился очередной, наиболее сильный удар. 24—26 августа

1948 г. на расширенном заседании Президиума Академии наук СССР, традиционно закончившемся обращением к Сталину, было дано обещание «решительно исправить



Петр Иванович Живаго (1883—1948), цитолог.

допущенные им ошибки, перестроить работу Отделения биологических наук и его институтов и развивать биологическую науку в подлинно материалистическом, мичуринском направлении⁷. В том же номере «Правды» в постановлении Президиума АН СССР сообщалось о ликвидации в Институте цитологии, гистологии и эмбриологии лабораторий цитогенетики (зав. Н. П. Дубинин) и ботанический цитологии (зав. М. С. Навашин). И. И. Шмальгаузен был снят с поста директора Института эволюционной морфологии, и его лаборатория фенотипа ликвидирована. Было поручено в месячный срок представить проект реорганизации двух упомянутых институтов. В результате очередного насильственного акта с 1949 по 1967 г. оставшиеся сотрудники двух институтов (Кольцовского и Института эволюционной морфологии) трудились под вывеской объединенного Института морфологии животных им. А. Н. Северцова.

Сберечь силы, сохранить профессио-



Дмитрий Петрович Филатов (1876—1943), эмбриолог.

нализм генетиков, цитологов и других биологов в эти годы было крайне сложно. Следовала череда злобеще похожих идеологических кампаний, насильственно внедряющих отвергнутые наукой предствления О. Б. Лепешинской о живом веществе, догматические декларации под видом учения Павлова и т. п. Всячески поощрялась «борьба с вирусизмом», дискредитация работ А. Н. Северцова и его учеников и т. п. Современная генетика, цитология и другие новейшие направления биологии находились в своеобразном легальном и нелегальном научном подполье.

События в стране, именуемые обычно оттепелью, вселили надежду, дали возможность восстановить и развивать некоторые отрасли новейшей биологии. Условия для этого были, однако, далекими от благоприятных. Влияние Лысенко и его окружения на высшие партийные и государственные сферы оставалось все еще очень сильным.

Лишь в 1967 г. благодаря инициативе Астаурова, при поддержке президента Академии М. В. Келдыша удалось воссоздать Кольцовский институт в виде Института биологии развития. Роль Астаурова как дирек-

⁷ Правда. 1948. 27 августа.



Алексей Всеволодович Румянцев (1889—1947), гистолог.

тора института трудно переоценить. От него требовалось огромное напряжение духовных и физических сил для претворения в жизнь научных и организационных планов. Во всемогущих идеологических структурах Астауров и его институт не пользовались, мягко говоря, благосклонностью. Ситуация не менялась вплоть до 80-х годов. Любой повод мог быть основанием для внеплановых проверок, отвлекающих сотрудников института от продуктивной работы. В штывы встречались попытки реабилитировать имя и дела Кольцова. Только в 1976 г. институту было присвоено имя Н. К. Кольцова, но Астауров не дождал до этого дня.

В поучительной истории Кольцовского института обращают на себя внимание те высокие нравственно-этические принципы самоотверженного отношения к науке, гражданской ответственности, человеческой порядочности, которые во многом благодаря личному примеру Кольцова глубоко укоренились в его учениках и последователях. Этот дух Кольцовского института давал силы переживать трудные и драматичные време-



Николай Владимирович Тимофеев-Ресовский (1900—1981), генетик.

на. Опираясь на здоровые нравственные начала, ученые, взявшие на себя ответственный груз руководства коллективом вслед за Кольцовым (Г. К. Хрущов, А. А. Заварзин, М. С. Мицкевич, Б. Л. Астауров, Т. М. Турпаев), смогли в сложнейших условиях находить пути для продуктивной научной работы, сохранять традиции, оберегать достоинство ученых и их убеждения.

Сегодня Институт биологии развития им. Н. К. Кольцова — хорошо известный в мире ведущий научный центр, концентрирующий исследования в одном из быстро развивающихся направлений современной биологии. В стенах института изучаются многообразные процессы индивидуального развития, преимущественно животных, на молекулярно-генетическом, клеточном, тканевом, органном и организменном уровнях. Девиз магистрального пути биологии развития сегодняшнего дня — «From DNA to body plan» («От ДНК к плану строения организма»), от генетических элементов к сложнейшим структурам клеток, к клеточным ансамблям органов и тканевых систем. Наполнить конкретным содержанием все строго скоординированные во времени события — звенья заложенной в одной зародышевой клетке программы развития — труднейшая и увлекательная задача, огромное поле для приложения сил, ума и таланта широкого круга специалистов.

Самые разнообразные исследования проблем развития организмов объединяют-



Владимир Владимирович Сахаров (1902—1969), генетик.



Владимир Павлович Эфромсон (1903—1991), генетик.

ся двумя ключевыми для биологии развития проблемами. Первая — выяснение механизмов клеточной дифференцировки, появления в онтогенезе многообразия половых и специализированных соматических клеток. Вторая — выяснение механизмов взаимодействия этих клеток между собой. Понимаемая в широком плане проблема межклеточных взаимодействий включает в себя и контактные взаимодействия, и дистантные — с помощью гуморальных веществ (гормонов, факторов роста и т. п.), и пространственные, позиционные, формообразовательные процессы.

Работы в ИБР РАН проводятся в нескольких направлениях. Это — изучение реализации генетической информации в развитии, а также при канцерогенезе и регенерации; анализ механизмов клеточной дифференцировки в норме и патологии; исследование молекулярно-генетических основ межклеточных взаимодействий, индукционных механизмов, пролиферации клеток при различных морфогенезах. В самостоятельное направление выделено изучение цитогенетики способов размножения и регуляции пола у животных. Изучаются также нейрогумо-



Иосиф Абрамович Рапопорт (1912—1991), генетик.

ральные и эндокринные регуляции в онтогенезе, некоторые аспекты популяционной генетики и феногенетики.

Особенность биологии развития как многодисциплинарной науки, использующей для решения своих проблем все многообразие живых организмов и весь спектр физиологических и патологических процессов, определяет ее теснейшие связи с практикой здравоохранения, сельского хозяйства, охраны природы, биотехнологии и т. п. Практически значимые работы в Институте биологии развития, как и в других академических учреждениях, изучающих фундаментальные проблемы, имеют свои особенности. По этому поводу уместно вспомнить слова Астаурова: «Если теория без практики мертва, то практика без теории слепа, и можно добавить, что пресна для тех, кто раз ощутил вкус подлинной науки, как это было со мной — воспитанником четвериковской генетической лаборатории и кольцовской школы»⁸.

«Пресные», ориентированные на практику работы превращаются в увлекательные живые исследования при их органической связи с выяснением ранее неизвестных фундаментальных биологических явлений. Ярким примером служат работы Астаурова и его учеников по партеногенезу и регуляции пола у тутового шелкопряда. Выдающиеся практические результаты В. А. Струнникова по получению новых пород и гибридов шелкопряда неотделимы от не менее существенных достижений в исследовании принципиальных механизмов гетерозиса и изменчивости⁹.

Результаты многих работ сотрудников института служат основой для создания но-

вых сортов растений, оригинальных биотехнических приемов в рыбоводстве и животноводстве для разработки тест-систем при скрининге биологически активных, лекарственных и других веществ для мониторинга состояния окружающей среды. Ряд исследований входит составной частью в проблемы природы злокачественного роста, трансплантации органов и тканей, радиационных поражений, действия космических и других экстремальных факторов, регенерационных процессов и заживления ран и др.

Краткий перечень направлений проводимых ИБР работ свидетельствует об их большом и теоретическом, и практическом значении. Вызывает, однако, опасение возможность продолжения исследований на высоком уровне современных требований науки. Тревожит отношение государства и общества к проблемам обеспечения науки и образования. Несомненно благотворное влияние новой, освежающей политической атмосферы в стране. Но наука требует вдумчивого, с оценкой перспективы внимания и ответственности, и властных структур. Наука требует все больше затрат для непрерывного развития. Приостановка исследований, откладывание вопросов обеспечения науки и образования «на потом» обернутся для страны в будущем большим ущербом — и материальным, и моральным, нравственным. Общество, которому дорого его будущее, в любых условиях должно находить достаточные средства для поддержания науки и образования на достойном уровне.

В современных сложных условиях Институту биологии развития им. Н. К. Кольцова важно отыскать пути для сохранения лучших традиций научной кольцовской школы, сделать лаборатории института привлекательным местом для молодых, талантливых исследователей. Как это осуществить?..

Новые планы и надежды. Новые проблемы и трудности.

История Кольцовского института продолжается.

⁸ Астауров Б. Л. К итогам моей научной деятельности в области генетики // Историко-биологические исследования. М., 1978. Вып. 6. С. 140.

⁹ Струнников В. А. Получение и перспективы практического использования генетических копий тутового шелкопряда // Природа. 1982. № 1. С. 57—68.



arc info

ARC/INFO™ - это мощное, универсальное и наиболее распространенное в мире средство

- * создания геоинформационных систем
- * обеспечения автоматизированного картирования
- * оперативного принятия решений

ARC/INFO — система, позволяющая работать с любыми видами информации, имеющей пространственный аспект, т. е. «привязку» к территории. С помощью ARC/INFO можно легко получить в цифровой форме любую карту, схему, видеоизображение или рисунок, ввести табличные, статистические и другие тематические данные. ARC/INFO позволяет работать с сериями карт, накладывая одну карту на другую и проводить их сопряженный анализ, создавать «твердые» копии необходимых карт, схем и других географических материалов.

ARC/INFO — революционная западная технология из списка КОКОМ, ограничения на поставку которой в СНГ были сняты только в последнее время.

Эта система удобна для создания земельных, лесных, геологических и других кадастров, принятия хозяйственных решений по организации промышленности, сельского хозяйства, рационального природопользования, охраны окружающей среды и т. д.

ARC/INFO применяется также для принятия решений по обустройству, преобразованию и использованию городских территорий, перераспределению, учету и приватизации жилого фонда, организации и контролю коммуникаций, оптимизации работы транспорта, служб скорой помощи, милиции, пожарных служб, подготовки выборов, подведению итогов переписи населения, составления туристических маршрутов и др.

Система ARC/INFO с успехом используется коммерческими структурами для маркетинговых исследований, военными ведомствами — для подготовки и проведения боевых операций и оборонного строительства.

Среди 17 000 пользователей ARC/INFO в 80 странах мира — муниципалитеты Лос-Анджелеса, Парижа и Гонконга, районные полицейские участки и Диснейленд, ЮНЕСКО, ФАО, ЮНЕП, ВМО, ВОЗ и другие организации ООН, университеты, академические институты и управления школ, Международный банк, компания «Локхид», Пентагон, ВВС Швеции, различные национальные парки, нефтяные компании, лесхозы и многие другие организации.

Если Вы уже работаете в системе ARC/INFO и Вашему заказчику необходимо получить выполненную Вами работу в электронном виде, Вам не обойтись без современного пользовательского пакета ArcView™.

ArcView — это мощное средство анализа и отображения географической информации, не требующее специальной предварительной подготовки пользователя. Эта система позволит Вам осуществлять сложные запросы по имеющейся базе данных, исследовать обширные географические районы и составлять высококачественные цветные карты простым нажатием кнопки.

Приверженцам AutoCAD™ не обязательно отказываться от полюбившейся им системы. В этом им поможет ArcCAD™ — новейший программный продукт, объединяющий в себе преимущества геоинформационной системы и системы автоматизированного проектирования — ARC/INFO и AutoCAD.

Совместное предприятие «Дата+», учрежденное Институтом географии Российской академии наук и американским Институтом исследований систем окружающей среды (ESRI), — эксклюзивный в СНГ дистрибьютор ARC/INFO и других программных продуктов, разработанных всемирно известным ESRI, Inc. Ознакомиться с этими продуктами и получить дополнительную информацию можно по адресу:

Квантовый парадокс Зенона

Р. А. Аронов

Быть может, прежде губ уже родился шепот,
И в бездревесности кружились листья,
И те, кому мы посвящаем опыт,
До опыта приобрели черты.

О. Э. Мандельштам



Рафаил Аронович Аронов, кандидат философских наук, проректор Государственной еврейской академии им. Маймонида. Профессиональные интересы лежат в области философии естествознания. Автор многочисленных работ по этой тематике. Публиковался в «Природе».

В ПОСЛЕДНЕЕ время в центре дискуссий о философских основаниях квантовой механики наряду со «старыми» именами (Л. де Бройля, А. Эйнштейна, Н. Бора, В. Гейзенберга, В. А. Фока, М. А. Маркова и др.) появилось «новое» — Зенона Элейского (ок. 490—430 г. до н. э.). А к известным квантовым парадоксам прибавился еще один — так называемый парадокс Зенона. Почему физики решили потревожить тень великого грека, каков физический и философский смысл этого парадокса?

ПОЗИЦИЯ Е. СУДАРШАНА, Б. МИСРЫ
И Л. А. ХАЛФИНА

То, что получило в литературе название квантового парадокса Зенона, по мнению его авторов Л. А. Халфина, Е. Сударшана и Б. Мисры, является продуктом квантовой механики¹. На первый взгляд, это действительно так. Аппарат квантовой механики позволяет вычислить вероятность того, что спустя достаточно малый промежуток времени t нестабильный квантовый объект будет обнаружен в исходном нераспавшемся состоянии. Вероятность его «выживания» $W(t) \approx 1 - at^2$, где a — коэффициент, зависящий от относительных энергетических характеристик (дисперсии энергии) квантового объекта. Если его наблюдение осуществляется в n раз чаще, вероятность его обнаружения в исходном состоянии (спустя тот же промежуток времени t) $W(n, t/n) \approx (1 - at^2/n^2)^n$, и, следовательно,

$$\lim_{n \rightarrow \infty} W(n, t/n) = 1.$$

© Аронов Р. А. Квантовый парадокс Зенона.

¹ Халфин Л. А. // Успехи физ. наук. 1990. Т. 160. Вып. 10. С. 185; Misra B., Sudarshan E. C. G. // J. of Mathematical Physics. 1977. V. 18. N 4. P. 756; Petrovsky T., Tasaki S., Prigogine I. // Physica. A. 1991. V. 170. N 2. P. 306.

Таким образом, оказывается, что вероятность сохранения квантового объекта в нестабильном состоянии (его «выживания») растет с увеличением частоты его наблюдений познающим субъектом, желающим выяснить, распался этот объект или нет, и в пределе (при «непрерывном» наблюдении) стремится к единице. Это означает, что нестабильный квантовый объект, находящийся под непрерывным наблюдением, никогда не распадется.

«...Начальное (нестабильное) состояние «замерзает» и никакой квантовой динамики во времени вообще не происходит (!), — комментирует этот результат Халфин. — Это удивительное предсказание современной квантовой теории носит естественное название квантового парадокса Зенона»².

Между тем, как нетрудно понять, в самом по себе тезисе, согласно которому нестабильный квантовый объект, находящийся под непрерывным наблюдением, сохраняется в исходном состоянии, нет ничего парадоксального. Парадокс возникает тогда, когда при этом роль познающего субъекта-наблюдателя гипертрофируется. В этом случае квантовый парадокс Зенона предстает как следствие увеличения частоты взаимодействия субъекта с объектом: чем чаще познающий субъект-наблюдатель интересуется тем, в каком состоянии находится квантовый объект, тем дольше объект сохраняется в этом состоянии.

Это действительно парадокс, но отнюдь не квантовый: гипертрофирование роли познающего субъекта-наблюдателя — следствие не самой по себе квантовой механики, ее аппарата, а вполне определенной их интерпретации. Покажем это.

НЕКОММУТАТИВНАЯ ПАРАДИГМА И РЕАЛЬНОСТЬ

В ряде статей³ мы проанализировали физические и философские основания той глубокой аналогии, которая существует между квантовой механикой и теорией относительности. Этот анализ свидетельствует о том, что квантовая механика (подобно теории относительности) может быть последовательно интерпретирована как субъективный образ таких форм объективной реальности, для которых характерна относитель-

ность, специфическая связь некоторых фундаментальных свойств материальных объектов и взаимоотношений между ними, выступавших как абсолютные, независимые друг от друга в области применимости классической физики. Речь идет о свойствах квантовых объектов и взаимоотношений между ними, математически описываемых в теории с помощью некоммутативных величин, для которых от перемены мест сомножителей произведение меняется ($uv \neq vu \neq 0$). В области применимости классической физики ничего подобного нет: все известные нам свойства классических макроскопических объектов и взаимоотношений между ними математически описываются с помощью коммутативных величин, для которых uv не отличается от vu .

Исторически процесс изучения свойств материальных объектов и взаимоотношений между ними в области применимости квантовой механики, естественно, начался с экстраполяции на нее коммутативной парадигмы классической физики. Тот факт, что она оказалась неспособной адекватно представлять в теории ряд фундаментальных свойств материальных объектов в этой области, был воспринят физиками как одно из доказательств несостоятельности квантовой механики как теории квантовых объектов. П. А. М. Дирак вспоминал впоследствии: «Гейзенберг чрезвычайно встревожился, когда заметил, что uv отличается от vu ... Обнаружив некоммутативность, Гейзенберг решил, что это неизбежный конец теории и от нее надо отказаться»⁴. Понадобилось некоторое время, чтобы осознать, что на самом деле обнаруженная некоммутативность свидетельствовала лишь о том, что в квантовой механике мы вышли за пределы области, в которой господствовала коммутативная парадигма классической физики⁵.

² Халфин Л. А. Указ. соч. С. 185.

³ См., например: Аронов Р. А. // Вопр. философии. 1984. № 4. С. 95; Аронов Р. А., Пахомов Б. Я. // Там же. 1985. № 10. С. 59.

⁴ Дирак П. А. М. Воспоминания о необычайной эпохе, М., 1990. С. 19. См. об этом более подробно: Merza J., Rechenberg H. The historical development of quantum theory. V. 4. N. Y., 1982. P. 129—130.

⁵ Описываемая ситуация, на наш взгляд, отнюдь не уникальна. Вопреки широко распространенному мнению, математические объекты на самом деле вовсе не универсальны, а, как и любые другие элементы теории, являющейся субъективным образом объективного мира, имеют соответствующие области применимости. См., например: Аронов Р. А. // Вопр. философии. 1986. № 5. С. 170; Он же. Пифагорейский синдром в современной физике // Тез. докл. и выступл. на X Всесоюзной конференции по логике, методологии и философии науки (секции 6—7). Минск, 1990. С. 3; Он же. Философские основания математики и синдром Хлодвига // Природа. 1992. № 3. С. 87.

Переход от коммутативной парадигмы к некоммутирующей⁶ со всей остротой поставил перед физиками вопрос о том, что соответствует этой последней в объективной действительности, какие свойства квантовых объектов и взаимоотношений между ними описывают некоммутирующие величины математического аппарата квантовой механики, в чем их особенность, чем отличаются они от известных нам свойств классических объектов и взаимоотношений между ними. Нам представляется, что в соответствии с духом и буквой квантовой механики ее некоммутирующий математический аппарат описывает те свойства квантовых объектов и их взаимоотношений, которые (используя соответствующую терминологию Бора) мы называем дополнительными, такие как координата и импульс, вообще пространственно-временные и причинные отношения между квантовыми объектами.

Ответ копенгагенской интерпретации квантовой механики на этот вопрос, как известно, иной: «В квантовой механике... если операторы \hat{A} и \hat{B} не коммутируют, то нельзя говорить о существовании соответствующих свойств независимо от измерения... Физическая реальность становится тогда относительной, и безотносительно прибора нельзя говорить об элементе физической реальности (эйштейновский элемент реальности становится отношением между частицей и прибором)»⁷.

Как нам представляется, такой ответ должен быть охарактеризован по меньшей мере как неточный. Действительно, относительность физической реальности в области применимости квантовой механики выступает как относительность дополнительных свойств квантовых объектов и взаимоотношений между ними, которые описывают-

ся в теории с помощью некоммутирующего математического аппарата как не существующие независимо друг от друга. Отсюда, как нетрудно понять, вовсе не следует, что соответствующие свойства не существуют вне и независимо от их измерения с помощью прибора и что в области применимости квантовой механики эйнштейновский элемент физической реальности становится отношением между квантовым объектом и прибором.

Более последовательным представляется иное умозаключение из этих посылок, согласно которому в области применимости квантовой механики эйнштейновский элемент физической реальности лишь проявляется и познается в отношении между квантовым объектом и прибором, существуя вне и независимо от него. Ответ копенгагенской интерпретации квантовой механики на вопрос о том, что соответствует некоммутирующему компоненту ее математического аппарата в объективной действительности, оказывается неточным, на наш взгляд, именно потому, что в его основе лежит логическая ошибка подмены одного утверждения, согласно которому относительные свойства квантовых объектов и взаимоотношений между ними не существуют независимо друг от друга, другим утверждением — о том, что они не существуют независимо от их измерения познающим субъектом-наблюдателем.

Говорят, что до взаимодействия с прибором эти свойства никак не проявляются и что квантовым объектам и взаимоотношениям между ними присущи на самом деле не они, а лишь некоторого рода склонности или возможности проявить такие свойства в будущем, когда взаимодействие с прибором осуществится. Утверждают, что именно таков смысл известной идеи В. А. Фока, согласно которой до измерения указанные свойства существуют лишь как некие потенциальные возможности. Нам представляется, что такая интерпретация указанной идеи Фока нуждается в уточнении, без которого она явно страдает известной недоговоренностью. В соответствии с развиваемой здесь точкой зрения свойства квантовых объектов, о которых при этом идет речь, проявляются до взаимодействия с прибором, но лишь как относительные, зависимые друг от друга. И в этом смысле о них можно говорить как о некоторого рода склонностях или возможностях проявиться в качестве независимых друг от друга в будущем, когда соответствующее взаимодействие осуществится.

С этой точки зрения, рациональное содержание идеи Фока состоит в том, что из-

⁶ Обычно (в том числе и в данной статье) этот переход иллюстрируется с помощью соответствующего соотношения между координатой и импульсом. Это, разумеется, вовсе не означает, что смена парадигмы произошла лишь из-за этого соотношения и связанного с ним представления о корпускулярно-волновом дуализме: «Квантовая механика содержит больше, чем расширенный корпускулярно-волновой дуализм, отраженный в знакомой математике дифференциальных уравнений». «Этот последний дуализм есть только часть более общего плюрализма» (Вигнер), т. е. кроме координаты и импульса имеется много других наблюдаемых, которые не коммутируют с координатой и импульсом (Боум А. Квантовая механика: основы и приложения. М., 1990. С. 9).

⁷ Гриб А. А. // Успехи физ. наук. 1984. Т. 142. Вып. 4. С. 620; см. также: Аронов Р. А. // Философские науки. 1991. № 6. С. 178.

мерение фиксирует не свойства квантовых объектов, а их классические макроскопические проявления. Как нетрудно убедиться, именно это, по существу, и утверждал Фок: «Описываемое волновой функцией состояние объекта... представляет объективную (независимую от наблюдателя) характеристику потенциальных возможностей того или иного результата взаимодействия атомного объекта с прибором»⁸. Здесь, быть может, надо было бы уточнить, что речь идет не об описываемом волновой функцией состоянии объекта, а о самой волновой функции и не о потенциальных, а о действительных свойствах квантового объекта, присущих ему как относительные, не существующие независимо друг от друга и лишь в этом смысле выступающие как потенциальные возможности результатов их наблюдения. Речь идет, следовательно, о том, что действительные свойства квантового объекта, присущие ему не как классические абсолютные, независимые друг от друга характеристики («скрытые параметры»), а как относительные, зависимые друг от друга квантовые свойства, являются потенциальными возможностями классических результатов их наблюдения с помощью прибора.

В. Гейзенберг считает, что такая интерпретация взаимоотношения свойств квантового объекта и результатов его взаимодействия с прибором есть не более, чем неоправданное злоупотребление языком: «Конечно, можно было бы сказать, что электрон должен находиться где-то между двумя наблюдениями и что, по-видимому, он описывает какое-то подобие траектории... В квантовой теории такие рассуждения представляют собой неоправданное злоупотребление языком»⁹. Разумеется, такая опасность вполне реальна, злоупотребление языком возможно как в данном случае, так и во многих других. Важно поэтому выяснить, какой именно смысл вкладывается в используемые при этом слова, в данном случае в слова «где-то двумя между наблюдениями» и «подобие траектории».

Если «где-то между двумя наблюдениями» означает — в точке с определенными координатами, независимыми от импульса электрона, а «подобие траектории» — классическую траекторию, то это действительно неоправданное злоупотребление языком.

Но если «где-то между двумя наблюдениями» означает — в некоторой пространственно-временной области, а «подобие траектории» — отсутствие определенной траектории, то соответствующее рассуждение отнюдь не представляет собой неоправданного злоупотребления языком. Оно означает, что между двумя наблюдениями электрона, обладающий неклассическими, квантовыми, относительными свойствами, существует объективно реально и движется в некоторой пространственно-временной области¹⁰.

Конечно, то, что квантовая механика непосредственно утверждает по этому поводу, состоит в том, что «если наблюдать траекторию электрона с помощью соответствующего прибора, то электрон с определенной вероятностью $W(x)$ окажется в точке x »¹¹. Однако это вовсе не означает, что электрона и той пространственно-временной области, в которой он существовал до и независимо от его наблюдения с помощью соответствующего прибора, не было. Это означает лишь то, что электрон — не классический, а квантовый объект, обладающий квантовыми, относительными свойствами, что пространственно-временные и причинные отношения, в которых он находится, тоже не классические, а квантовые, относительные, качественно отличные от их аналогов в области применимости классической физики.

Слово «прибор» здесь (как и в других случаях, о которых мы говорим в этой статье) вовсе не обязательно обозначает физическую ситуацию, искусственно создаваемую познающим субъектом-наблюдателем, как это может показаться на первый взгляд.

⁸ Фок В. А. Об интерпретации квантовой механики // Философские проблемы современного естествознания. М., 1959. С. 223.

⁹ Гейзенберг В. Физика и философия. Часть и целое. М., 1989. С. 21.

¹⁰ Не что подобное (*mutatis mutandis*) можно было бы сказать по поводу широко распространенного мнения о том, что «соотношение неопределенности, присущее законам природы, делает взаимоисключающим эксперименты, предназначенные для проверки волновых свойств атомного объекта, и эксперименты, проверяющие корпускулярные свойства этого объекта» (Паули В. Физические очерки. М., 1975. С. 38). Здесь все зависит от того, что понимается под проверкой. Если речь идет об измерении соответствующих характеристик объекта, процитированное утверждение истинно. Если же речь идет о выяснении, обладает он волновыми и (или) корпускулярными свойствами, оно ложно: такая проверка может быть осуществлена в одном и том же эксперименте, например в эксперименте по дифракции квантовых объектов (скажем, движущихся последовательно друг за другом электронов), в котором об их волновых свойствах свидетельствуют темные полосы на фотопластинке, а о корпускулярных — «точечные» пятна, из которых с течением времени формируются эти полосы.

¹¹ Гейзенберг В. Шаги за горизонт. М., 1987. С. 180.

Во всех этих случаях речь идет, вообще говоря, о физической ситуации, которая существует объективно реально, вне и независимо от какой бы то ни было деятельности познающего субъекта-наблюдателя и которую он также может создавать искусственно. Тот факт, что в результате наблюдения с помощью прибора электрон с определенной вероятностью $W(x)$ окажется в точке x , не зависит от того, существует соответствующая физическая ситуация объективно реально, вне и независимо от деятельности познающего субъекта-наблюдателя или же она создана им искусственно.

Итак, в отличие от измерения в области применимости классической физики в квантовом измерении мы не определяем значения физической величины (скажем, координаты или импульса), характеризующие дополнительные свойства квантового объекта до акта их измерения познающим субъектом-наблюдателем. Мы определяем их классические макроскопические проекции, с помощью которых затем воссоздаем относительные значения соответствующей физической величины, которые они имели до акта измерения. Никакого другого («скрытого» классического) значения они иметь не могут вследствие своей квантовой природы.

ПРЕУВЕЛИЧЕНИЕ РОЛИ СУБЪЕКТА-НАБЛЮДАТЕЛЯ И ЕГО «ЖЕРТВЫ»

Игнорирование качественного отличия квантовых физических величин от соответствующих классических лежит в основе подавляющего большинства квантовых парадоксов. Адекватная интерпретация квантовой механики невозможна без их преодоления, без осознания того, что здесь мы как раз и сталкиваемся с тем неоправданным злоупотреблением языком, о котором мы говорили в предыдущем разделе. «Здесь ведь опять самообман: берется прежнее слово, и это создает видимость какого-то содержания... Соотношение неопределенностей нас потому и смущает, что мы называем x и p координатой и импульсом и думаем, что речь идет о соответствующих классических величинах»¹².

Именно этот самообман в конечном счете является источником того, что характеризуется в литературе как принципиально неконтролируемое действие процесса наблюдения на квантовый объект. Как совершенно справедливо пишет А. Садбери,

«приписывание определенного значения одной из величин для частицы и составляет суть явления неконтролируемого действия процесса наблюдения на исследуемую частицу»¹³. Естественное отличие между свойствами квантового объекта и их классическими макроскопическими проекциями, являющимися результатом взаимодействия квантового объекта с прибором, интерпретируется как следствие принципиально неконтролируемого действия на него процесса наблюдения¹⁴.

Последовательное проведение такой интерпретации взаимодействия квантового объекта с прибором, игнорирующее качественное отличие свойств квантовых объектов от их аналогов в области применимости классической физики, привело к гипертрофированию роли познающего субъекта-наблюдателя, которое, в свою очередь, сопровождалось многочисленными «жертвами». Одной из первых стала знаменитая кошка Э. Шредингера (вынужденная из-за этого оставаться суперпозицией живой и мертвой кошки до наблюдения ее познающим субъектом¹⁵), одной из последних — вся Вселенная. Именно к этому, по существу, сводится известный квантово-телеологический тезис Дж. А. Уилера, согласно которому познающий субъект и остальная Вселенная суть квантово-механические подсистемы, и поэтому факт существования субъекта-наблюдателя определяет свойства Вселенной в любом месте и в любой момент времени (в том числе в моменты ее возникновения и последующего исчезновения).

¹³ Садбери А. Квантовая механика и физика элементарных частиц. М., 1989. С. 43.

¹⁴ См. об этом подробнее: Аронов Р. А. // *Вопр. философии*. 1984. № 4. С. 101—102.

¹⁵ Вот как сам Э. Шредингер рассказывает о том, что происходит с этой кошкой до наблюдения ее познающим субъектом: «Посадим кошку в стальной сейф вместе с адской машиной (защищенной от кошки). В счетчик Гейгера положена крупинка радиоактивного вещества, столь малая, что за час может распасться один из атомов, но с той же вероятностью может не распасться ни один. Если атом распадется, то счетчик через реле приведет в действие молоточек, который разобьет колбу с синильной кислотой. Предоставив всю эту систему самой себе в течение часа, мы скажем, что кошка еще жива, если за это время не распался ни один атом: Первый же распад привел бы к отравлению кошки. ψ -функция всей системы выразила бы это тем, что живая и мертвая кошка (с позволения сказать) смешаны или размезаны в одинаковых пропорциях» (Шредингер Э. Новые пути в физике. М., 1971. С. 78—79).

¹² Мандельштам Л. И. Лекции по оптике, теории относительности и квантовой механике. М., 1972. С. 335.

Между тем, как нам представляется, этот тезис (так же как и соответствующее рассуждение о кошке Шредингера) может иметь лишь гносеологический, а отнюдь не онтологический смысл: факт существования познающего субъекта свидетельствует о том, каковы свойства Вселенной в наше время, какими они были тогда, когда субъекта не было, и какими они станут тогда, когда его не будет. Только в этом (и ни в каком другом) смысле познающий субъект-наблюдатель «определяет», жива или мертва шредингеровская кошка и каковы свойства Вселенной.

Как отмечает Уилер, именно такова была позиция Эйнштейна, которую он отстаивал в многочисленных дискуссиях с ортодоксальными сторонниками такой интерпретации роли познающего субъекта-наблюдателя. «Последний доклад он сделал 14 апреля 1954 г.— почти точно за год до своей смерти...— вспоминает Уилер.— «Если кто-нибудь — хотя бы мышь — наблюдает Вселенную,— спрашивал он с увлечением,— изменяет ли это состояние Вселенной?»¹⁶ Эйнштейн был убежден в том, что состояние Вселенной объективно реально, существует вне и независимо от того, наблюдает ее кто-либо или нет¹⁷.

«Эйнштейн фактически требует, чтобы понятие объективной реальности всегда формулировалось вне рамок человеческой практики,— пишет М. А. Марков.— В квантовой механике это значит требовать описания свойства микрочастицы вне макроскопических условий ее наблюдения»¹⁸. Марков так же, как и Уилер, смешивает два разных аспекта проблемы: онтологический и гносеологический. Эйнштейн имеет в виду онтологический аспект проблемы, когда он требует, чтобы понятие объективной реальности формулировалось вне рамок человеческой практики. В квантовой механике это значит требовать не описания свойств микрочастицы вне макроскопических условий ее наблюдения, а, во-первых, существования этих свойств вне и независимо от их наблюдения познающим субъектом и, во-вторых, их описания в теории на адекватном неклассическом, нематематическом, квантово-механическом языке.

В знаменитой статье Маркова «О природе физического знания» (Вопросы философии. 1947. № 2. С. 142), неоднократно воспроизводимой в последствии (в 1976, 1981 и 1991 гг.), это последнее обстоятельство комментируется следующим образом: «Могло случиться так, что, изучая микромир, мы нашли бы в нем вместо физических явлений, характеризующихся импульсом и координатой, принципиально новые физические явления, характеризующиеся понятиями, адекватными микромиру, но этого не случилось»¹⁹. Между тем, как нам кажется, это случилось: изучая микромир, мы нашли в нем вместо физических явлений, характеризующихся абсолютными классическими импульсом и координатой, принципиально новые физические явления, характеризующиеся понятиями микромиру,— понятиями относительных квантовых импульса и координаты. Согласиться с этим мешают Маркову и всем, кто разделяет его точку зрения, отождествление общего с особенным, импульса и координаты с соответствующими классическими величинами, о котором говорил Л. И. Мандельштам, и представление о том, что «математика была и остается для физика только инструментом... Существенное различие старой и новой физики не в математическом описании, а в различии самих физических образов»²⁰.

«Конечно,— пишет Марков,— по существу своему квантовая теория является теорией микромира... ее предметом являются объекты микромира и его закономерности, но «язык» и внешняя форма теории макроскопичны, «классичны»²¹. Но квантовая теория является теорией не только микромира, ее предметом являются объекты как микро- так и макромира, которые обладают квантовыми свойствами (таков, например, жидкий гелий при температуре ниже 2,17 К). Что же до «языка» квантовой теории, то он отнюдь не исчерпывается классическими макроскопическими физическими и математическими образами, а включает в себя также неклассические как математические, так и физические образы, позволяющие описать свойства квантовых объектов на адекватном квантово-механическом языке. Это — некоммутативный компонент математического аппарата квантовой теории и

¹⁶ Уилер Дж. А. Эйнштейн: что он хотел // Проблемы физики: классика и современность. М., 1982. С. 88.

¹⁷ См.: Аронов Р. А. // Философские науки. 1991. № 7. С. 179.

¹⁸ Марков М. А. Глазами очевидца // Природа. 1990. № 5. С. 100.

¹⁹ Марков М. А. О трех интерпретациях квантовой механики. М., 1991. С. 24.

²⁰ Там же. С. 32.

²¹ Там же. С. 39.

представление об относительности соответствующих свойств квантовых объектов.

Сопровождающие эти рассуждения Маркова многочисленные ссылки на первый тезис Маркса о Фейербахе, который он противопоставляет эйнштейновской трактовке объективной реальности, также бьют мимо цели, так как в этом тезисе охарактеризован гносеологический аспект проблемы, который Марков, в отличие от Маркса (и Эйнштейна), отождествляет с ее онтологическим аспектом.

Несомненно, прав был де Бройль, когда подчеркивал, что «главным аргументом Эйнштейна было то, что мы должны иметь возможность получить представление о реальности, не зависящее от процесса измерения»²². Говоря о том, к чему приводит гипертрофирование роли познающего субъекта-наблюдателя в квантовом измерении, де Бройль отмечал, что вследствие этого «мы с неизбежностью приходим к «субъективистской» интерпретации, которая с большей или меньшей степенью явности отвергает объективность физического мира, достойным сожаления образом поддается «философскому» пустословию»²³.

Многочисленные рассуждения сторонников такой интерпретации роли познающего субъекта-наблюдателя в квантовом измерении, к сожалению, так или иначе подтверждают характеристику, данную ей де Бройлем. «Можно ли сказать,— спрашивает, например, А. А. Гриб,— что вопрос, заданный природе, рождает определенное число частиц? Да, если вопрос осмыслен и соответствует приготовлению волновой функции»²⁴. При ближайшем рассмотрении, однако, оказывается, что речь идет на самом деле вовсе не о том, что вопрос, заданный природе, рождает определенное число частиц, а, естественно, совсем о другом — о приборе, с помощью которого данный вопрос задается природе, о соответствующем фрагменте природы (исследуемых квантовых объектах), с которым прибор вступает во (вполне определенное) взаимодействие, которое и рождает определенное число частиц.

Высказанные Эйнштейном и де Бройлем замечания философского и психологического характера о гипертрофировании роли познающего субъекта-наблюдателя в квантовом измерении в наши дни не менее (а, может быть, даже и более) актуальны, нежели в их время. В этой связи, как нам представляется, заслуживает внимания одно из таких замечаний, содержащееся в письме Эйнштейна к М. Соловину от 10 апреля 1938 г.: «В то время как во времена Маха вредно господствовала точка зрения догматического материализма, так в наше время господствует в излишней манере субъективистская и позитивистская точка зрения. Постигание природы как объективной реальности объявляют устаревшим предрассудком, превращая в квантовой теории нужду в добродетель. Люди более подвержены внушению, чем лошади, и в каждом периоде доминирует мода, но большинство не видит властвующую над ними тиранию»²⁵.

Проблемы, с которыми сталкиваются процесс вычленения того, что соответствует некоммутативному компоненту математического аппарата квантовой механики в объективной реальности, вне и независимо от какой бы то ни было деятельности субъекта-наблюдателя, и анализ особенностей процесса познания квантовых объектов и взаимоотношений между ними, той роли, которую играет в этом процессе субъект-наблюдатель,— вот та «нужда», которую, по мнению Эйнштейна, гипертрофирование этой роли познающего субъекта-наблюдателя в квантовом измерении превратило в «добродетель» и которую нетрудно обнаружить в основе большинства квантовых парадоксов, в том числе в основе широко обсуждаемого в наши дни квантового парадокса Зенона.

ФИЗИЧЕСКИЙ И ФИЛОСОФСКИЙ СМЫСЛ КВАНТОВОГО ПАРАДОКСА ЗЕНОНА

Вопреки широко распространенному мнению, то, что получило в литературе название квантового парадокса Зенона, и то, что при этом действительно представляет собой такой парадокс,— при ближайшем рассмотрении отнюдь не одно и то же. Как было показано в начале статьи, парадокс не является следствием квантовой механики, ее аппарата. Он представляет собой одну из

²² Бройль Л. де Соотношения неопределенностей Гейзенберга и вероятностная интерпретация волновой механики. М., 1986. С. 190.

²³ Там же. С. 292.

²⁴ Гриб А. А. Роль сознания наблюдателя в теории измерения в квантовой механике // Методологический анализ закономерностей развития математики. М., 1989. С. 104.

²⁵ Из переписки Эйнштейна. Письма Эйнштейна к Соловину // Эйнштейновский сборник. 1967. М., 1967. С. 15.

множества «жертв» той интерпретации квантовой механики, о которой говорилось в предыдущем разделе.

Именно из-за гипертрофирования роли познающего субъекта-наблюдателя в квантовом измерении квантовый парадокс Зенона предстает как следствие увеличения частоты общения между субъектом и объектом: чем чаще познающий субъект-наблюдатель задает вопросы нестабильному квантовому объекту, тем дольше объект сохраняется в этом состоянии. Освобождение квантового парадокса Зенона от такого рода интерпретации снимает парадокс: чем чаще нестабильный квантовый объект взаимодействует с прибором, с помощью которого познающий субъект-наблюдатель задает ему свои вопросы, тем дольше он сохраняется в нестабильном состоянии. Взаимодействие с прибором как раз и поддерживает квантовый объект в этом состоянии.

М. Бунге и А. Кэлней обратили внимание на возможность интерпретировать квантовый парадокс Зенона как реализацию (спустя более чем четыре столетия) мечты знаменитого испанского конкистадора Понсе де Леона о рецепте вечной молодости, который он в начале XVI в. тщетно искал на американском континенте. «Квантовая теория измерения», — пишут Бунге и Кэлней, — могла бы за небольшую плату предоставить Рецепт Вечной Молодости²⁶. Мы не разделяем надежд, связанных с такой интерпретацией квантового парадокса Зенона. Мы тоже видим в этом парадоксе один из рецептов, но не вечной молодости, о которой мечтал Понсе де Леон, а... эволюции в природе, один из рецептов перехода от неживого к живому, к будущему обмену веществ живого с окружающей средой, поддерживающему его в этом нестабильном по отношению к окружающей среде состоянии.

Таким представляется нам подлинный смысл квантового парадокса Зенона, свободно от какой бы то ни было парадоксальности. Последняя, при ближайшем рассмотрении, предстает как следствие

а) игнорирования качественного отличия той области объективной действительности, для которой характерна относительность, специфическая связь дополнительных свойств квантовых объектов и взаимоотношений между ними, от той, в которой эти свойства материальных объектов и взаимоотношений между ними выступают как абсолютные, независимые друг от друга;

б) гипертрофирования роли субъекта-наблюдателя в познании квантовых объектов и взаимоотношений между ними, ставшего той самой модой, о которой Эйнштейн писал в письме к Соловину как о неадекватной философской реакции на господствующий догматический материализм²⁷.

Что же до Зенона Элейского, то, как нам представляется, у физиков было не больше оснований обращаться к нему, нежели к нынешней философской моде на гипертрофирование роли познающего субъекта-наблюдателя. Конечно, то, что получило в литературе название квантового парадокса его имени, вскрыло отстаиваемый когда-то элэатами момент сохранения изменяющегося в природе, столь наглядно продемонстрированный в знаменитых апориях Зенона «Дихотомия», «Ахиллес», «Стрела» и «Ристалище»²⁸. Однако существо квантового парадокса Зенона, как мы пытались показать, отнюдь не в этом, а в том, что он вскрыл в этой паре противоположностей сохраняющегося и изменяющегося в природе определяющую сторону — возможность сохранения, благодаря изменению сохраняющегося, прообраз живого в неживом, один из рецептов объяснения эволюции в природе.

²⁷ Поскольку познание свойств квантовых объектов с необходимостью осуществляется через посредство их классических макроскопических проекций, через посредство соответствующих макроявлений, то, как совершенно справедливо подчеркивает Марков, по-прежнему «отношения субъекта и объекта в этом смысле остаются отношениями субъекта и объекта, характерными для физики классической» (Марков М. А. О трех интерпретациях квантовой механики. С. 4).

²⁸ См. в этой связи: Аронов Р. А. // *Вопр. философии*. 1957. № 3. С. 80.

²⁶ Bunge M., Kalnay A. Solution to two paradoxes in the quantum theory of unstable systems // *Nuovo Cimento*. 1983. V. 77B. N 1. P. 5; см. также: Тягло А. В. Возможен ли квантово-механический рецепт вечной молодости? // *Философские исследования современных проблем квантовой теории*. М., 1991. С. 33.

Человек как участник жизни на Земле

А. А. Ничипорович

Тревожное состояние окружающей среды и неблагоприятная роль человека в такой критической ситуации уже давно стали общей заботой. Обсуждения реальных мер и возможных путей преодоления экологических бед проводятся на самых высоких уровнях [недавно, например, состоялась Всемирная конференция ООН по окружающей среде]. Особое место в решении этой проблемы отводится естественным наукам. Мы предлагаем читателям познакомиться с размышлениями одного из старейших членов Российской академии наук А. А. Ничипоровича о роли науки в сохранении жизни на Земле.

СЕГОДНЯ потребности человека в ресурсах природы возрастают с громадной быстротой, а масштабы антропогенной деятельности становятся сопоставимы с планетарными. При этом нарушается естественная сбалансированность природных процессов и ресурсов, что в значительной степени усложняет взаимодействие человека с природой.

Широко известно, что многие острые экологические ситуации вызываются деятельностью человека. Но принимаемые сегодня защитные меры скорее напоминают лечение уже возникших болезней, чем их предупреждение. Очевидно, что взаимодействие человека с окружающей средой требует радикального пересмотра. Особая роль здесь отводится прогностическому потенциалу наук, повышение которого составляет одну из важнейших задач современности.

Понимание современной ситуации как закономерного результата предшествующего развития жизни позволит повысить прогностический потенциал естественных наук и сформулировать точные представления о будущем. Цель статьи — показать биологическую сторону проблемы и необходимость совместных усилий представителей разных наук для решения этой важной задачи.

В самом общем виде жизнь можно определить как систему хорошо сбалансированных, взаимозависимых превращений органических веществ, основу молекул которых составляет углерод. Однако более конкретно это определение нужно отнести только к процессам жизнедеятельности организмов, обеспечивающих основные биологические функции.

Для жизнедеятельности организмов характерно сочетание энерго- и массонакопительных процессов, включающих обра-

зование метаболитов с богатыми энергией связями, служащих источником энергии для самых разнообразных жизненных нужд. При этом абсолютно необходимо, чтобы скорость накопления массы и энергии значительно превышала скорость использования их в диссипативных реакциях (дыхание, брожение).

Благодаря преобладанию накопительных процессов после завершения жизненного цикла организма большая часть органической биомассы остается в виде мертвых остатков. Особенно характерно это для мира зеленых растений, создающих в ходе фотосинтеза органические компоненты из полностью окисленных неорганических соединений — углекислого газа и воды — при помощи энергии солнечной радиации и хлорофилла. Координацию синтетических и деструктивных процессов осуществляет структурно организованная внутренняя среда организмов.

Для первичного возникновения жизни и ее дальнейшего развития были необходимы относительно мягкие и устойчивые условия внешней среды, меняющиеся в узком диапазоне. Такие мягкие условия существовали на Земле миллиарды лет назад и продолжают существовать теперь.

Есть достаточно веские основания предполагать, что жизнь в том виде, как она существует на Земле, либо присуща только немногим небесным телам, либо Земля вообще уникальна. Именно на нашей планете сложилось исключительное сочетание многих важных условий для жизни.

Благодаря общему гравитационному полю и гравитационной сепарации на Земле сформировались три основные сферы: газообразная атмосфера, жидкая гидросфера и высокогетерогенная литосфера. Непрерывный поток на Землю солнечной энергии обеспечил оптимальный тепловой режим поверхностных слоев Земли, в результате



Анатолий Александрович Ничипорович, член-корреспондент РАН, крупнейший специалист по физиологии растений и фотосинтеза, автор многих основополагающих представлений об этом процессе и оригинальных направлений в изучении фотосинтеза. Основные научные интересы на протяжении нескольких десятилетий (с 30-х годов и до последнего времени) были сосредоточены на разработке фундаментальной теории фотосинтетической продуктивности растений. Еще в 1954 г. сформулировал комплексную количественную теорию фотосинтетической продуктивности. Эта теория была принята как основа для комплексных работ по повышению урожайности. Она позволила с помощью математического аппарата обосновать систему получения планируемых урожаев. Организатор ряда научных коллективов и новых направлений, один из инициаторов исследований в области космической биологии. Под его руководством стали развиваться работы по созданию замкнутых систем для воспроизводства пищи и регенерации воздуха в космосе.

Более 20 лет возглавлял Научный совет по проблемам фотосинтеза и фотобиологии АН СССР в рамках Международной программы по биопроductивности и был главным куратором работ по фотосинтезу, проводившихся в кооперации со странами-участницами СЭВ. Автор более 200 научных трудов, в том числе книг и монографий.

которого между различными сферами осуществляется постоянный обмен веществ, включающих такие биогенные соединения, как углерод, водород, кислород, азот, фосфор, сера, калий и ряд других непреходящих участников метаболизма живых организмов.

При этом особенно важно, что наиболее активные биогены (CO_2 , O_2 , N_2 , H_2O) повсеместно находятся в больших количествах в атмосфере и переносятся громадными воздушными потоками по всей планете.

В период формирования Земли солнечная радиация выполняла роль теплового фактора. Однако при возникновении жизни значительная часть энергии, представленная фотонами, использовалась для химических превращений веществ.

Но в условиях развития жизни заложены и элементы ограничения: так, сама Земля — одно из малых небесных тел с ограниченными размерами пространства и масс. Неравномерное распределение по поверхности Земли ряда компонентов, в частности воды, тепла, потоков солнечной энергии, в значительной мере ограничивает и возможности более полного и интенсивного использования углерода как источника всех органических веществ.

Значение предельных возможностей жизни на Земле можно иллюстрировать следующим примером: известно, что в оптимальных условиях накопительная активность растительных сообществ как фотосинтезирующих систем соответствует 5%-ному усвоению энергии за время вегетации. В большинстве случаев для сельскохозяйственных культур этот коэффициент составляет 2—3%, для всей растительности Земли — 0,2%. Человек же использует сегодня в виде пищи из органики, создаваемой растениями Земли, всего 0,5%. Казалось бы, резерв неиспользованных потенциалов биологических ресурсов для жизни человека очень велик. Однако на самом деле человечество сталкивается со многими трудностями, о некоторых причинах которых пойдет речь ниже.

Для наших целей нет необходимости сколько-нибудь детально описывать предбиологический период геохимической эволюции, приведшей к формированию сначала одноклеточных, а затем и многоклеточных организмов. Стоит, однако, отметить возникновение генетического аппарата, появившегося как средство закрепления полезных адаптивных признаков.

Решающее значение для развития на Земле целостного потока жизни имело, ве-

роятно, появление первых живых организмов — одноклеточных фотоавтотрофов, способных синтезировать в процессе фотосинтеза органические вещества. Их возникновение было обусловлено исключительно благоприятным сочетанием описанных выше факторов.

В течение 2 млрд. лет мир фотоавтотрофов получил на Земле широчайшее распространение как планетарный, целостный энергомассонакопительный процесс, находящийся в непрерывной коэволюции с мертвой природой. В результате их жизнедеятельности в атмосфере и гидросфере содержание углекислого газа понижалось, а кислорода увеличивалось, громадные запасы углерода скапливались в мертвых органических остатках (многие из них превратились в горючие ископаемые) и одновременно запасались в живой биомассе всех организмов.

В процессе эволюции на основе создаваемой фотоавтотрофами органики параллельно развивался и мир гетеротрофов, живущих только за счет использования готовой органики. В конечном итоге количество органики, создаваемой фотоавтотрофами и потребляемой гетеротрофами, сбалансировалось.

В результате взаимодействия фотоавтотрофов и гетеротрофов сформировалась почвенная среда, в которой замыкается планетарный круговорот углерода и других органиогенов, с образованием гумуса — важнейшего компонента плодородия почв. Такую же роль играет разложение органических остатков в потоках речных вод и прибрежных водах морей и океанов (шельфы). Подобные процессы придают общему потоку жизни на Земле хорошо выраженную функцию самоочищения, в чем важная роль принадлежит разнообразным микроорганизмам.

Итак, на Земле установился хорошо сбалансированный круговорот углерода и других веществ и в масштабах геологического времени более или менее стабилизировались условия биосферы, факторы живой и мертвой природы и динамическая сумма жизни, которая осуществляется на основе принципа самоорганизации, саморазвития и адаптивных приспособлений.

Сущность и особенности этого принципа можно проиллюстрировать следующим примером. Современная камера фитотрона для выращивания растений отрегулирована для длительного и стабильного сохранения

условий, оптимальных для жизни растений (свет, температура, водный и углекислотный режим, режим минерального питания). Посеянные в камере семена пшеницы при полной динамической стабильности условий выращивания в течение трех-четырёх месяцев пройдут полный цикл сложных изменений. В результате образуются новые семена в количестве в 20—25 раз большем, чем было посеяно. При некотором изменении внешних условий в течение вегетации могут получиться растения, отличные от контрольных по ряду характерных адаптивных признаков.

Это означает, что условия внешней среды не только активно формируют, но и «разрешают» живым организмам активно и планомерно развиваться под контролем программ генетического регулирования, меняющихся в течение вегетации.

Подобный принцип саморазвития абсолютно характерен для жизни всех живых форм и обеспечивает, с одной стороны, их приспособительную динамичность, а с другой — их генетическую стабильность, меняющуюся в процессе эволюции.

Появление на Земле человека внесло в течение общей и геохимической эволюции серьезные и даже коренные изменения. Его появлению предшествовал длительный период, в котором возникали, эволюционировали, уступали место одни другим предкам рода *Homo sapiens* — гоминиды. Они развивались и жили в общем потоке жизни, были его участниками и обладали целым рядом потребностей и инстинктов, абсолютно необходимых для жизни и эволюции. Все это делало поток жизни, с одной стороны, целостным, легко ранимым в отдельных звеньях, а с другой — хорошо самозащищенным и защищаемой системой.

В условиях такой системы появились на Земле и родоначальники рода *Homo sapiens*, наделенные относительно высоким интеллектом, разумом, способностью трудиться, но и принесшие с собой многие инстинкты своих предков, необходимые в предшествующий период эволюции, но оказавшиеся в ряде отношений опасными в руках человека — обладателя колоссальных возможностей использования ресурсов природы только в своих интересах.

Кроме того, многие инстинкты предков в руках современного человека гипертрофировались и даже извратились, подчас порождая столкновения и войны.

Все это вместе с неудержимым ростом численности населения Земли создает тяжелое положение, прежде всего с обеспечением пищевыми ресурсами и трудностями

их добывания. Нужны большие усилия для нормализации будущего существования и прогресса человечества.

Человек, с одной стороны, оказался могучим творцом научно-технического прогресса, а с другой — разрушителем многих регуляторных основ жизни как саморазвивающегося потока с отрицательными последствиями как для природы, так и для себя самого.

Все это говорит о том, что мы не обладаем еще достаточной суммой знаний для разумного, рационального ведения антропогенной деятельности, оптимальной для будущего, и что еще крайне ограничен прогнозистический потенциал современных наук, а его повышение — одна из важнейших задач современности.

В настоящей статье мы не ставим задачу исчерпать все мероприятия, необходимые для выхода из тех положений, которые человек нередко сам создает для себя и для природы в целом. Цель ее в том, чтобы определить некоторые фундаментальные биологические основы, которые нужно учитывать при разработке мер для выхода из общего кризиса и повышения эффективности самого знания.

Извечной и безусловно приоритетной задачей всего человечества во все времена была, есть и будет проблема пищи. Без пищи нет жизни, а условия жизни коренным образом определяются тем, в какой мере человек полно и эффективно использует потенциал пищевых ресурсов Земли. Согласно современным расчетам, увеличить объем пищевых ресурсов (например, через земледелие) можно не более, чем в два раза.

Ограниченность ресурсов биосферы, необходимых для жизнедеятельности человека, требует их точной оценки для эффективного использования ничем не заменимых ресурсов пищи, воды, кислорода, других факторов чистой экологической среды, а также ресурсов времени, пространства, генетических, творческих и интеллектуальных потенциалов самого человека.

Возможны два пути для улучшения современного положения: во-первых, увеличивать коэффициенты использования жизненно важных для природы и человека ресурсов и, во-вторых, ограничить потребности человека и, в частности, постепенно нормализовать численность населения Земли на постоянном динамически оптимальном уровне (предположительно 7—10 млрд. чел.).

Согласно эволюционной теории человек относится к категории вида, обладающего колоссальным генетико-физиологиче-

ским разнообразием. Такое разнообразие особей в пределах эволюционирующей группы было чрезвычайно важно в начальный период эволюции человека, когда он завоевывал новые ресурсы и осваивал громадные пространства. Но принцип разнообразия не менее важен и в период, когда человечество начинает подходить к грани используемых им природных ресурсов. Это накладывает на человека серьезные обязательства по организации своей социальной будущей жизни, где должны рационально сочетаться принципы оптимального удовлетворения разнообразных требований и сознательно управляемых условий жизни.

Что касается задачи составления общей или частных моделей форм организации и развития оптимального сообщества, то сложность всей проблемы в целом особенно настойчиво требует комплексного участия в этих работах наук и специалистов разных направлений. В этом комплексе кроме биологов, эволюционистов-генетиков, экологов неперенными участниками должны быть историки, социологи, экономисты, энергетики и кибернетики. Сложность самой проблемы требует особой тщательности в подборе участников подобных комплексных работ, их полного взаимопонимания и хорошо скоординированных усилий.

Для успешного преодоления указанных выше трудностей человек обладает присутствующими ему специфическими инстинктами и способностью сознательно ими управлять и их использовать. Это инстинкт красоты, гармонии, бесконечности непознаваемого, потребности познать самого себя, свое место в природе, в системе мироздания. Именно эти потребности и неодолимое стремление к их удовлетворению послужили источником возникновения и развития замечательных наук, разнообразных искусств, религиозных и философских учений и концепций, великих жертвенных подвигов людей на поприще любви, убеждений. Нет сомнения, что вооружаемый истинными знаниями законов природы и Вселенной, еще во многом скрытых от нас, человек, став действительно разумным и мудрым и удовлетворяя свои элементарные потребности, приобретет неограниченные возможности для удовлетворения своих потребностей и истинного познания всей гармонии, красоты и мудрости природы, и не только его окружающей, не только в масштабах Земли и Солнечной системы, но и в масштабах всего мироздания.

Автор выражает благодарность Г. С. Гришиной за активную творческую помощь

Чужой пример — другим наука!

В СОВЕТСКОЙ печати бывали статьи о голландском сельском хозяйстве, в которых восхвалялась его целесообразность, высокая продуктивность и присущая ему забота об окружающей среде. Один коллега из Грузии сказал мне, что можно многому поучиться у нашей страны, поскольку наше сельское хозяйство якобы экологически безопасно. Голландец, услышав такое мнение, сильно удивится: ведь мы постоянно слышим и читаем в своей прессе, что именно оно — причина неблагополучия в экологии: источники питьевой воды содержат много нитратов и пестицидов, флора и фауна оскудевают из-за интенсивного использования земель, а запах аммиака, исходящий от навоза, чувствуется по всей стране (аммиак вносит свой вклад и в окислительные процессы и, значит, в отмирание лесов).

Жители бывшего СССР идеализируют ситуацию в западных странах во всех областях жизни, не исключая и аспект окружающей среды. Это понятно и частично оправданно. У нас успешно используются методы очистки, действуют ограничения на некоторые виды отходов, загрязняющих воздух и воду, ожидаемая средняя продолжительность жизни ныне родившегося человека сейчас самая высокая в мире: мужчин — до 74 лет, женщин — до 80.

И все-таки правительство и население нашей страны важнейшими считают проблемы окружающей среды. Как показывает ежегодный опрос населения, граждане Голландии предпочитают финансировать в первую очередь именно решение экологических проблем.

В начале 70-х годов ухудшение окружающей среды стало вызывать сильную тревогу в Голландии (да и в других западноевропейских странах), и повышенный интерес населения к этой проблеме заставил наше правительство учредить в 1972 г. Министерство здравоохранения и гигиены окружающей среды. В последующие годы основное

внимание уделялось борьбе с загрязнением воздуха, воды и решению проблем с мусором. В результате количество выбросов диоксида серы снизилось с 373 тыс. т в 1970 г. до 271 тыс. т в 1987 г.; органические отходы в поверхностных водах в 1988 г. составляли только около 1/6 количества, имевшегося в 1977 г. Добились значительных успехов и в борьбе с загрязнением Рейна, в котором содержание хлорорганических веществ и тяжелых металлов превышало норму.

Несмотря на все это, экологическая тема не перестает быть актуальной в Голландии, так как по мере решения одних проблем возникают новые.

Загрязнение почвы — одна из них. В 1980 г. выяснилось, что в небольшом местечке Леккерккер целый жилой район построен на месте бывшего захоронения химических отходов. Подобное обнаружилось и в других районах страны (по приблизительным данным, в Голландии около 100 тыс. таких загрязненных мест). Если провести очистку лишь одного из них — в г. Утрехте — понадобятся сотни миллионов долларов. Нелегально захороненные опасные отходы — то наследство, которое получат будущие поколения.

Проблема уничтожения мусора в такой густонаселенной стране, как Голландия (на территории в 40 тыс. км² проживает около 15 млн. человек), не могла не обостриться: для свалок трудно найти места, а сжигание мусора влечет за собой загрязнение воздуха. Уже с начала 80-х годов голландское правительство пытается различными мерами содействовать сокращению количества поступающего мусора и максимальной его переработке. В итоге вторичное использование бумаги и стекла (его собирают по всей стране в специальные контейнеры) у нас одно из самых высоких в мире. И все-таки с улучшением уровня жизни населения объемы мусора увеличиваются, во многих местах возникают конфликты между теми, кто хочет организовать очередную свалку, и те-

ми, кто старается этого не допустить на своей территории.

Загрязнение дна водоемов — тоже проблема, возникшая после 70-х годов. Для поддержания судоходства необходимо регулярно проводить землечерпательные работы по углублению дна в реках и гаванях. Раньше вычерпанная земля использовалась при строительстве, но теперь из-за высокой концентрации в воде тяжелых металлов дно загрязнено и вынутый грунт просто сбрасывается у морского берега — до $65 \cdot 10^6$ т в год.

В последнее десятилетие в нашей стране резко увеличилось поголовье скота, в первую очередь на тех фермах, где крестьяне кормят его продуктами собственного хозяйства. В настоящее время большая часть кормов импортируется, а на экспорт идут скот и продукты животноводства. Навоз же остается в Голландии, и теперешнее его количество намного превышает требуемое для удобрений. Говорят, что только из провинции Брант за год набирается столько навоза, что им можно заполнить вереницу грузовых машин от Бранта до Урала. А это — лишь треть навоза, скапливающегося по всей стране.

Голландия, будучи страной с высоким использованием энергии, вносит несомненный вклад в создание глобального парникового эффекта. Последствия его могут быть для нас самыми серьезными, так как страна лежит ниже уровня моря (20 % голландской суши — бывшее дно, за несколько веков отвоеванное жителями у моря). Может случиться, что наш город Амерсфорд, находящийся сейчас в центре страны, станет гаванью. Вся вековая работа голландцев пропадет, история повернет вспять.

Сегодня сокращение загрязнений уже не означает, что вообще улучшается состояние окружающей среды, напротив, оно ухудшается, но просто медленнее, чем прежде, поскольку даже меньшие количества загрязнений все время накапливаются. Чтобы ограничить их определенными, допустимыми пределами, нужно, как подсчитано Голландским государственным институтом окружающей среды,

Некоторые показатели, отражающие нагрузку на окружающую среду в странах ЕЭС

Страна	Показатель						
	население, чел./км ²	валовая продукция, млн. долл./км ²	транспорт, млн. км/км ²	удобрения, т/км ²	пастбищды, т/км ²	крупный рогатый скот, гол./км ²	свиньи, гол./км ²
Голландия	388	4,5	2,1	19	0,5	141	332
Бельгия	323	3,9	1,5	13	—	101	176
Германия	245	3,3	1,4	12	0,1	63	95
Франция	101	1,2	0,6	10	0,2	42	20
Италия	190	1,3	0,9	8	—	30	30
Англия	232	2,2	1,1	10	1,6	52	32
Ирландия	51	0,3	0,3	10,2	0,2	82	14
Дания	119	1,5	0,7	14	0,2	61	221
Греция	75	0,3	0,2	5	0,2	6	8

уменьшить выбросы серы на 90 %, оксидов азота — на 70, а аммиака — на 80.

В Голландии осознается серьезность экологических проблем и населением, и правительством. В 1988 г. королева Голландии Беатрикс говорила об этом в драматическом тоне в своей традиционной речи на Рождество. Заботу об окружающей среде проявляет также администрация фабрик и заводов, выражая готовность внедрять более чистые технологии.

И все-таки количество отходов растет, как и расход потребляемой энергии, а избыток навоза все еще не удается переработать. Значит, цель — радикально уменьшить выброс веществ, загрязняющих природу, — не достигнута. Экологический стресс, вопреки идеализации дел в нашей стране советской печатью, даже выше, чем в близлежащих европейских странах (таблица).

В Голландии экологические проблемы — следствие подъема в экономике: сельское хозяйство бурно развивается с неизменным экономическим успехом, продукция все увеличивается, несмотря на уменьшение числа занятых в сельском хозяйстве людей, национальный доход растет за счет экспорта продукции. А окружающая среда явно испытывает давление такого развития.

Часто мы не можем достигнуть положительного эффекта теми мерами, которые направлены на защиту окружающей среды, потому что постоянный рост благополучия в стране ведет к появлению новых отрицательных для среды факторов.

Так, принятые меры по эффективности и чистоте транспорта сводятся на нет из-за увеличения числа машин (если в Санкт-Петербурге когда-нибудь их станет столько же, сколько в Амстердаме, это может повредить красоте города).

Другой пример. На отопление нынешних домов с лучшей, чем прежде, теплоизоляцией требуется меньше энергии, но облегчения окружающей среде это не приносит, так как само строительство расширяется. Чтобы в нашей богатой стране не росло число экологических проблем, ей не уйти от необходимости ввести ограничения на определенные виды продукции и их потребление.

Некоторые ограничения уже приняты. Так, не только у нас, но и во всех странах Европейского сообщества уже введена квота на количество вылавливаемой рыбы. Это стало большой проблемой: Голландии очень трудно следовать квоте в связи с тем, что в прошлом правительство стимулировало рыбаков строить большие рыболовные суда с высокой производительностью. Рыбакам необходимо сейчас достаточный заработок, чтобы вернуть вложенный капитал, и некоторые идут на нелегальный промысел. Недавно из-за этого парламент заставил уйти в отставку влиятельного министра сельского хозяйства и рыболовства Х. Юракса. Ограничений на количество скота пока нет, экологические организации считают, что его надо уменьшить, а влиятельные лоббисты сельского хозяйства этому сопротивляются.

Развитие транспорта — одна из причин загрязнения воз-

духа. Официально правительство Голландии пытается ограничить увеличение частного автомобильного парка и поощряет популярный у нас велосипед, а также развитие городского транспорта. Но это не приводит к желаемому результату. Число автомобилей растет, для них строятся все новые и новые дороги и станции обслуживания, а у нас и сейчас большая часть земли занята дорогами, от гула автомашин нигде спрятаться.

Воздушный транспорт, тоже отнюдь не безвредный для окружающей среды, правительство и не пытается чем-либо ограничить. Наоборот, существует план трехкратного расширения нашего национального аэропорта Схипхол.

Если экологический стресс в Голландии — следствие экономических успехов, то на территории бывшего Советского Союза экологические проблемы связаны с общим упадком, и экономики в том числе. Голландский пример показывает, какой опасности подвергается страна, переходящая к рыночной экономике, и что такая экономика может принести окружающей среде в стране и в мире. У жителей страны с советским прошлым достаточно причин, чтобы критически подойти к развитию западных стран и следовать нашему примеру с осмотрительностью и выборочно.

© Е. Теллеген,
профессор, доктор
общественных наук,
заведующий кафедрой экологии
Амстердамского университета
Перевела с голландского
Л. Чернина

ПАМЯТИ ВАЛЕРИЯ ЛЕОНИДОВИЧА БАРСУКОВА



ВАЛЕРИЯ ЛЕОНИДОВИЧ БАРСУКОВ
(14.III 1928—22.VII 1992)

Наука понесла тяжелую и горькую потерю — не стало В. Л. Барсукова, академика, члена Президиума РАН, директора Института геохимии и аналитической химии им. В. И. Вернадского (ГЕОХИ), активного организатора научных исследований, яркого, незаурядного человека.

Читателям «Природы» наверняка запомнились его блестящие обзоры по космохимии и сравнительной планетологии, его размышления о будущем геологической науки и международных научных связях, его статьи о прогнозе землетрясений и геологии Венеры. Но это лишь малая доля исследований, в которых участвовал и которыми руководил В. Л. Барсуков.

Когда оглядываешься назад, понимаешь, что за свою в общем-то недолгую жизнь ему удалось сделать удивительно много. Двадцатитрехлетним аспирантом он пришел в ГЕОХИ. Пришел, не зная еще,

что ему предстоит проработать в институте более 40 лет... Трудно делить творчество ученого на этапы и периоды — все равно что делить самого человека. И все же, думая о творческом пути В. Л. Барсукова, можно заметить, как эволюционировали его интересы и расширялся их круг.

Сначала это была классическая геохимия одного элемента — олова. Изучая гидротермальные месторождения олова, В. Л. Барсуков сумел вскрыть ряд закономерностей, общих для рудообразующего процесса. Впоследствии они стали основой принципиально нового подхода к разработке геохимических методов прогноза и оценки рудных тел и месторождений. Этот подход базируется на знании физико-химического механизма переноса и отложения как самого рудогенного элемента, так и элементов-«переносчиков». Результаты молодого ученого были столь впечатляющими, что в

1969 г. эти его работы были зарегистрированы как открытие (кстати, это было первое официально признанное открытие в области геохимии).

В начале 50-х годов в стране возник острый дефицит борного сырья, и В. Л. Барсуков с головой ушел в разработку методов поисков и оценки эндогенных месторождений бора. Были определены геохимические условия формирования эндогенных боратов. Вместе с группой геофизиков ГЕОХИ был разработан метод анализа борного сырья *in situ*, что резко сократило сроки решения поставленной задачи.

Новые методы поисков боратных руд позволили надолго обеспечить промышленность СССР боратным сырьем и в дальнейшем использовались не только в нашей стране, но и за рубежом. Экспедиционные работы в Румынии и Северной Корее принесли В. Л. Барсукову новый успех: там также удалось открыть новые месторождения борного сырья.

Затем наступил период обобщений, более глубоких теоретических исследований. В. Л. Барсуков погрузился в изучение закономерностей размещения рудных месторождений, их связи с типом магматизма, физико-химических условий переноса и отложения различных рудогенных металлов: бора, олова, золота, серебра и др.

Комплексный подход привел В. Л. Барсукова к формулировке концепции о двух типах специализации магматизма: геохимическом и металлогеническом. Одновременно он высказал идею, лежащую в основе современных теорий рудообразования, — о решающей роли рифтогенеза в формировании рудных месторождений и в более общей форме — о влиянии рифтогенеза на металлогеническое содержание блоков земной коры.

В 1976 г. В. Л. Барсуков был назначен руководителем крупнейшего в мире исследовательского института геохимического направления — ГЕОХИ. Продолжая заниматься геохимией рудных месторождений, он стал руководителем многих других научных программ. Начался новый, еще более насыщенный период жизни В. Л. Барсукова, так как в числе этих программ преобладали такие, которые требовали напряженных исследований в самые сжатые, жесткие сроки.

Прежде всего это касается космохимии и сравнительной планетологии. Наступило время интенсивных исследований планет, проводимых в нашей стране. Под руководством В. Л. Барсукова сотрудники института изучили минерально-геохимический со-

став образцов лунных пород. Была создана геохимическая классификация магматических пород Луны — первая ступенька на пути к пониманию процессов возникновения и эволюции этого планетного тела.

Затем последовал новый этап исследований — началось изучение Венеры. В. Л. Барсуков был одним из самых активных создателей программы космических исследований в нашей стране. «Венера-8, -9, -13, -14, -15, -16», «Вега-1, -2» — автоматические межпланетные станции регулярно отправлялись для исследования далекой и не очень понятной планеты. Шаг за шагом, анализируя данные, полученные в разных институтах страны, в том числе в ГЕОХИ, В. Л. Барсуков и его коллеги разрабатывали представления о геологическом строении Венеры и составе ее внешних оболочек — атмосферы и коры.

И здесь можно видеть, как из отдельных фрагментов знания, добываемого с огромными техническими трудностями, создавалась более общая и цельная картина мира. В. Л. Барсуков усиленно разрабатывал концепцию неоднородности исходного материала, из которого формировались планеты земной группы, столь разные по химическому составу. Возникли идеи об особенностях истории развития планет в зависимости от их физических параметров: концепция двух типов ранней коры на планетах и синхронного появления на них ранних базальтов.

Не будет преувеличением сказать, что именно благодаря активной деятельности В. Л. Барсукова сравнительная планетология заняла достойное место в науках о Земле и планетах, а наша страна приобрела очень сильные позиции в этой области мировой науки. И хотя в последнее время космическая программа претерпела существенные изменения, связанные с нехваткой средств, все же впереди ряд интересных и очень важных экспериментов — экспериментов по изучению Марса, в организацию которых В. Л. Барсуков вложил так много духовных сил, так много воли и сердца...

1986 год, Чернобыль... С первых же дней В. Л. Барсуков развернул в институте экстренные работы по изучению радиационной обстановки в загрязненных зонах. Непрерывные измерения радиоактивности чернобыльских проб с помощью имевшейся в институте аппаратуры, создание новых методов, передвижных радиометрических лабораторий на автомашине, анализ тысяч проб, собранных в организованных им экспедициях на загрязненных территориях, создание карт радиоактивной загрязненности, первые

прогнозные оценки радиационной обстановки — воля и организационный талант В. Л. Барсукова проявились в этот нелегкий период особенно ярко. И еще — личное мужество. Он не только дважды летал летом 1986 г. к Чернобыльской АЭС, где на месте проверял, как используются методы и средства его института. Он одним из первых — и это, может быть, потребовало еще большего мужества — честно и открыто заявил о драматической ситуации, вызванной аварией на Чернобыльской АЭС.

Вспоминая В. Л. Барсукова, нельзя, конечно, пропустить и еще одну существенную страницу в его научной биографии — его работы по созданию новой военной техники. Они явились продолжением исследований академика А. П. Виноградова по геохимии Мирового океана. Ведь исследования природных радиоактивных изотопов, содержащихся в морской воде, их концентрации на разных глубинах, в разных условиях очень близки к изучению поведения техногенных радионуклидов и их излучений. А это средство наблюдения за всеми объектами, несущими радиоактивные изотопы, например за ядерным оружием на борту судов. В свое время работы института по созданию новой аппаратуры и новых методов для укрепления обороноспособности страны были оценены очень высоко. Награды получил и руководитель этих работ — академик В. Л. Барсуков.

В. Л. Барсукова высоко ценили и уважали. Это выражалось не только в пяти орденах, множестве медалей и премий, которыми он был награжден, но и в тех многочисленных ответственных поручениях, кото-

рые ему давались Академией наук. Будучи директором крупнейшего института, он был еще и членом Президиума Академии наук, членом бюро Отделения геологии, геофизики, геохимии и горных наук, главным редактором журнала «Геохимия», председателем ряда научных советов и их секций, активным участником «Интеркосмоса» и КОСПАРа. Его хорошо знали как в нашей стране, так и за рубежом. Член Международной Академии астронавтики, вице-президент Международного союза геологических наук, член Европейской академии наук, член подготовительных комитетов Международных геологических конгрессов, президент и член исполкома Международной ассоциации геохимии и космохимии, председатель советской части Советско-американской комиссии по планетарным исследованиям...

Среди многочисленных постов и должностей В. Л. Барсукова была и еще одна обязанность, которую он охотно взял на себя, — он был членом редакционного совета «Природы», часто сам выступал на наших страницах, способствовал притоку новых материалов и вообще был человеком, близким журналу. Он прекрасно понимал значение взаимной информации ученых разных специальностей, чувствовал, как важна научно-популяризаторская деятельность для осознания места науки в социальном прогрессе.

Редакционная коллегия и все сотрудники «Природы» сохраняют память о Валерии Леонидовиче Барсукове — крупном ученом, активном организаторе научных исследований, неизменном авторе журнала, интересном и обаятельном человеке.

ПРОДА-nature

Is charge quantization exact?

There is mild excitement at the prospect of using anti-hydrogen as a means of telling whether the charges of protons and antiprotons differ, and, if so, by how much.

If only the magnitude of the electric charges of the electron and the proton were slightly different, the expansion of the Universe would be accounted for at a stroke: electrostatic repulsion would blow it apart. That is what Einstein suggested in 1924. And the argument can be turned around to infer, from the known expansion of the Universe (the long-standing uncertainty in Hubble's constant notwithstanding) that the charge difference between electrons and protons cannot be large, for that would force the Universe to expand more rapidly than is observed. In other words, there is no obvious reason to doubt what the elementary textbooks say, that the charges of the electron and the proton are equal in magnitude but opposite in sign, so that an intact hydrogen atom is electrically neutral.

What this implies, in turn, is general support for the idea that electric charge is strictly quantized, in units of the elementary charge $\pm e$, where the electric charge of a proton is $+e$ and that of an electron $-e$. Although, when several nucleons are thrown together to make a nucleus, the total mass will be smaller than the sum of the masses of its parts (by the mass equivalent of the binding energy), the total charge is strictly the algebraic sum of the charges of the component nucleons.

The only known exceptions to the rule that electric charge is strictly quantized are the particles called quarks, but they are exceptions of the kind that may be held to prove the rule. Free quarks, with charges of $\pm \frac{1}{3}e$ and $\pm \frac{2}{3}e$, seem not to be capable of independent existence, but only in combinations (hadrons or mesons) whose total charge is either zero or an integral multiple of e .

So why should people such as R. J. Hughes (from the Los Alamos National Laboratory) and B. I. Deutsch (from the University of Aarhus) be concerned with the possibility that the quantization rule may not be strictly correct or, more accurately, with an attempt to estimate its precision? Their case (*Phys. Rev. Lett.* 69, 578-581; 27 July 1992) is that although the equality of the charges of the proton and the electron has now been proved to the hilt, there is nothing like the same precision in the comparison of the electric charges of the corresponding antiparticles, the antiproton and the positron. They plead for measurements with anti-hydrogen to advance the cause.

The stimulation provided by Einstein's argument is easily appreciated. The ratio of the electrostatic and gravitational forces

between an electron and a proton, whatever their distance apart, is the huge number 10^{42} , which is simply another way of saying that gravitational forces are very much weaker than electrostatic forces. But that implies that the expansion of the Universe is enormously sensitive to any difference between the electric charges of the electron and the proton; Hughes and Deutsch quote R. A. Lyttleton and Hermann Bondi for the estimate that a charge difference of $10^{-20} e$ would account for the expansion of the Universe. But the precision of the measured difference is an order of magnitude better than that, or less than $(0.8 \pm 0.8) 10^{-21} e$. Given that the neutron is now known to be electrically neutral to within $10^{-20} e$, the electrostatic expansion of the Universe looks like a lost cause.

The interest of charge comparisons involving antiparticles, as Hughes and Deutsch explain it, is more subtle and even profound. What constitutional lawyers would no doubt call the enabling equations of antiparticles, Dirac's equation for example, predict that particles and antiparticles will have equal masses. If that is taken as a given, then it should be possible to make high-precision comparison of the charges of electrons and positrons, or of protons and antiprotons, simply by measuring their respective frequencies of revolution (the cyclotron frequency) in a suitable magnetic field, which is one of the everyday by-products of high-energy physics. But who says that the enabling equations are exact? Hughes and Deutsch argue that that amounts to the assumption of CPT invariance, or that the equations of motion for particles/antiparticles are invariant with respect to charge inversion, parity (or the inversion of space through an arbitrary origin of coordinates) and time reversal — a simple, but not necessarily correct assumption about the Universe on a microscopic scale.

So how to compare the electric charges of particles and antiparticles without supposing that their masses are intrinsically equal? Strictly, measurements of the cyclotron frequency are measurements of the ratio of charge and mass, e/m . Plainly an independent measurement is needed if differences of e are to be separately determined. Hughes and Deutsch argue that the best source of further information must be a spectroscopic measurement of an exotic atomic state in which one of the constituents is an antiparticle.

The most obvious candidate is positronium, the atom whose constituents are an

electron and a positron. This has a ground state and excited states, just as hydrogen atoms do, but the energy levels are differently spaced because the particles have different masses. Technically, the Rydberg constant for positronium is almost exactly half that for hydrogen. So, given a cyclotron comparison and a measurement of a known energy level of positronium, it should be possible to put a limit on the difference of charge.

There are data in the literature sufficient to pin down the difference of the electric charges of the electron and the positron. The cyclotron frequencies of the two particles are known to differ by one part in 10^9 , while the respective Rydberg constants are in a ratio that differs from unity by less than 4×10^{-11} . There is a prospect that each of the component measurements may be made three orders of magnitude more precise, which would reveal differences of the order of 10^{-11} in the two charges. That will still be some way short of the precision with which the charges of the electron and the proton have been compared, but will no doubt not be sniffed at.

The comparison of the charges of the proton and antiproton is more difficult. The analogue of positronium for these particles is the bound state of a proton and antiproton, for which the available mass measurement is much less certain. Hughes and Deutsch argue that the precision of the comparison using data now available is merely two parts in 100,000, despite the much greater precision of the cyclotron measurements themselves.

So how to make progress? That is where anti-hydrogen comes in. The idea is that isolated atoms of anti-hydrogen would be relatively much more stable than those of positronium (whose constituents can mutually annihilate each other). Hughes and Deutsch calculate that it should be possible to measure the Rydberg constant of anti-hydrogen to one part in 10^{14} , and that a suitable cyclotron comparison of proton and antiproton and electron and positron would pin down the difference of charge of proton and antiproton to one part in 10^{11} .

But first catch some anti-hydrogen. Nobody has made a single atom yet, unless by accident. The ideal will be to prepare a handful of atoms in a suitably cooled ion trap, holding them there long enough for spectroscopy to be possible. It will be interesting to see which laboratory is the first in the field. While the search goes on, the doctrine of CPT invariance lacks underpinning, but at a level of precision unlikely to keep people awake at night.

John Maddox

Madness to the method

John W. Galloway

Scientific Literacy and the Myth of the Scientific Method. By Henry H. Bauer. University of Illinois Press: 1992. Pp. 192. \$24.95.

HENRY Bauer has written a book to challenge current ideas about scientific literacy and demolish the myth of the scientific method, a concept that he claims was discarded decades ago by most historians and philosophers of science. Indeed, Peter Medawar pointed out the dangers of belief in the scientific method. For it is the professional business of scientists to solve problems; so those who claim to believe in the method but fail to solve a given problem must either not know the correct method, in which case they are incompetent, or simply be too idle to apply it. Bauer argues that strict adherence to the model of the scientific method leads not only to a stifling of creativity and to bad science, including deliberate fraud, but also to a misunderstanding of science in society.

Bauer begins by looking at how science or, in his words, its reputation works in our culture, exposing some popular fallacies about scientific literacy among the public. Promotion of scientific literacy is beginning to take on the appearance of a major industry, yet he believes that "things are drastically wrong with almost everything that has been said about the supposedly critical state of scientific literacy". He rubbishes the nonsensical rhetoric on the utilitarian value of such literacy, adding that it is no more than part of a public-relations exercise by scientists. There are perfectly good reasons for being scientifically literate, but they are not much different from the benefits of any sort of literacy. It is worth recalling that on learning that the Earth went around the Sun, Sherlock Holmes said that he couldn't see what possible use the knowledge could be to him and now that he knew it, he proposed to forget it. When individuals or organizations really need to know some science, they can become experts in it very quickly. And it is by no means certain that science would benefit if the public understood science better.

But Bauer has more specific concerns. What exactly is meant by scientific literacy? It might mean, as he points out, 'knowing' some science. But how much, and which bits? He notes that different sciences do not often resemble one another a great deal, and not just because of differences in subject matter.

One has only to think of the contrasting ways mathematics is used in theoretical physics and molecular biology (physics relies a great deal for its explanatory power on metaphor).

What's more, as Bauer points out, questions about science cannot easily be reduced to simplistic true-or-false or multiple-choice answers. Here he makes a useful distinction between the science we learn as fact ("textbook science") and the science that is new ("frontier science"), where research is continually creating more knowledge, much of it unreliable and subject to change, and where all fraud takes place. As he says, this division can cause problems for those who rely on the media for knowledge of their science: some people are disturbed to discover that science is just as evanescent as the rest of the news, particularly if they see science as being always dependable.

Certainly, as Bauer contends, it might be more useful for lay people to understand how science works rather than its results. For example, the mistaken but stereotypical view of science as a dispassionate, objective, systematic pursuit of knowledge means that science is perceived as self-regulatory, when in reality, Bauer argues, professional codes of ethics need to be established to deal with, say, cases of transgression. He emphasizes that science is a cooperative, continuously changing and complex enterprise carried out by fallible humans, a social activity or "game" that is an essential part of our cultural heritage; and that it will be of greater benefit to us and better understood when recognized as such.

Bauer develops his theme well, using the myth of method to illuminate many aspects of popular misconceptions about science. But he is better at saying what science is not, defining it by exclusion, than giving a clear idea about what makes it distinctive. Perhaps it is a mistake to look for any general definition of science. In this respect, his adoption of the old analogy between science and games is particularly apt — many games share features, but it is difficult to see what solitaire, chess and football have in common. So, too, with the sciences.

Science can be recognized, however, by the sort of questions it asks and the sort of methods it has to answer them. In the words of Niels Bohr, "it is the task of science to reduce deep truths to trivialities". A large part of scientific creativity is devising methods to do just that. It is by its methods, not its method, that science is known and recognized. □

John W. Galloway is at the Nuffield Foundation, 28 Bedford Square, London WC1B 3EG, UK.

RÉSUMÉ

Paternity pursuit

ENCOUNTERING the astronomical equivalent of an identity parade, P. J. Mougini-Mark *et al.* have tried to track down the percentage of the SNC family of meteorites, comprising shergottites, nakhlites and Chassigny (*J. geophys. Res.* 97, 10213–10225; 1992). The consensus is that the SNC meteorites are all chips off the martian block, probably ablated in a single planetary impact. But could the scar left behind be recognized? From the meteorites' petrology, the authors narrowed the search to the Tharsis volcanic region of Mars. Using mug shots of craters from the Viking mission, they found nine likely culprits, each of which is young (less than 180 million years old) and large enough (over 10 km across) to supply material that is still arriving at Earth. But none fully fits the description, and the authors are, as they say, continuing with their enquiries.

Strong stuff

THE marine worm, *Phragmatopoma*, ranks high among nature's builders for the economy and ingenuity with which it constructs its communal labyrinth, made of what appears to be masonry. J. H. Waite *et al.* (*Biochemistry* 31, 5733–5738; 1992) have isolated the precursors — the unset cement — of one component of the composite (particles of debris caught from the circulating water make the other). Two proteins are abundant in the creature's thorax, each characterized by a repeating amino-acid motif in which 3,4-dihydroxyphenylalanine is prominent. This catechol is enzymically converted into quinone, which crosslinks the protein chains and probably attaches them to the substratum. The mortar outclasses man-made counterparts in that it bonds to unprepared and wet surfaces, is not choosy about the filler material, and functions at low mortar/filler ratios. Not bad for a mere worm.

Mirror image

A NEW twist is given to Berry's phase by researchers at Caltech (M. Segev *et al.* *Phys. Rev. Lett.* 69, 590–592; 1992). The quantum record of a particle's history, Berry's phase is a phase angle which changes as the particle's environment is altered. Once the environment is brought back to its original state, the phase can be measured by comparison with a reference particle; in practice this is typically done interferometrically using beams of photons or neutrons. The usual picture of the phase rotating is made manifest in the new work, in which the image of a cross is passed through a many-mirrored periscope. The emerging image it turns out, is rotated by an angle equal to the sum of the phases acquired on each reflection.

The philosopher for science

Hermann Bondi

Karl Popper's ideas have been the touchstone for judging science during much of this century. Here, in acknowledgement of his 90th birthday on 28 July, is a celebration of the man and his works.

SCIENTISTS are a very heterogeneous group of people, as befits a profession that values originality above all. Thus it comes about that only a minority of working scientists question what the nature of science is, or try to explore the demarcation between science and other human endeavours. But among this set of scientists, the name of one student of the philosophy of science brings out the deepest feelings of appreciation and, indeed, gratitude: Karl Popper. His seminal work of well over half a century ago (*Die Logik der Forschung*) is still the basis of how we think about our subject, is still the touchstone of whether one's ideas are scientifically meaningful, or just a jumble of ingenious and perhaps satisfying thoughts.

Popper's teaching in this and in later works on related themes stresses that science is a creative subject. The new ideas, the working hypotheses, the novel experimental arrangements, these are all the result of intellectual jumps and of original thinking, and not of logical deduction or inference. Thus the generation of science cannot be mechanized. There is no possibility of defining a 'scientific method', a prescription that anybody can follow and 'make science'. Scientists have to be people of flesh and blood, of passion and drive, of daring and of courage. (It is unfortunate that in some places the absurd image of the cold, passionless scientist is still propagated.) Directly or indirectly, this point of Popper's has affected our value judgements of scientists and their work. Thus in all those many cases where judging panels have given high marks to originality, Popper's influence shines through.

His basic idea is of theories having to be vulnerable to empirical disproof, with the more rigid and therefore more at-risk theory to be viewed as preferable to the more flexible (or more flabby). This view has profoundly influenced me and many others. The whole relation between experiment and observation on the one hand, and theoretical constructions on the other, is generally seen nowadays in the light of Popper's analysis. The notion of the crucial experiment to disprove a theory antedates Popper, but the appreciation that this is the principal function of experiment and observation we owe to him.

Here again Popper pointed out many years ago what is still not understood

by large sections of the population: the true relationship between science and technology. It is unfortunately widely thought that science is primary and technology derivative. In fact, advances in science frequently arise from a novel and more searching experimental method which has become available through technological progress which thus generates new science. As Popper put it so appealingly: "We advance like a person walking through a swamp, first painfully



Karl Popper — an influence shining through.

pulling up one leg and advancing it, and then the other. One leg is labelled 'technology' and the other 'science'." It may be that this vital teaching of his has been implicitly understood by the scientific community since the end of the Second World War, when advances in electronics and the ability to use space platforms provided previously unimagined experimental opportunities. It was Popper who made this dependence explicit and clear.

But perhaps it is his stress on problem-solving as the central activity of humans (indeed, all living organisms can be said to be engaged in problem-solving), which describes so particularly aptly what is done in science. Science is driven forward by unexpected and surprising results emerging from new experiments or by the appearance of contradictions between theories previously thought compatible. Solving such problems as they arise is of the essence of our work. Thus science is not something strange and odd but the most human of pursuits. Hoyle, in his novel

The Black Cloud puts this so well when a non-scientist says of scientists: "I cannot understand what makes them tick. They are always wrong and they always go on." This very popperian sentiment inspires us all through our trials and tribulations. Popper has made it clear that we should be proud so to be described.

There is, however, a consequence of Popper's analysis that in my opinion has not been taken to heart sufficiently by our community. Criticism and testing are of the essence of our work. This means that science is a fundamentally social activity, which implies that it depends on good communication. In the practice of science we are aware of this, and that is why it is right for our journals to insist on clarity and intelligibility, and why meeting our colleagues at conferences is such an integral part of being a working scientist. But we have hardly begun to take note of this fact in the teaching of science. The priority given to conveying as much material as possible in a limited amount of time means that the teaching of communication skills generally takes a back seat (and often not even that) in undergraduate and postgraduate courses. The consequences of this neglect of an important implication of Popper's teaching are sad: most young (and not so young) scientists find it difficult to talk about their work to the general public and to the media, their lecturing is not always of the best, and even their technical presentations can be hard to follow. So often, when postgraduates write up their PhD theses, these are the first coherent pieces of writing they have done in six or more years. This is hard on them, on their supervisors, and on their examiners. Very gradually the need to teach communication skills is being understood, but it is being acted on only in a very limited way.

This is a brief outline of how one scientist sees Popper's influence today. It leaves out much that is very relevant to our time, such as his inveighing against utopianism in science as much as in politics, his vigour in denouncing illogical and misleading ideas held on authority rather than on evidence, and so on. May we enjoy many more of his characteristic and instructive contributions! □

Sir Hermann Bondi is at Churchill College, Cambridge CB3 0DS, UK.

A phantom of the ocean

Theodore J. Smayda

A CHARMING explanation of so-called 'red tides' is to be found in the rich folklore of the sea: the characteristic phosphorescence (bioluminescence) and associated surface discolorations are, it is said, produced by an enormous fish, The Devil of the Waters, which inhabits the seabed, spitting fire to destroy its prey, and thus reddening the waters¹. Well, this fictitious monster would have met its match in the marine David described by Burkholder *et al.* on page 407 of this issue². They report the discovery of a microscopic, unicellular organism which, at one stage in its remarkable life cycle, secretes a powerful toxin which kills fish; most unusually, the organism uses dying fish to its nutritional advantage.

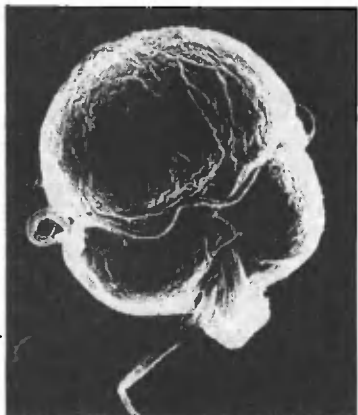
The organism concerned is a photosynthetic dinoflagellate, and it lurks dormant on the seabed until live fish approach. Then, sometimes within minutes, it excysts, releasing a motile, vegetative stage which swims, grows and swarms within the water column. There it secretes a potent, water-soluble neurotoxin which causes fish death, sometimes on a massive scale — in one episode, about a million menhaden (*Brevoortia* sp.) were killed. Several hours later, the dinoflagellate cells encyst, sink to the bottom sediments and await a renewed, ichthyo-stimulated foray.

The authors appropriately liken this stunningly rapid and ephemeral sequence of lethal appearance and disappearance to that of a phantom. The chemical nature of the neurotoxin remains to be elucidated, as does the broader distribution of the dinoflagellate. But although it is known only from two estuaries in the United States, the authors predict that it is widespread and has been responsible for many of the enigmatic fish kills which occur in coastal regions.

Red tides (which may in fact be red, green, yellow or brown) are of course one manifestation of blooms of phytoplankton, population explosions undergone by dinoflagellates, diatoms and several other groups of photosynthetic microalgae. Such blooms have underpinned marine foodwebs for at least three billion years, but the red-tide blooms of nutritionally inadequate or toxic species have less benign effects. That has been known for a long time. What is new is an apparent increase in bloom frequency and spread of noxious species; the occurrence of toxicity in species that had been thought to be harmless; and the growing number of reports of catastrophic mass deaths of marine mammals, including whales³, and of fish and

invertebrates⁴.

Nor can the public at large stand aloof from these phenomena. In the best known of the toxic bloom cases, paralytic shellfish poisons' (PSP) toxicity, shellfish feeding upon certain dinoflagellates accumulate the neurotoxic saxitoxin and its analogues without harming themselves. But when the shellfish are eaten by humans, serious illness or death can occur: a recent PSP outbreak



The 'phantom-like' dinoflagellate described by Burkholder *et al.*². The toxic vegetative cells extend a tongue-like organelle, the peduncle (shorter structure, bottom), which attaches to and sucks the contents from fragments of fish tissue.

in Guatemala resulted in 26 deaths and 187 cases of illness⁵. Likewise, reports of fish deaths caused by red-tide outbreaks are not new as such^{6,7}. But we are seeing the emergence of hitherto unsuspected toxins and toxic syndromes, such as the 1987 discovery of the amnesic shellfish poisoning in Cardigan Bay, Nova Scotia, caused by the neuroexcitatory amino acid, domoic acid⁸. Before then, toxin production by diatoms, a major component of the phytoplankton, was unknown. This toxin also suddenly appeared in Monterey Bay, California, in 1991, where it caused the death of pelicans feeding on anchovy which had in turn accumulated domoic acid from its diatom prey⁹.

Another recent development, underlining how easily the phytoplankton can spring surprises on us, was the report of a previously undescribed mode of feeding (termed dasmotrophy) by a toxic, photosynthetic phytoplankton on other phytoplankton¹⁰. This toxic flagellate, also lethal to fish, invertebrates and macroalgae, is thought to produce

membrane-puncturing compounds which allow it to extract nutrients from its prey.

It is against this background that the paper of Burkholder *et al.* must be viewed. With the possible exception of dasmotrophy, phytoplankton toxins have not been reported to have a nutritional role; rather, it is thought that they may serve as chemical deterrents against predation, even protecting shellfish which have sequestered them during feeding¹¹. By contrast, the dinoflagellate described by Burkholder *et al.* does derive nutritional gain during its kill — it digests flecks of sloughed-off fish tissue to which it attaches by means of a peduncle. Another difference between the biology of this dinoflagellate and that of other toxin producers is in the surprising influence of phosphorus. The addition of phosphate, unlike nitrate or ammonia, stimulated the growth of gametes, whereas it is limitation of this nutrient that has been implicated in toxigenesis in other species¹².

Burkholder *et al.* point out that the apparent correlation between increasing nutrient enrichment of global coastal waters and increased incidences of harmful algal blooms is probably not a factor in blooms of the phantom dinoflagellate. But a sobering consequence of their discovery is that it further complicates resolution of the matter of whether harmful algal blooms in the sea are actually increasing, or whether the increase is due to improved monitoring of such events. However that may be, the public are subject to periodic alarms over the safety of seafood, and fisheries and aquaculture enterprises suffer considerable economic loss.

Several big questions need to be resolved. Are toxic blooms in general being triggered largely by increased nut-

1. Mörven, F. *Legends of the Sea* (Crown, New York, 1980).
2. Burkholder, J. M., Noga, E. J., Hobbs, C. H. & Glasgow, H. B. *Nature* **388**, 407-410 (1992).
3. Garcia, J. R. *et al.* *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **48**, 1895-1908 (1991).
4. Smayda, T. J. in *Food Chain Yields, Models and Management of Large Marine Ecosystems* (eds Sherman, M., Alexander, L. M. & Gold, B. D.) 275-307 (Westview, Boulder, 1989).
5. Rosales-Loaenar, F., De Porras, E. & Dix, D. W. in *Red Tides: Biology, Environmental Science and Toxicology* (eds Otsuchi, T., Anderson, D. M. & Nemoto, T.) 113-118 (Elsevier, New York, 1989).
6. Roberts, B. S. in *Toxic Dinoflagellate Blooms* (eds Taylor, D. L. & Seliger, H. H.) 199-202 (Elsevier/North Holland, New York, 1979).
7. *Toxic Marine Phytoplankton* (eds Graneli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D. M.) 1-554 (Elsevier, New York, 1991).
8. Bates, S. S. *et al.* *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* **48**, 1203-1215 (1991).
9. Work, T. M. *et al.* in *Toxic Phytoplankton Blooms in the Sea* (eds Smayda, T. J. & Shimizu, Y.) (Elsevier, Amsterdam, in the press).
10. Estep, K. & MacIntyre, F. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **87**, 11-21 (1989).
11. Kuttel, R. G., De Grange, A. R. & Bettler, M. K. *Limnol. Oceanogr.* **38**, 393-404 (1993).
12. Edvardsen, B., Moy, F. & Paasche, E. in *Toxic Marine Phytoplankton* (eds Graneli, E., Sundström, B., Edler, L. & Anderson, D. M.) 284-289 (Elsevier, New York, 1991).

Biosphere 2 project told to make room for science

Washington. Biosphere 2, the \$150-million artificial ecosystem operating in the Arizona desert, may indeed be a grand experiment in living harmoniously with nature. But a new report from an outside panel says that the project will not generate any useful scientific results until it hires a scientific director, designs and carries out a research plan and makes its data available to outside scrutiny.

self-sustaining as it was made out to be — supplies and air were being brought into the supposedly sealed environment and a carbon dioxide scrubber had been installed.

The success of the committee's suggestions, and the amount of money to be invested in basic research, depends largely on who is appointed as scientific director. Lovejoy estimates that the report's recommendations could be implemented for a few hundred thousand dollars. The company behind Biosphere 2, Space Biosphere Ventures, says that it was considering the appointment of a scientific director before the committee submitted its report.

The committee recommends that the director be a respected researcher with responsibility for coordinating the scientific activities of Biosphere 2, augmenting and facilitating new projects, developing the

scientific staff and engaging with the scientific world at large. Given the view of some people that those concerned with the project are either benighted idealists or cultists aiming at world conquest, a considerable research budget and visible independence will certainly be needed to attract a reputable scientist.

The report is critical of the project's current approach to research. It says that Biosphere 2 must stop treating all scientific information as proprietary and begin to publish its results in peer-reviewed journals. It also needs to revise its data collection and storage system and take steps to ensure that all the data collected are properly validated.

One problem not so easily fixed is the scientific capabilities of the eight bionauts. With one exception — a gerontologist — none has PhD-level scientific qualifications. The report says that outside researchers should be enlisted to make up for this shortcoming. There also needs to be a movement of materials such as tissue or water samples in and out of the sealed environment.

Edward Bass, a Texas businessman whose philanthropy has made the project possible, says only that the concerns and recommendations of the committee will be "immediately and fully addressed".

Ian Munden

Soviets reported to have dumped nuclear waste in Arctic

Washington. Scientists from the United States and other countries are looking into reports that the Soviet Union dumped vast amounts of radioactive waste into the relatively shallow waters bordering the Arctic Ocean. The material is said to range from the intact reactor of a nuclear submarine to barrels of radioactive waste from nuclear-powered icebreakers.

Members of the Russian Parliament have asked their government to release data about the dumping, which is alleged to have occurred in the shallow Karas and Barents seas off the northwest coast of Russia between the 1960s and last year. Last month, researchers and policy-makers from Canada, Russia and the United States met at the Woods Hole (Massachusetts) Oceanographic Institution (WHOI) to devise strategies for obtaining more data, including a conference next June in Canada to which Russian experts would be invited.

The researchers need to know the location, amount and packaging of the waste, as well as precisely what the Soviets dumped, before they can assess its possible effects. Officials from the former Soviet Union have released little information about the dumping, hampered by the decentralized and classified nature of the data.

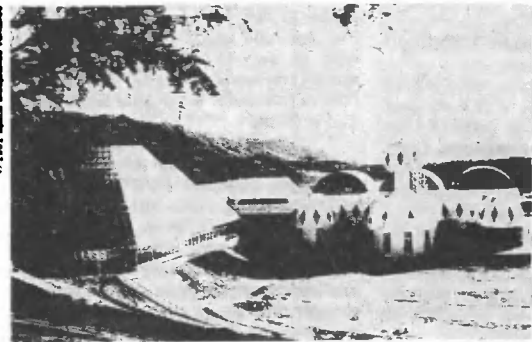
"I can imagine that it's very difficult to find the information, because sometimes decisions were made by a few people", says Raphael Vartanov, a senior research fellow at WHOI's Marine Policy Center on leave from the Russian Academy of Sciences. Vartanov and others suspect that some bureaucrats are withholding data for fear of taking the blame or because they "still think in the old way".

Not content to wait for information, scientists have also organized expeditions to monitor known dump sites. A Norwegian-Russian research team that also includes one US scientist is due to leave next week, and several US agencies are planning an international expedition in the autumn to take measurements at sea and on land.

Although few signs of extensive nuclear pollution have appeared in water leaving the Arctic, scientists are concerned that the effect of the alleged dumping could be magnified by the fact that it took place in seas only 60 to 300 metres deep. Such shallow waters harbour most of the ocean's organisms and are more turbulent than deeper ocean basins. Researchers also want to examine the water circulation around dump sites.

"I certainly don't think there is an ecological catastrophe happening", says Hugh Livingston, a senior research scientist at WHOI, "but I'm concerned for the future."

Traci Watson



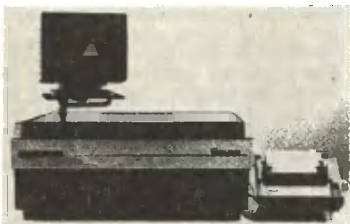
Biosphere 2 — can it be more than a tourist attraction?

An eight-member committee of environmental scientists, chaired by ecologist Thomas Lovejoy of the Smithsonian Institution, was asked to describe what Biosphere 2 must do to make a meaningful contribution to science. The report does not say what type of research should be conducted nor how much it would cost, but Lovejoy praises the project as "an act of vision and courage" that will "make important scientific contributions in the fields of biogeochemical cycling, the ecology of closed systems and restoration ecology" if the panel's recommendations are carried out. The project has already produced results that would otherwise have been impossible to obtain, he says.

The story of Biosphere 2 is one of great hype followed by a certain amount of disillusionment. The idea was to set up a self-sustaining, artificial environment in which a number of people — or bionauts — would be sealed for two years. The aims were to generate scientific knowledge, to educate the public and to make a profit through tourism and new technology.

However, those involved in the early stages of the project say that science was low on the agenda in terms of both money and the interests of its organizers. The credibility of the project was further damaged when it was revealed that Biosphere 2, which began to operate last September, was not as

Packard's new line of Tri-Carb 2500TR/AB and 2550TR/AB alpha/beta liquid scintillation analysers feature automatic, quantitative, crossover optimization and ultra-low-level counting (Reader Service No. 107). These systems integrate advanced



Alpha/beta liquid scintillation systems.

pulse decay analysis with time-resolved liquid scintillation counting to provide simultaneous gross alpha/beta and low-level beta counting in a multipurpose instrument. The Tri-Carb TR/AB systems automatically optimize alpha and beta separation into simultaneous, high-resolution, multichannel analysers. Alpha, beta and overlapped alpha/beta spectra are displayed in real-time on the colour CRT monitor. Crossover is automatically minimized for each sample type and optimum settings are stored for automatic recall. Quantitative crossover curves are displayed and plotted upon request, enabling the operator to fine-tune the system to suit special sample requirements. These network-compatible systems can automatically access resident application software for complete unattended counting and data processing for up to 30 different users or applications. The TR/AB systems offer a sample capacity of 408 large vials, 720 small vials or a combination of both sizes.

■ Metering devices

The PHM95 pH/ion meter from Radiometer is designed to be equally suitable for high-precision research analyses and rou-

line measurements of mV, pH and ion concentration (Reader Service No. 108). For optimal flexibility, 16 methods are provided, which can be edited individually. Each method contains all the information necessary for an application, including type of electrode, calibration procedure, result acceptance criteria and number of digits in the result. The method link facility and the



Radiometer's all-in-one pH/ion meter.

two electrode inputs enable two different measurements to be performed in the same sample. Users can choose between three different pH calibration procedures: 'auto' with recognition of four buffers, 'fixed' with selection of 13 preprogrammed buffers, or with 'free' entry of buffer values. The calibration curve can be defined and stored with up to nine calibration points for ion concentration measurements. Standard addition/subtraction and analate addition/subtraction techniques are provided for ion concentration measurements.

According to World Precision Instruments, its Dri-Ref reference electrode offers stability, low resistance and very low electrolyte leakage (Reader Service No. 109). It is designed for measurements that demand minimal sample contamination by the electrode. Dri-Ref's internal electrode is made with a large-surface silver/silver chloride pellet, which, the company says, has been

proven to be stable, long lasting and very low in resistance. Total resistance is less than 500 Ω — an important consideration when making low-noise measurements. Although the internal filling solution contains KCl , WPI says that low fluid leakage means that Dri-Ref can be used in combination with ion-selective electrodes, including those for K^+ and Cl^- , without contamination by the reference electrode. The epoxy body of the Dri-Ref electrode is designed to be chemically resistant to strong acids, alkalis and organic solvents.

■ Liquid dispensers

Hamilton announces the introduction of its latest automated pipettor/diluter, the Microlab 500, which combines transfer pipetting, automated diluting and dispensing into one instrument (Reader Service No. 110). The Microlab 500 can function as a single- or dual-syringe pipettor, diluter or dispenser, and uses a simple user interface with an easy-to-read LCD and touch-sensitive membrane keyboard. The Microlab 500 can accommodate volumes ranging from 1 μ l to 25 ml.

The new Multidrop programmable microplate dispenser from Labsystems is capable of filling a plate (20 μ l per well) in less than 5 s (Reader Service No. 111). Users can select dispensing volumes from 20 to 390 μ l in 10- μ l increments. In addition, the extended reservoirs allow dispensing of up to eight different reagents simultaneously. According to Labsystems, even viscous solutions such as agar can be dispensed. The dispensing head can be detached and autoclaved for aseptic procedures. □

These notes are compiled by Diane Gershon from information provided by the manufacturers. To obtain further details, use the reader service card bound inside the journal. Prices quoted are sometimes nominal and apply only within the country indicated.

ПРИРОДА - nature

Космические исследования

Запуски космических аппаратов в СНГ: май — июнь 1992 г.

В мае — июне 1992 г. с космодромов СНГ запущено 11 космических аппаратов, в том числе девять спутников серии «Космос» с научной аппаратурой, предназначенной для продолжения исследований космического пространства.

На очередном спутнике «Ресурс-Ф» установлена аппаратура для проведения разноштабной многозональной и спектральной фотосъемки с целью продолжения исследований природных ресурсов Земли и решения экологических задач в интересах науки, различных отраслей народного хозяйства и международного сотрудничества.

Автоматический корабль «Прогресс М-13» доставил на орбитальный научно-исследовательский комплекс «Мир» аппаратуру, топливо для объединенной двигательной установки станции и другие расходные материалы, в том числе оборудование, необходимое для работы на орбите российско-французского экипажа, стартовавшего 27 июля 1992 г.

Перечисленные выше космические аппараты были запущены ракетами-носителями «Космос» и «Союз».

Космические исследования.

Экология

Проект «Экос»: взгляд на Землю из космоса

О все более четком осознании необходимости активизировать работы по комплексному исследованию, моделированию и прогнозу изменений окружающей среды и климата, антропогенных и природных катастроф свидетельствует учреждение таких крупных программ, как международная геосферно-биосферная, Всемирная программа исследования климата, программа «Международное десятилетие снижения ущерба от стихийных бедствий» и др., в рамках которых большое внимание уделяется космическим методам исследования Земли. Крупнейшим глобальным проектом в этой области является проект EOS, предусматривающий развертывание к концу века системы космических аппаратов для комплексного изучения процессов в системе Земля.

В России для решения фундаментальных задач исследования Земли планируется осуществлять программу «Экос», состоящую из двух взаимодополняющих проектов — «Экос-А» и «Экос-Д». Космические эксперименты по ним планируются в 1996—2000 гг. В дальнейшем предусматривается включение космических аппаратов проекта «Экос» в систему EOS.

По проекту «Экос-Д» будут проводиться детальные исследования Земли на основе локальных наблюдений (с разрешением до единиц и десятков метров).

Проект «Экос-А», разработка предварительной концепции которого в настоящее время завершена специалистами Института космических исследований РАН, направлен на исследование взаимодействий глобальных процессов путем обзорных наблюдений Земли (с разрешением в единицы и десятки километров) и измерения характеристик солнечного воздействия; для выполнения этого проекта предполагается задействовать два космических аппарата. Первый предназначен для глобальных измерений характеристик поверхности, магнитосферы и атмосферы Земли. Его следует вывести на полярную солнечно-синхронную орбиту (высота 800—1000 км, наклонение 99°), что обеспечит глобальный обзор Земли два раза в сутки в постоянное местное время. В качестве космической платформы рассматриваются космические аппараты «Ресурс-Э» и «Экон». Второй космический аппарат предназначен для непрерывного измерения параметров межпланетной среды и солнечной активности, а также оперативного оповещения о солнечных вспышках. Его предстоит вывести на внемантийную орбиту. Этот аппарат предполагается создать на основе разрабатываемого Институтом космических исследований РАН космического аппарата «Регата-Э».

Исследование Земли из космоса. 1992. № 2. С. 3.

Космический аппарат	Дата запуска	Параметры начальной орбиты			
		перигей, км	апогей, км	наклонение, град	период обращения, мин
«Космос-2186»	28.V	195	350	62,9	89,7
«Космос-2187—2194»*	3.VI	1446	1506	74	115,3
«Ресурс-Ф»	23.VI	190	257	82,3	88,6
«Прогресс М-13»	30.VI	189	244	51,6	88,5

* «Космос-2187—2194» запущены одной ракетой-носителем «Космос».

Астрофизика

Новорожденные шаровые скопления

Когда Дж. А. Хольцман (J. A. Holtzman; Лоуэллская обсерватория, США) с коллегами

готовили программу наблюдений галактики NGC 1275 с помощью космического телескопа им. Э. Хаббла, они собирались исследовать строение этого объекта. Однако на полученном цветном изображении вокруг ядра галактики отчетливо видны около 50 ярких объектов; судя по светимости, это типичные шаровые звездные скопления — старейшие звездные агрегаты любой галактики. Но если в других галактиках их цвет — красный, поскольку они содержат лишь старые маломассивные звезды, то в NGC 1275 они голубые. Компьютерное моделирование звездного состава указывает, что возраст скоплений составляет сотни миллионов лет, т. е. по космогоническим масштабам это просто новорожденные объекты.

Раньше астрономы считали, что условия для образования массивных звездных скоплений существовали лишь миллиарды лет назад, в эпоху формирования галактик. Однако теперь приходится менять подобные взгляды: хотя массового рождения галактик в нашу эпоху уже не происходит, возможны их взаимные превращения.

Все более популярной становится гипотеза, согласно которой в центральных областях скоплений в процессе столкновения и слияния спиральных систем могут рождаться эллиптические. NGC 1275 — одна из гигантских эллиптических галактик, расположенная в центре скопления в Персее. Окружающие ее облака межзвездного газа указывают на то, что она недавно столкнулась со спиральной системой, богатой газом, либо сформировалась в процессе столкновения двух таких систем. То, что при столкновении, сильно сжимающем межзвездный газ, должны рождаться звезды, астрономы подозревали, но не предполагали, что эти звезды могут объединяться в огромные шаровые скопления.

© В. Г. Сурдин,
кандидат физико-математических наук
Москва

Астрофизика

Черная дыра по соседству

Обработка изображений, полученных с помощью космического телескопа им. Э. Хаббла, позволила сделать неожиданное заключение: в ядре близкой к нам карликовой эллиптической галактики M 32, видимо, находится гигантская черная дыра. Во всяком случае, плотность скопления звезд вблизи центра галактики в 100 млн. раз превышает плотность вещества в окрестностях Солнца.

Как показало моделирование на ЭВМ, столь плотное скопление звезд, как M 32, должно было бы коллапсировать под влиянием тяготения за сотни миллионов лет. Однако возраст слагающих его звезд 10—15 млрд. лет, и они еще обращаются с большой скоростью вокруг своего центра. Это можно объяснить тем, что в центре галактики располагается черная дыра массой $3 \cdot 10^6 M_{\odot}$.

Для подтверждения этого вывода необходимы дальнейшие спектроскопические наблюдения. Так, орбитальные движения звезд следует уточнить, измерив доплеровское смещение линий в их спектрах. Для исследований на телескопе им. Э. Хаббла нужно «отобрать» звезды, находящиеся значительно ближе к центру галактики, чем это делалось до сих пор в наземных условиях, и точно измерить их спектры.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1818.
P. 16 (Великобритания).

Астрофизика

Планеты у пульсаров: ошибка или открытие?

Осенью 1991 г. А. Лин (A. Lyne; Манчестерский университет, Великобритания), анализируя изменения периода радиопульсара PSR 1829-10, пришел к выводу, что вблизи него существует планета. После некоторого замешательства, вызванного тем, что после взрыва

сверхновой и большой потери массы нейтронная звезда, вообще говоря, не способна удерживать планетную систему, теоретики все же дали объяснение этому неожиданному открытию. Еще через полгода Лин опроверг собственное сообщение: неправильный учет движения Земли вокруг Солнца привел к тому, что в вариациях периода пульсара возникли биения (величиной 184 дня, т. е. полгода), как раз и послужившие поводом к «открытию» планеты.

Однако А. Волжан (A. Wolszczan; Обсерватория Аресибо, США) и Д. Фрэйл (D. Frail; Национальная радионавигационная обсерватория, США) настаивают на открытии у пульсара PSR 1257+12 сразу двух планет. Их массы в 3,4 и 2,8 раза больше земной, а расстояния от пульсара составляют соответственно 0,36 и 0,47 а. е. Столь малые расстояния непросто согласовать с теорией звездной эволюции — ведь старые звезды, раздуваясь, должны «проглатывать» близкие планеты.

Тем не менее теоретики уже напряженно работают, пытаются объяснить новые данные. А может, им следует подождать еще полгода?

Sky and Telescope. 1992. V. 83. N 4.
P. 373 (США).

Астрономия

Электронные глаза «Очень большого телескопа»

Европейская южная обсерватория (ЕЮО) оснащает современными приборами строящийся в Чили телескоп VLT (Very Large Telescope — Очень большой телескоп), который будет содержать четыре 8,2-метровых зеркала. Недавно заключены контракты на создание двух приборов, обещающих стать «глазами» этого телескопа.

CONICA (Coudé Near-Infrared Camera — камера ближнего ИК-диапазона) будет установлена под первым телескопом VLT в 1997 г. В камере массой 500 кг современные ИК-приемники должны давать чрезвычайно резкие изображения в

¹ Sky and Telescope. 1992. V. 83. N 4. P. 373.

ИК-диапазоне (от 1 до 5 мкм) — на длинах волн свыше 2 мкм дифракционное разрешение составит около 0,05". Помимо получения прямых изображений камеры предназначена для ИК-спектроскопии низкого разрешения и поляриметрии.

К возможным спектроскопическим задачам специалисты относят наблюдения зарождающихся звезд, слабых объектов (наподобие «коричневых карликов») на малых расстояниях от звезд, а также центральных областей Млечного Пути и других галактик.

FORS (Focal Reducer/low dispersion Spectrograph — редуктор фокуса / спектрограф низкого разрешения) массой 2 т будет, пожалуй, основным инструментом VLT. Один такой прибор установят на первом телескопе VLT в 1996 г., другой — через два года на третьем телескопе.

Спектрограф FORS предназначен для области спектра от 300 нм до 1,1 мкм и согласован с атмосферным качеством изображения, что необходимо, поскольку адаптивная оптика в оптической области спектра пока неприменима. Специальная система компенсации изгибов обеспечит стабильность спектрографа во время наблюдений. В оптической схеме спектрографа предусмотрены оптические элементы для поляриметрии, спектроскопии низкого разрешения и многоцелевой спектроскопии. Ожидается, что FORS позволит получать изображения объектов до 30-й звездной величины при экспозиции 1 ч.

Первые в списке объектов для наблюдения — удаленные молодые галактики и квазары (возможно, FORS «увидит» галактики в процессе формирования). Другая важная задача — точные измерения расстояний до ближайших галактик для уточнения космологической шкалы расстояний. Предполагается получить детальные спектры отдельных объектов в ближайших галактиках (шаровые скопления, планетарные туманности, взрывающиеся звезды, новые и сверхновые). Поскольку FORS способен одновременно наблюдать 19 объектов, подобные задачи можно решать весьма эффективно. В ближай-

ших планах — детальный анализ химического состава звезд на расстояниях до 5 Мпк, т. е. за пределами Местной группы галактик.

CONICA изготовит Институт астрономии Общества им. М. Планка (Хайдельберг, Германия), Институт внеземной физики Общества им. М. Планка (Гаршинг, Германия) и Астрономическая обсерватория в Турине (Италия). FOR5 разрабатывают Обсерватория г. Хайдельберга, Обсерватория Геттингенского университета и Обсерватория Мюнхенского университета. Их сотрудники получают преимущественное право наблюдений в начальный период эксплуатации этих приборов.

На их создание ЕЮО выделяет 50 млн. марок (около трети полной стоимости телескопа).

ESO Press Release. 1992. N 01/92.

Астрономия

Почему вспыхнула комета Галлея!

В феврале 1991 г. поступило сообщение, что комета Галлея, удалявшаяся от Земли и постепенно тускневшая, в 2 млн. км от Солнца внезапно ярко вспыхнула. Ее светимость усилилась в 300 раз, чего раньше никогда не наблюдали. По мнению специалистов, произошло столкновение кометы с неизвестным небесным телом, хотя вероятность этого чрезвычайно мала.

Поэтому внимание привлекла гипотеза, высказанная Д. С. Интрилигейтор (D. S. In-triligator; Кармеловский исследовательский центр, Санта-Моника, штат Калифорния) и М. Драйером (M. Dryer; Национальное управление по изучению океанов и атмосферы США, Боулдер, штат Колорадо). Они указали на значительные всплески солнечной активности, происшедшие непосредственно перед увеличением яркости кометы Галлея и во время этого события. Ударная волна, вызванная первой мощной вспышкой на Солнце, достигнув кометы, могла нару-

шить ее рыхлую ледяную поверхность, а вторая волна — «распорять» часть коры; из раскрывшейся трещины изверглось облако газа, содержащееся в недрах кометы. Бурно расширяясь, облако несло множество пылевых частиц, способных хорошо отражать солнечный свет.

Таким образом, вспышка на комете Галлея могла быть вызвана светом, отраженным не ее ядром, а выброшенным из него газопылевым облаком.

Science News. 1991. V. 140. N 15. P. 239 (США).

Астрономия

Самый далекий астероид

Обнаруженная Д. Рабиновичем (D. Rabinovich; Обсерватория Китт Пик, США) новая малая планета еще не имеет имени и обозначена лишь номером 1992А. Но она уже прославилась, поскольку это самый далекий астероид в Солнечной системе. Его орбитальный период 93 года, что почти вдвое больше, чем у астероида 2060 Хирон (период 51 год), оказавшегося теперь на втором месте.

Сейчас астероид находится вблизи перигелия своей орбиты, на расстоянии 8,7 а. е. от Солнца, но через 50 лет удалится за орбиту Нептуна, на расстоянии 32 а. е. Его поверхность наиболее красная из всех малых планет и ядер комет.

Sky and Telescope. 1992. V. 83. N 4. P. 373 (США).

Физика

Получение ультрахолодных нейтронов в сверхтекущем гелии

С момента открытия нуклонов ведутся эксперименты по определению их внутренней структуры. Для нейтронов такие эксперименты наиболее эффективны при очень низких энергиях, поскольку только в этих условиях эффекты, связанные с внутренним строением, выде-

Физика

Детекторы нейтрино в Гренландии

ляются с высокой точностью. Поэтому столь актуально получение ультрахолодных нейтронов (УХН) — с энергией порядка 100 кэВ. Обычно для этих целей используются УХН от реакторов. Интенсивность их потока 10^2 – 10^3 нейтр./имп., что ничтожно мало. В связи с этим приходится создавать магнитные ловушки (магнитные бутылки или тороидальные ловушки) — дорогостоящие устройства для накопления и хранения УХН. Низкая интенсивность реакторных УХН стимулировала поиски новых идей их получения. Использовать для этого сверхтекучий гелий впервые предложили английские ученые¹. А недавно японские исследователи из университетов Киото и Тохоку, а также из Национальной лаборатории физики высоких энергий (Цукуба) сообщили о получении УХН в сверхтекучем ⁴He при температурах 0,45–1,5 К. УХН порождались пересекающимися объемом с жидким гелием холодными нейтронами с длиной волны $\lambda = 8,78 \pm 0,06$ А. Время жизни газа УХН оценивалось формулой $\tau = 4V/S\langle v \rangle$, где объем кристата $V = 15,1$ л, площадь его поперечного сечения $S = 12,5$ см², средняя скорость УХН $\langle v \rangle = 4,8$ м/с. При этих значениях параметров время жизни приближалось к 10 с. Интенсивность потока холодных нейтронов составляла $1,1 \times 10^5$ нейтр./см²·с, а их средняя скорость 456,9 м/с. За счет столкновения с фотонами в жидком гелии средняя скорость нейтронов уменьшалась примерно в 100 раз. Полученные УХН проходили через поставленные перед счетчиком фольги из Ni, пропускавшие нейтроны с энергиями свыше 250 кэВ. По теоретическим оценкам, должны были проходить около 20 % нейтронов, в эксперименте же за фольгой удалось зарегистрировать только 6 % нейтронов, поэтому можно сказать, что эффективность охлаждения превзошла все ожидания.

Physical Review Letters. 1992. V. 68. N 9. P. 1323 (США).

¹ Physics Letters A. 1987. V. 66. P. 469.

Д. М. Лоудер (D. M. Loder; Университет штата Калифорния, Беркли, США) предложил новую методику регистрации нейтрино, возникающих при гравитационном коллапсе звезд или аккреции вещества на массивные ядра активных галактик.

Поскольку нейтрино, слабо взаимодействуют с веществом, для повышения эффективности их «ловли» необходимо как можно шире размещать детекторы. Подобную возможность предоставляет Антарктида. В ледниковом покрове пробурят множество скважин глубиной 1000 м и установят в каждой фотоумножитель. Прибор будет фиксировать световые вспышки, возбуждаемые мюонами, возникающими при взаимодействии нейтрино со льдом. Просторы Антарктиды позволяют как угодно расширять такую сеть.

Методику опробовали в ходе пробной фазы проекта AMANDA (Antarctic Muon and Neutrino Detector Array — антарктическая сеть регистрации мюонов и нейтрино), разместив сеть фотоумножителей в ледниках Гренландии. Подтвердилось, что полярные льды достаточно прозрачны для регистрации излучения, вызываемого мюонами, проходящими сквозь них с большими скоростями. С 1992 г. эксперименты перенесены в Антарктиду.

Science News. 1992. V. 140. N 14. P. 219 (США).

Физика

В поисках магнитного монополя

В Италии, в 100 км к востоку от Рима, в недрах Апеннинских гор, завершается строительство установки Национальной лаборатории Гран-Сассо. Это гигантское сооружение для футбольное поле называется MACRO (Monopole, Astrophysics and Cosmic Ray Observa-

tory — обсерватория для астрофизических исследований, регистрации монополей и космических лучей). В железобетонном туннеле уже смонтированы двухслойные детекторы для улавливания космических лучей, входящих из глубин Вселенной.

Но главная задача обсерватории — поиск монополей (гипотетических частиц, обладающих одним магнитным полюсом). Согласно единой теории поля, они имеют большую массу и перемещаются со значительно меньшими скоростями, чем другие субатомные частицы. Только наблюдать их пока никому не удалось.

Монополи должны были возникнуть в первые мгновения Большого взрыва, причем в значительном количестве. Однако до нашего времени «дожили» лишь немногие из них. Впрочем, аргументов в пользу существования монополя физики могут предъявить примерно столько же, сколько и против него.

Science News. 1991. V. 140. N 14. P. 219 (США).

Физика. Техника

СОИ поможет астрономам

Американская программа стратегической оборонной инициативы предусматривала, в частности, создание мощных лазерных установок, способных сбивать ракеты противника в космосе. Так как плотность атмосферы меняется, лазерный луч может отклоняться, поэтому пришлось разработать адаптивную оптику: по команде компьютера форма зеркала преобразуется так, чтобы компенсировать это отклонение.

Изменение политической ситуации в мире привело к свертыванию этой (уже обошедшейся в десятки миллиардов долларов) программы и ее раскритикованию; оборудование было передано Национальному научному фонду. Группа во главе с Э. Кибблвайтом (E. Kibblewhite; Чикагский университет, штат Иллинойс, США) приспособила его для решения астрономических задач.

Адаптивной оптикой оснащают новый 3,5-метровый телескоп Консорциума астрономических исследований в штате Нью-Мексико; 69 электрических датчиков будут «командовать» изменением формы поверхности его зеркала.

Поскольку адаптивная оптическая система предназначалась не для астрономических задач, ее характеристики не идеальны. Наилучшим образом она компенсирует атмосферные искажения в близкой части ИК-диапазона и пригодна для наблюдений лишь весьма ярких объектов.

Тем не менее система поможет астрономам исследовать атмосферы Венеры, Марса, Юпитера и Сатурна с разрешением в ИК-части спектра около 0,1", что сравнимо с разрешением космического телескопа им. Э. Хаббла, находящегося сейчас на орбите и требующего ремонта.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1812. P. 22 (Великобритания).

Генетика

Защита от генетических нарушений

Известно, что генетические нарушения чаще связаны с дефектами, возникающими в отцовской, а не в материнской ДНК. Б. Эймс (B. Ames, Калифорнийский университет, Беркли, США) обратил внимание на то, что концентрация витамина С (аскорбиновой кислоты) в семенной жидкости мужчин в восемь раз выше, чем в плазме крови. Ученый предположил, что это может быть связано с защитой сперматозоидов от генетических нарушений, которые возникают под воздействием различных факторов, главным образом; окисления побочными продуктами метаболизма. Аскорбиновая кислота представляет собой мощный водорастворимый восстановитель, который в организме может действовать как антиоксидант.

С помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии ученые измерили содержание особенно легко окисля-

емого продукта ДНК (oxodG) в сперме 10 здоровых мужчин, получавших строго контролируемую диету с высоким (250 мг/день) содержанием аскорбиновой кислоты. Снижение дозы аскорбиновой кислоты до 5 мг/день привело к снижению защиты от окисления генетических структур, о чем свидетельствовало то, что количество oxodG удвоилось по сравнению с исходным. И лишь доведя содержание витамина С в диете испытуемых до 250 мг/день, ученым удалось добиться того, что уровень окисленного продукта стал падать.

Авторы считают, что рекомендованное в США количество аскорбиновой кислоты (60 мг/день) недостаточно и должно быть близко к 250 мг/день, а для курильщиков и того больше, так как окисляющие компоненты табачного дыма снижают содержание витамина в их организме. Это косвенно подтверждают недавние исследования, установившие связь между курением и возрастанием числа случаев лейкемий и лимфом у потомков курящих родителей.

Proceeding of the Natural Academy Sciences of USA. 1991. V. 88. N 24. P. 11003—11007 (США).

Биохимия

Все дело в шляпе, или Как работает фермент липаза

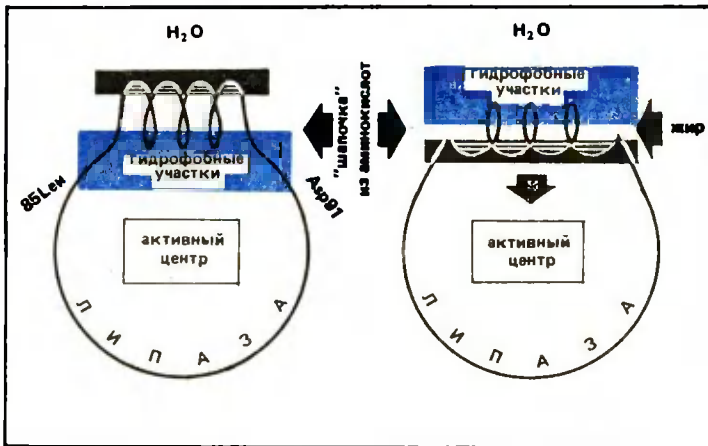
Две группы ученых, возглавляемые А. М. Бжозовским

и Д. М. Лаусоном (А. М. Brzozowski; Йоркский университет, Великобритания; D. T. Lawson; Копенгаген, Дания), предложили модель гидролиза гидрофобных триацилглицеридов (жиров) водорастворимым ферментом липазой.

Липазы — это гидролитические ферменты, расщепляющие триацилглицериды до жирных кислот и глицерина. Активность липаз возрастает на границе раздела вода—липид. Этот феномен известен под названием «межфазная активация».

Парадокс заключается в том, что липаза — водорастворимый фермент, а ее субстраты (жиры) — гидрофобны. Активный центр фермента содержит триаду аминокислот: аспаргиновая кислота — гистидин — серин (Asp-His-Ser), характерную для сериновых протеиназ, и короткий α-спиральный фрагмент из семи аминокислот. Этот фрагмент называют «lid» — крышка, шапочка. Авторы исследовали кристаллическую структуру панкреатической липазы человека (hPL) и липазы, выделенной из грибов *Rhizomucor miehei* (RmL) и комплексы этих ферментов с соединением, моделирующим переходное состояние гидролиза триацилглицеридов (этиловый эфир n-гексилфосфоновой кислоты). Это модельное соединение (псевдосубстрат или ингибитор) застав-

слева — нативное состояние липазы; справа — «рабочее» состояние липазы.



ляет липазу совершать конформационные изменения, аналогичные нормальной ферментативной реакции. Рентгенограммы были получены с разрешением 3 Å.

Сравнение нативной молекулы фермента и фермента с ингибитором показало, что главное изменение происходит с полипептидной цепью за счет движения α -спиральной участка — «шляпки», прикрывающей активный центр.

Конформационные изменения «шляпки» могут быть описаны как простое движение α -спиральной участка (остатки Leu 85 — Asp 91). При этом происходит перемещение центра тяжести примерно на 8 Å и вращение на 167°. «Помогают» осуществлять это движение два участка на концах семичленной α -спирали — сериновый трипептид 82—84 и тетрапептид 92—95. Когда спирализованная «шляпка» откатывается от активного центра, ее гидрофильная, полярная сторона, которая экспонирована в нативной структуре в растворитель (воду), становится частично погруженной в полярную область, ранее закрытую структурированными молекулами воды. В то же время гидрофобная сторона «шляпки» становится полностью экспонированной, значительно увеличивая неполярную, гидрофобную поверхность вокруг активного центра. Такая гидрофобная «изоляция» активного центра позволяет гидрофобному, «жирному» субстрату — жиру — войти в активный центр без взаимодействия с водой.

Таким образом, для втягивания гидрофобного субстрата над активным центром нависает «шляпка» из семи аминокислот, образующих α -спиральный участок, помогающий подтягиванию триацилглицерида (жира) к активному центру водорастворимого фермента липазы.

Nature. 1991. V. 351. N 6326. P. 491—494 (Великобритания).

Медицина

СПИД распространяется в Африке

Группа научных сотрудников Калифорнийского универси-

тета (Сан-Франциско, США), возглавляемая эпидемиологом С. Аллен (S. Allen), завершила исследование распространенности заболевания СПИДом в центральноафриканской стране Руанда. В опубликованном отчете говорится, что среди 1458 обследованных жителей столицы пораженными ВИЧ оказались 32%. Обследование охватывало женщин в возрасте от 19 до 32 лет. Группой наибольшего риска среди них оказались одинокие, но даже среди замужних и тех, кто состоит в длительных моногамных отношениях с мужчиной, процент зараженных составил около 20.

Science News. 1991. V. 140. N 14. P. 219 (США).

Медицина

Иммуномодулирующие свойства пектина из морской травы

Нередко инфекционные заболевания сопровождаются понижением иммунитета, поэтому сейчас все большее значение придается изучению вопросов иммуностимуляции, профилактики и коррекции вторичных иммунодефицитных состояний. В частности, необходимо разработать препараты, сочетающие антибактериальное действие с иммуномоделирующим.

С этой целью сотрудники НИИ эпидемиологии и микробиологии СО РАМН и Тихоокеанского института биоорганической химии ДВО РАН изучили иммуномоделирующие свойства зостерина — пектина морской травы зостеры (*Zostera marina*), в состав которого входит редкий моносахарид апиоза. Известно, что зостерин обладает антибактериальной активностью к грамположительным и грамотрицательным бактериям, оказывает защитное действие при псевдотуберкулезной инфекции. Теперь же экспериментально установлено, что этот препарат стимулирует иммунные реакции, причем как гуморального, так и клеточного типа, оказывая угнетающее влияние на индукцию и формирование специфических Т-супрессоров (Т-лимфоциты, которые могут подав-

лять ответ В-лимфоцитов или других Т-лимфоцитов на антигены).

Обнаруженные свойства зостерина позволяют использовать его не только как антибактериальное, но и как иммуномоделирующее средство.

Антибиотики и химиотерапия. 1991. Т. 36. № 8. С. 31—34.

Медицина

Поиск противовирусных препаратов среди пестицидов

Сотрудники Физико-химического института им. А. В. Богатского АН Украины (Одесса) исследовали противовирусную активность пестицидов (фунгицидов, гербицидов и инсектицидов), испытав их действие на развивающихся десятидневных куриных эмбрионах, зараженных вирусом гриппа А2. Все изученные пестициды проявили противовирусную активность, но особый интерес представляют два гербицида (базарган и семерон) и фунгицид трифорин. По своей эффективности они не уступают известному противовирусному препарату ремантадину, но при этом менее токсичны. Другой фунгицид, ТМТД, оказался еще эффективнее, но и токсичнее ремантадина. Авторы надеются создать новые противовирусные препараты на основе уже известных пестицидов.

Химико-фармацевтический журнал. 1991. № 7. С. 59—61.

Медицина

Почему чихают американцы?

В большинстве случаев виновником является хорошо известное, но только в последнее десятилетие признанное серьезным заболевание — аллергия. По данным Национального института здравоохранения США, сегодня от аллергии в той или иной степени страдают около 40 млн. американцев, 15 млн. больны астмой — жестоким, а иногда фатальным нарушением

дыхательного процесса, вызываемого блокадой дыхательных путей.

До сих пор наиболее частыми причинами аллергии считались мельчайшие частицы, летающие в воздухе, хотя, как известно, аллергические реакции вызывают и укусы насекомых, и пища, и лекарственные препараты, и другие причины.

Практически любое цветущее растение может вызвать аллергическую реакцию. В Северной Америке самой «агрессивной» пыльцой обладает амброзия полынолистная (*Ambrosia artemisiifolia*, сем. сложноцветных) — широко распространенный сорняк, зацветающий в конце лета и продолжающий цвести в течение всей осени. Весной больше всего неприятностей приносят деревья, чаще других — пыльца клена ясенелистного, дуба и березы, а летом — ивы кустарниковой и чертополоха.

Большинство аллергенов достаточно хорошо известны, но к ним постоянно добавляются новые. К их числу относится и гваюла (*Parthenium argentatum*, сем. сложноцветных) — сорняк, распространенный на юго-восточном побережье США. Жертвой пыльцы этой травы являются около 2 млн. американцев.

Многие из аллергенов еще только изучаются. Например, под подозрением находятся некоторые виды грибов. Споры некоторых из них являются самыми мелкими аллергенами, что затрудняет их сбор и исследование. Аллергической чувствительностью к плесени обладают не менее 15% населения США, особенно страдают от той, которая появляется в помещениях: на стенах подвалов, подоконниках, под коврами, за обоями и других влажных местах.

Выявлены и совсем необычные источники аллергенов — тараканы. В США 10—15 млн. человек страдают насморком, раздражениями кожи и нарушением дыхательной системы, возникающих от воздействия протеннов, содержащихся в наружной оболочке и фекалиях тараканов. Опасны даже давно погибшие насекомые. По мнению энтомологов,

аллергическая реакция на тараканов может привести человека к шоку, а в отдельных случаях даже к смерти.

Еще один источник домашних аллергенов — кошки. Мелкие частицы высохшей слюны кошек представляют собой липкое, похожее на хлопья вещество и являются идеальным аллергеном.

В тех районах страны, где климат отличается повышенной влажностью, особенно досаждают американцам микроскопические волосатые чудовища — клещи, которые обитают почти в каждом доме. Живут они на простынях, одеялах, матрацах и, хотя и не кусаются, могут принести массу неприятностей, особенно в мертвом виде, когда их высохшая оболочка распадается на мельчайшие частицы.

Несмотря на то, что постоянно создаются все новые средства борьбы с аллергией, эффективные препараты, как считают специалисты, будут созданы не ранее, чем через 10 лет. А пока используются существующие лекарства, уничтожающие тараканы и клещи, моются кошки, пылесосятся матрацы, ковры и дорожки...

National Wildlife. 1991. April-March. P. 38—39 (США).

Медицина

Диета и ревматические заболевания

Группа норвежских врачей на основании опроса 742 больных ревматическими заболеваниями (ревматоидным артритом, ювенильным ревматоидным артритом, анкилозирующим спондилитом, псоритическим артритом, первичной фибромалгией и остеоартрозом) установила, что диета тем или иным образом может влиять на симптоматику этих болезней.

Треть больных ревматоидным артритом, анкилозирующим спондилитом и псоритическим артритом, 43% — ювенильным ревматоидным артритом и 42% — первичной фибромалгией утверждали, что некоторые виды пищи могут приводить к ухудшению состояния их здоровья. Наиболее часто ухуд-

шение (усиление суставных болей, скованность и припухлость суставов) вызывали мясо, алкоголь, кофе и сладости. Соблюдение же молочно-вегетарианской диеты привело к некоторому улучшению, а более значительное улучшение наступило при соблюдении чисто вегетарианской диеты. Лечение голодом, проводимое у 15% больных ревматоидным артритом и анкилозирующим спондилитом, отразилось в уменьшении болей и скованности суставов у 2/3 этих больных, а у половины пациентов — в уменьшении припухлости суставов.

На основании этих исследований авторы намерены разработать рекомендации для больных ревматическими заболеваниями, которые будут сочетаться с традиционными методами лечения.

Clinical Rheumatology. 1991. V. 10. N 4. P. 401—407 (Бельгия).

Микробиология

Есть ли жизнь на Марсе!

Экспедиции «Викингов» не дали однозначного ответа на этот вопрос: явно выраженных признаков органической жизни там нет, но не исключено, что она проявляется не так, как на Земле — уж слишком отличны от земных марсианские условия¹.

М. В. Иванов и А. Ю. Ленин (Институт микробиологии РАН) предлагают новую стратегию поисков жизни на Марсе, направленную на обнаружение специфических экосистем, благоприятных, по земным меркам, для жизни таких микроорганизмов, как анаэробные, психофильные (хорошо растущие при 0°С и ниже — до -10°С) и олиготрофные, которые довольствуются очень бедной «диетой».

Претендентами на роль марсианских обитателей могла бы быть группа метанобразующих бактерий: им не нужен кислород и готовые органические вещества, они хорошо развиваются на минеральных средах в

¹ Никитин С. А. В поисках жизни на Марсе // Природа. 1977. № 10. С. 118—125.

атмосфере водорода и углекислоты, живут в широком диапазоне температур и pH (от 6 до 9). Эти жизненные требования не слишком далеки от экологических условий на Марсе, подходящих для образования карбонатов, которые характеризуются повышенным содержанием тяжелого стабильного изотопа углерода (^{13}C) и являются идеальной средой для метанобразующих бактерий.

Анализ химического и минерального состава обнаруженных на Земле SNC-метеоритов (от первых букв английских названий метеоритных групп Shergottite, Nakhlite и Chassignite) и содержащихся в них газов позволил считать их осколками марсианских пород, выброшенных в космос при образовании кратеров за счет бомбардировки Марса крупными космическими телами. Эти метеориты привлекли внимание многих специалистов, в том числе и экологов. Они попытались отыскать следы жизни в метеоритах, но пришли к пессимистическому выводу: карбонатов, образующихся при окислении органического вещества и потому содержащих в основном изотоп углерода ^{12}C , в метеоритах не найдено, а обнаружены карбонаты с повышенным содержанием ^{13}C . С точки зрения московских микробиологов, здесь упущено из вида, что углекислота может обогащаться этим изотопом при метаногенезе на минеральных средах в присутствии водорода.

Способность метанобразующих бактерий фракционировать стабильные изотопы углерода ^{12}C и ^{13}C изучена достаточно хорошо: в синтезируемом бактериями метане и органическом веществе легкого углерода больше, чем в исходной углекислоте. В том же Институте микробиологии установлено, что при этом остаточная углекислота обогащается тяжелым изотопом. Таким образом, метанобразующие бактерии «мечтает» продукты своего метаболизма — метан и биомассу — повышенной концентрацией ^{12}C , а остаточный субстрат — необычно высокой концентрацией ^{13}C . Там, где активно развиваются метанобразующие бактерии, осаждающиеся карбонатные минералы

наследуют изотопный состав растворенных карбонатов. Этим и можно объяснить, что карбонат шерголит в найденных метеоритах «утяжелен» на 26 % по сравнению с углеродом углекислоты марсианской атмосферы.

Еще одно косвенное свидетельство участия метанобразующих бактерий во вторичном изменении пород метеоритов — изотопный состав органического вещества: ^{13}C в нем меньше, чем в CO_2 Марса, т. е. оно «помечено» легким изотопом.

Таким образом, особенности изотопного состава углерода карбонатов и органического вещества SNC-метеоритов, считают Иванов и Левин, вполне объяснимы как результат жизнедеятельности автотрофных метанобразующих бактерий.

Доклады АН СССР. 1991. Т. 321. № 6. С. 1272—1276.

Микробиология

Неизвестный сток в цикле серы

Главным серным соединением, поступающим в атмосферу из наземных и водных источников (морских водорослей, цианобактерий и солончаковых растений, например рода *Spartina*), является атмосферный диметилсульфид (ДМС). Основной продукт фотохимического окисления ДМС в атмосфере — метасульфоновая кислота ($\text{CH}_3\text{SO}_3\text{H}$; МСК), стабильное соединение, не участвующее в фотохимических реакциях, которое удаляется из атмосферы с дождем и снегом. Анализ антарктических ледяных кернов выявил ее тысячелетнее накопление, однако до последнего времени сведений об отложении МСК на почве и дальнейших ее преобразованиях не существовало.

С. Бекер, Дж. Мьюррелл (S. Baker, J. Murrell; Университет Уорвик, Ковентри, Великобритания) и Д. Келли (D. Kelly, Исследовательский совет по окружающей среде, фирма «Полярис», Свиндон, Великобритания) выделили из почвенных образцов несколько штаммов бактерий, способных использовать для ро-

ста в качестве энергетического субстрата МСК и его аналоги. Например, один из штаммов, наиболее подробно исследованный учеными, окисляет МСК до CO_2 , сульфата и формата. По мнению авторов, существует много бактерий, способных к росту на МСК и ее разрушению. Таким образом, эти широко распространенные в природе организмы завершают превращение ДМС в цикле «земля — атмосфера — земля».

Nature. 1991. V. 350. N 6319. P. 627 (Великобритания).

Биология

Эволюция социальности у пауков

Пауки семейства *Scytodidae* известны способностью выбрасывать на добычу и врагов особую клейкую жидкость, которая быстро застывает, образуя подобие паутины (поэтому паутинные железы в брюшке у представителей этого семейства плетущих пауков развиты слабо). Однако сцитодиды интересны не только «плеванием», но и тенденцией к общественной жизни — ведь большинство пауков, как и полагается хищникам, живут поодиночке и весьма агрессивны. Тем более любопытны сведения о формах совместной их жизни.

К. Боуден из университета в Крайстчерче (Новая Зеландия) исследовала биологию одного из немногих известных видов общественных плетущих пауков — *Scytodes fusca*, обитающего в северной части австралийского штата Квинсленд¹. Эти пауки строят сетевые комплексы, состоящие из отдельных сетей, соединенных промежуточными нитями. В одном таком комплексе могут жить до 50 пауков, причем каждая сеть обычно занята одиночной самкой или самкой с потомством. Самцы живут на промежуточных нитях. Растущие молодые пауки сосуществуют вполне мирно. Толь-

¹ Bowden K. // J. of Zoology. 1991. V. 223. N 1. P. 161—172; Bowden K., Jackson R. // New Zealand J. of Zoology. 1988. V. 15. P. 365—368.

ко перед линькой они начинают выталкивать чужаков из «своих» сетей. Но взрослые самки (в меньшей степени — самцы) *S. fusca* атакуют пришельца, преследуют и «заплевывают» его.

Похоже, что социальность у этого вида возникает из группирования потомков отдельных родительских пар. Как известно, возможен другой путь развития социальности — через объединение взрослых особей вокруг какой-нибудь «природной цели», убежища или массового скопления добычи. Однако ничего подобного у *S. fusca* не замечено. Отвергает такой путь и пример другого общественного сцитодеса — *S. intricata*². Он считается субсоциальным, поскольку живет колониями, включающими родители и их потомков.

К сожалению, поведение большинства сцитоид, особенно тропических форм, не исследовано и не позволяет уточнить картину эволюции социальности путем расширения семейных группировок. Виды рода *Scytodes*, живущие на территории бывшего Советского Союза (юг Европейской части, Кавказ, Средняя Азия), ведут вполне одиночный образ жизни.

© К. Г. Михайлов,
кандидат биологических наук

Москва

Зоология

Пчела маркирует цветы

М. Гюрфа и Х. Нуньес (М. Giurfa, J. Núñez; Буэнос-Айресский университет, Аргентина) изучали сигналы, издаваемые пчелами во время кормежки. При этом их внимание привлекли случаи, когда насекомое парит около цветка, на мгновение садится на него и тут же взлетает, даже «не пригубив» нектара. Как выяснилось, чаще всего это происходит, если пчела подлетает к цветку, который недавно посетила.

В эксперименте одиночным пчелам предлагалась грядка искусственных цветов, смазанных сахарным сиропом. Наблюдения показали, что в 90 %

случаев повторного (вслед за первым) посещения цветка пчела немедленно его покидает, хотя сахар на нем еще сохранялся. Но стоило включить вытяжной вентилятор, как пчела почти всякий раз полностью довершала повторный визит. Исследователи заключили, что при первой посадке на цветок пчелы помечают его особым феромоном, предназначенным для информационных целей: феромон служит знаком, препятствующим вторичному посещению уже истощенного объекта, и тем самым снижает энергозатраты и повышает эффективность пчелиного труда.

Обычно пчеле было достаточно в среднем 16 мин., чтобы завершить сбор порции сахара. Когда же включался вытяжной вентилятор и феромонный сигнал заметно ослабевал, у нее на эту операцию уходило в среднем не менее 20 мин. Однако оказалось, что феромон сохраняет свою действенность лишь около 45 с. Это согласуется с наблюдениями над дикой пчелой, которая нередко вторично результативно посещает тот же цветок примерно через 1 мин.

Видимо, существуют и более долгоживущие феромоны. Так, в 1990 г. немецкие энтомологи наблюдали, как шмели помечали особенно продуктивные цветки феромоном-аттрактантом, привлекающая активность которого длилась более 20 ч.

Oecologia. 1992. V. 89. P. 113 (ФРГ);
New Scientist. 1992. V. 133. N 1813.
P. 20 (Великобритания).

Охрана природы

Трудный путь черноногого хорька

Лет пять-шесть назад черноногой американский хорек (*Mustela nigripes*) находился на пороге полного исчезновения: хищники и эпидемические заболевания снизили численность этого зверька до опасного предела. Поэтому в 1986 г. было решено попытаться сохранить этот вид хотя бы в неволе¹.

¹ См. также: Черноногие хорьки вне опасности // Природа. 1990. № 6. С. 112.



Черноногий хорек.

В 1991 г. зоологи с радостью отметили: 18 первых отловленных тогда хорьков неплохо размножились, и их численность уже достигла 49. Можно было начать их возвращение в родную им среду. Так на Западе США, в урочище Ширли-Бесин (штат Вайоминг), появились четвероногие «новоселы» — потомки «старожилов».

В этих местах часто встречаются и луговые собачки (*Cynomys*, сем. беличьих). Эти грызуны строят под землей целые «деревни» и длинные туннели. Однако это далеко не всегда спасает их от различных хищников, включая и хорька.

Оказалось, что выпущенные теперь на волю трех-четырёхмесячные черноногие хорьки, никогда еще за свое короткое существование живую луговую собачку не видавшие, в большинстве случаев прекрасно умеют с нею справиться. Так что с пищей у «возвращенцев», кажется, проблем не будет.

Но не обходится все же и без трудностей: луговые волкочайоты (*Canis latrans*), очевидно, тоже «вспомнили» вкус хорьков и за пару месяцев прикончили четверых. Зоолог С. Торбит (S. Torbit; Служба охоты и рыболовства США в Шайенне, штат Вайоминг), руководящий экспериментом, считает это совершенно естественным, когда имеешь дело с особями, еще не овладевшими навыком избегать своих естественных врагов. Ученые полагают, что за год потери переселенцев могут достичь 80 или даже 90 %.

Всего в неволе сейчас уже насчитывается 260 черноногих хорьков. Если все пойдет по плану, то к концу 1992 г. можно будет выпустить в естественную среду около сотни молодых зверьков. Кажется, нависшая над ними туча начинает понемногу развеиваться.

Science News. 1991. V. 140. N 18. P. 279 (США).



Охрана природы

Природа Канады под угрозой

Министерство охраны природной среды Канады опубликовало подробный отчет о состоянии ее лесов, почв, вод, воздушного пространства. Хотя огромную территорию Канады (вместе с акваториями 13 млн. км²) населяют лишь 26 млн. жителей, ее экологические характеристики ныне не вызывают оптимизма.

За последние два века здесь оказалась серьезно нарушенной одна из богатейших экосистем земного шара: все зрелые леса провинции Британская Колумбия через 16 лет могут, по мнению авторов отчета, полностью исчезнуть. Тревожно состояние питьевых вод: в Великих озерах, составляющих около 20 % пресных поверхностных вод всего мира, обнаружено более 300 видов загрязняющих химических веществ. Токсины, содержащиеся в воде, вызывают опасные заболевания у рыб, а у рыбоядных птиц — генетические отклонения, приводящие к деформациям организма и нарушению репродуктивной способности. Передаваясь по пищевой цепи, они таят опасность и для человека.

Неблагополучно обстоит дело и в сельском хозяйстве, отличающемся высокой интенсивностью. Так, в Западных прериях (житнице не только Канады) за последнее время утрачено до 50 % первичных органических веществ почвы, подвергающейся активной эрозии. Убытки в связи с деградацией почв в 1991 г. оцениваются в 500—900 млн. долл.

Боле 14 тыс. озер стали «мертвыми» из-за кислотных осадков.

В ответ на эти и многие иные проблемы правительством утвержден «Зеленый план», по которому на экологические цели выделяется 6 млрд. канадских долл. Однако он вызывает критику оппонентов. Дж. Макнил (J. MacNeil; Международная комиссия по природной среде) считает его недостаточным: если государственные субсидии горнодобывающей и энергетической промышленности, базирующейся на сжигании ископаемых топлив и тем самым способствующей возникновению кислотных осадков, составляют около 4 млрд. долл., то на энергосберегающие меры ассигнуется лишь 40 млн. долл. Между тем Канада — одна из наиболее «энергоемких» стран мира, а среди производителей диоксида углерода она занимает третье место.

Другой оппонент — Б. Рис (B. Rees; Университет Британской Колумбии в Ванкувере) призывает к пересмотру приоритетов в развитии страны и мира. По его подсчетам, для поддержания жизненных потребностей одного канадца необходимы 3 га продуктивной экосистемы. (Правда, для жизни на таком уровне всего населения нашей планеты потребовалось бы две с половиной Земли).

New Scientist. 1992. V. 134. N 1818. P. 9 (Великобритания).

Охрана природы

Возрождение отечественной породы юрловских голосистых кур

Лишь узкому кругу птицеводов (профессионалов и любителей) известна старинная отечественная порода юрловских голосистых кур. Полагают, что ее становление началось 300 лет назад в лесостепных областях России. Однако в последние десятилетия порода фактически утратила устойчивые экстерьерные и голосовые признаки (а ценилась она в первую очередь за необычайно продолжительное басовитое пение петухов).

Теперь появилась надежда на возрождение этой ценной

российской породы домашней птицы: в январе 1992 г. в г. Ливны Орловской обл. состоялся первый (послевоенный) конкурс юрловских голосистых петухов. И хотя конкурсантов была всего дюжина, хорошее начало положено. Оценка производилась отдельно по голосу и экстерьеру. По обоим этим признакам чемпионом стал петух по кличке Гренадер (владелец И. И. Лебедев из совхоза «Демидовский» под Ливнами). Продолжительность его пения, согласно временным измерениям записи голоса, составила 7,2 с.

© И. Д. Никольский,
кандидат биологических наук
Москва



Охрана природы

Крупнейший штраф за урон природе

Всем известна экологическая катастрофа в связи с аварией у южного побережья Аляски в марте 1989 г. танкера «Эксон Вальдес», в результате которой в море попало 3840 тыс. т сырой нефти, крайне медленно разлагающейся в холодных водах этого региона. Для определения конкретного масштаба убытков были организованы многочисленные группы экспертов — океанологов, метеорологов, биологов, экологов. К виновникам аварии предъявили претензии местные и федеральные власти США, общественные природоохранные организации, рыболовные компании. Разбирательство этого скандального дела длилось два года. Выводы экспертов долгое время не предавались гласности, поскольку могли быть использованы в суде. Наконец, в марте 1991 г. стороны пришли к внесудебному соглашению, по которому компания-виновница обязалась выплатить штраф и возместить убытки в сумме 1,1 млрд. долл., причем в случае обнаружения нового урона среде обитания, пострадавшего по той же причине, правительство США имеет право потребовать выплаты еще до 100 млн. долл.

Платежи растягиваются на 10 лет. Из общей взыскиваемой суммы 100 млн. долл. рассмат-

риваются как штраф за нарушение законов об охране окружающей среды; 900 млн. долл. составляют фонд, из которого финансируются мероприятия по восстановлению природы и по исследованию ее состояния. Государственные расходы, связанные с изучением последствий катастрофы до улаживания конфликта, обошлись в 60 млн. долл.; примерно столько же потратила компания.

Это — крупнейший за всю историю штраф, наложенный за экологический ущерб.

New Scientist. 1991. V. 129. N 1761. P. 14 (США).



Охрана природы

Национальный парк — для яномами

Крупнейшее среди индейских племен, населяющих бразильскую Амазонию, — яномами — в последние годы страдает из-за вырубки тропического леса, вторжения золотоискателей и фермеров, занимающих все новые площади под пастбища. Похоже, что этому процессу, угрожающему самому существованию этого племени охотников и собирателей, будет положен конец.

По указу, подписанному президентом Бразилии в ноябре 1991 г., в распоряжение яномами выделяется участок Амазонии, по площади превышающий территорию Шотландии (маркировка границы этой территории обойдется в 2 млн. долл.). Права владения полезными ископаемыми на ней сохраняются за правительством страны. Все это, однако, должно стать лишь первой фазой международного проекта для Бразилии, выдвинутого руководителями



Представитель племени яномами.

семи наиболее развитых стран мира, обеспокоенных судьбой «легких» всей планеты — гигантского влажного тропического леса. Мировой валютный банк и Европейское сообщество готовы выделить средства (по мнению Бразилии, не менее 1,6 млрд. долл.) на крупномасштабные экологические меры в этом регионе.

Леса Амазонии предостоят разделить на зоны: одна станет Национальным парком яномами, вторая — областью традиционного сельского хозяйства для других, не столь примитивных племен, в третьей будет разрешена добыча полезных ископаемых, строительство дорог и других объектов. Уже принятые бразильским правительством меры — в известной степени следствие международного давления (некоторые природоохранные организации угрожали бойкотировать состоявшееся в 1992 г. в Рио-де-Жанейро совещание глав государств, посвященное экологическим проблемам планеты, если требования яномами не будут учтены).

New Scientist. 1991. V. 131. N 1797. P. 15 (Великобритания).

Экология

Деревья, «плюющие туман»

Группа сотрудников Института изучения пустыни (Лас-Вегас, штат Невада, США) и Университета штата Калифорния в Дэвисе во главе с гидрологом Н. Ингрэмом (N. Ingraham) провела анализ влаги, содержащейся в тканях растений на п-ове Рейс в штате Калифорния. Этот район отличается тем, что летом он почти постоянно окутан туманом, а зимой здесь не прекращаются дожди.

Поскольку влага тумана и осадков содержит изотопы водорода и кислорода в различных соотношениях, можно определить ее происхождение.

Оказалось, что в одной местности деревья в зимнее время утоляют жажду за счет дождя, а летом за счет тумана; в другой — круглый год используют влагу тумана, в третьей — только осадков.

Видимо, впервые обнаружен случай, когда деревья полностью зависят от влаги туманов. При этом они не поглощают ее непосредственно из воздуха. Свообразным улавливателем служит листва: мельчайшие капли влаги осаждаются на поверхности листа и срачиваются в более крупные, потом они скатываются на почву и затем уже впитываются через корни.

Отсюда следует важный вывод о том, что некоторые виды лесной растительности после полной вырубки не смогут восстановиться: ведь если растение полностью зависит от влаги туманов, то при выручке исчезает система, собирающая ее, и молодые деревья, побеги и подлесок окажутся не в состоянии уловить воду в количествах, достаточных для роста.

Science News. 1991. V. 140. N 18. P. 286 (США).



Экология

Озонная дыра влияет на пищевую цепь в Южном океане

В Калифорнийском университете (Санта-Барбара, США) получены первые прямые доказательства ущерба, наносимого биоте океана ультрафиолетовым излучением Солнца, проникающим через озонную дыру над Антарктидой. В периоды максимального развития озонной дыры численность фитопланктона — микроскопических морских водорослей, представляющих низшее звено трофической цепи в океане, сокращалась на 6—12%.

По оценкам специалистов, снижение численности фитопланктона по всей акватории Южного океана составило 2—4%. Поскольку озонная дыра развивается, как правило, весной, когда многие птицы, и в первую очередь пингвины, выводят птенцов, неблагоприятное воздействие ультрафиолетового облучения отрицательно сказывается на всей экосистеме Антарктики.

International Wildlife. 1992. V. 22. N 3. P. 28 (США).

Геология

Предсказания об исчерпании невозобновляемых ресурсов не сбылись

В опубликованном около 20 лет назад и приобретаем всемирную известность труде «Пределы роста» международная группа экспертов Римского клуба предсказала, что к завершению века на Земле исчерпаются запасы многих полезных ископаемых, в том числе свинца, меди и алюминиевых руд. Сейчас вышла в свет подготовленная теми же авторами книга «По ту сторону пределов», где они признают, что в этой части их прогноз не подтверждается: тенденция к неуклонному росту потребления ряда природных ресурсов приостановилась и начиная с 1970 г. разведанные запасы нефти и газа пристрали быстрее, чем расход этих энергоносителей.

Математические модели 20-летней давности показывали, что природных запасов золота человечеству хватит лишь на 48 лет добычи, алюминия — на 55 лет, свинца — на 64 года, а ртути — на 41 год. Сегодня мы не испытываем недостатка в этих невозобновляемых ресурсах. Напротив, дефицитными становятся как раз возобновляемые ресурсы — леса, почвы, вода. Однако следует иметь в виду ключевую для всех этих выкладок фразу: «если нынешние тенденции сохранятся». Как раз в последнем никакой уверенности быть не может.

Римский клуб на сей раз предлагает новый сценарий событий, именуемый «Мир-3». Он не предусматривает катастрофического хода развития; прогнозируется, вероятно, спокойный процесс и без сокращения как роста народонаселения Земли, так и промышленного развития. При этом подчеркивается необходимость существенного повышения эффективности существующей техники в освоении природных ресурсов.

В середине 70-х годов, как раз в то время, когда повышавшийся по экспоненте расход ресурсов начал умеряться, произошел перелом в росте наро-

донаселения; уже почти 20 лет процент прироста численности людей на планете снижается. Очевидно, человечество и здесь достигло поворотного пункта.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1823. P. 3 (Великобритания).

Геотектоника

Природа дорифейских выступов Урало-Монгольского складчатого пояса

Палеоокеаническая природа складчатых поясов рифея, палеозоя и мезозоя ныне не вызывает сомнений. Между тем дорифейские выступы в пределах складчатых поясов до сих пор трактовались как фрагменты древней континентальной коры — обломки платформ.

Г. И. Макарычев (Геологический институт РАН) подвергает сомнению эту традиционную точку зрения на основании многолетнего изучения дорифейских выступов в Казахстане, Тянь-Шане и Монголии. Он установил двучленное строение разрезов дорифейских выступов Урало-Монгольского складчатого пояса: нижняя часть слагается комплексами ультрабазитов и базитов и близка по составу к толеитовым базальтам ортоамфиболитов. Оба комплекса вместе составляют протофиолитовую ассоциацию, тождественную офиолитам более позднего возраста и отличающуюся от них лишь значительно более высокой степенью метаморфизма исходных пород; тем самым опровергается широко распространенное мнение, будто основание разрезов дорифейских выступов слагается комплексами гнейсов.

Верхняя часть разрезов сложена гнейсами, кристаллическими сланцами, кварцитами и мраморами, т. е. продуктами глубокого метаморфизма осадочных пород. Таким образом, выявленная последовательность формаций вполне соответствует разрезам как более молодых участков палеоокеанической коры, так и современных океанов. При этом нижний член разреза соответствует основанию прото-

океанической коры, а верхний — осадочному чехлу.

Спорным пока остается вопрос о возрасте различных участков протоокеанической коры и времени ее континентализации. Для его решения необходимы более подробные исследования с радиологическим датированием отдельных комплексов.

Геотектоника. 1992. № 1. С. 111.

Сейсмология

Подземные толчки в Северной Европе — не редкость

В ночь на 13 апреля 1992 г. в 3 час. 20 мин. по Гринвичу тысячи жителей Голландии, Бельгии, северо-востока Франции и северо-запада Германии были разбужены подземным толчком. Обрушившиеся части построек ранили 20 жителей Рермонда (40 км к северу от Маастрихта, Голландия), где предполагался эпицентр землетрясения. По данным сейсмических станций, его магнитуда составляла 5,5 по шкале Рихтера, что для данного региона не столь уж малая величина. Вслед за продолжавшимся 30 с первым толчком через 2 ч произошел повторный, но более слабый.

Специалисты из Бельгийской Королевской обсерватории в Уккле указывают, что подобные события не должны здесь считаться особой редкостью, так как через этот район от Альп вдоль бассейна Рейна проходит крупный разлом земной коры. Предыдущее заметное землетрясение ($M=5$) отмечалось в 1983 г.; в 1930-х годах наблюдалось три подземных толчка с магнитудами от 5 до 5,6.

По мнению бельгийских сейсмологов, теоретически не исключено, что к некоторой сейсмической активизации могло привести изъятие нефти и газа из расположенных на шельфе Северного моря месторождений.

Однако конкретные данные, подтверждающие это предположение, пока отсутствуют.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1817. P. 5 (Великобритания).

Вулканология

Пепел камчатских вулканов опасен для самолетов

В. Ю. Кирьянов (Институт вулканической геологии и геохимии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский) исследовал деятельность камчатских вулканов в свете их потенциальной опасности для самолетов пассажирских авиалиний.

В истории пассажирской авиации известны случаи аварийных ситуаций при попадании самолетов в пепловые тучи, образующиеся при взрывных (взрывных) извержениях вулканов. Пепел, проникая в двигатели самолетов, приводит к их отказу, резко снижает видимость, вызывает помехи радиосвязи, выход из строя электроники на самолетах. Все это особенно опасно при заходе самолета на посадку.

В данном исследовании учитывались как взрывная деятельность наиболее активных вулканов Камчатки за последние 10 лет, так и влияние метеорологических факторов на эволюцию, направление и скорость перемещения пепловых туч.

С учетом таких особенностей вулканических извержений, как характер переноса вулканического пеплов, частота извержений, высота выброса и объем пеплового материала, наиболее опасен для самолетов вулкан Ключевской. Вулкан Безымянный может быть опасен для полетов лишь несколько раз в году, и то лишь для местных авиалиний. То же можно сказать и о вулкане Шивелуч, хотя кратковременные взрывы на его экструзивном куполе, образующем вязкую лаву, могут быть более частыми, чем на Безымянном. Вулканы Эбеко (о. Парамушир), Горелый и Мутновский также могут оказаться опасными для самолетов местных линий и некоторых небольших аэропортов. В отличие от них вулканы Карымский, Авачинский и Алаид (наравне с Ключевским) представляют серьезную опасность и для высоколетящих самолетов российских, межреспубликанских и международных линий, а также

для крупных аэропортов (в том числе Петропавловск-Камчатского), что связано с большой интенсивностью их извержений, значительной высотой подъема пепловых туч (до 10—15 км) и переносом пепла на расстояния, измеряемые сотнями километров.

Вулканология и сейсмология. 1992. № 3. С. 16.

Почвоведение

Глобальная оценка деградации почв

С конца 70-х годов в рамках Программы ООН по охране природной среды была проведена глобальная оценка деградации почв. Более 250 видных специалистов из многих стран мира в представленном ими отчете утверждают, что за последние 45 лет потеряли значительную часть своей естественной продуктивности свыше 1/10 всех почв Земли.

Среди наиболее пострадавших регионов — Европа, где до 17 % почвы повреждено в ходе сельскохозяйственной и промышленной деятельности (включая механизированную обработку и выпадение кислотных осадков). В Центральной Америке и Мексике 24 % почв относят к разряду «серьезно поврежденных» (в большинстве случаев после массовой вырубке лесов). Около 14 % почв пострадало в Африке из-за ветровой эрозии, связанной с перевыпасом скота (особенно в районе Сахеля, протянувшегося от Атлантики до Красного моря южнее Сахары). Примерно то же — на юге Африки. В Южной Америке деградировало не более 8 % почв.

К районам, «вызывающим серьезное беспокойство», относятся большая часть Индии, Бирма, Камбоджа, Вьетнам и Филиппины, значительная часть Китая, Восточная Европа и русские степи. Средний Запад США все еще можно считать одним из наиболее продуктивных, но и здесь необходимо внесение удобрений и использование высокоурожайных растений.

«Сильно деградировавшей» именуется почва, которой или вообще нельзя вернуть ис-

ходную продуктивность, или это возможно, но лишь путем создания больших дренажных и других почвосберегающих систем, что отдельному фермеру не по силам.

Вызывает опасения, что 2/3 деградировавших почв находятся в беднейших регионах Африки и Азии, где у правительства нет средств на их восстановление.

Авторы отчета полагают, что по 30 % от общей деградации почв во всем мире следует отнести на счет вырубки лесов и неправильного ведения сельского хозяйства. Именно эти два вида человеческой деятельности подставляют поверхность земли под ветровую и водную эрозию, а также способствуют ее химическому разложению, лишая питательных веществ и концентрируя в ней соли или кислоты. Физически разрушают почвенный покров утрамбовывающие его тяжелые машины.

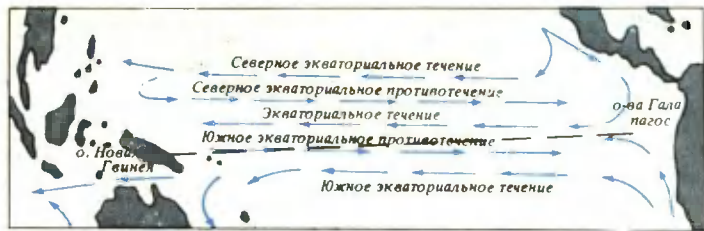
Из 20 млн. га, сильно поврежденных в Европе, значительная часть стала жертвой загрязнения воздуха, выпадения кислотных осадков и тяжелых металлов. Мировым рекордом по концентрации свинца и кадмия в почве является Верхняя Силезия на юго-западе Польши; в окрестности г. Катовице содержание свинца достигает 19 тыс. частей на 1 млн. Наибольшие потери питательных веществ в почве понесли Польша, Германия, Венгрия и южная Швеция. Около 8 млн. га серьезно пострадало от тяжелых машин на территории Швеции, Германии, Бельгии, Италии, Испании и Румынии. Возросла опасность эрозии и накопления в почве кислот в связи с загрязнением атмосферы на возвышенностях Британских о-вов.

World Resources 1992—1993. Oxford: University Press, 1992; New Scientist. 1992. V. 134. N 1821. P. 7 (Великобритания).

Океанология

Система акустического профилирования океанских течений

В Тихоокеанской лаборатории морской среды NOAA — Национального управления по



Распределение закоренных буев с акустическими измерителями течений в экваториальной области Тихого океана (штрихпунктир).

изучению океана и атмосферы (Сизтл, США) под руководством М. Макфэйдена (М. McPhaden) разработан комплекс аппаратуры акустического профилирования параметров океанских течений в слое от поверхности до глубины 250 м.

Как известно, тепло, переносимое экваториальными течениями, оказывает глобальное воздействие на циркуляцию атмосферы и, следовательно, является одним из основных факторов, определяющих короткопериодные колебания климата.

С 1979 г. в экваториальной области Тихого океана на закоренных буях были установлены на различных горизонтах механические измерители течений. Подъем измерителей на борт научно-исследовательского судна — трудоемкая и крайне продолжительная операция, поэтому снятие с буев накопленной информации производится на протяжении года через несколько месяцев и ее оперативное использование в аналитических целях невозможно. Новая система акустического профилирования PROTEUS (Profile telemetry of upper ocean currents system) принципиально меняет ситуацию.

Излучатель акустических сигналов погружается в воду с буя на глубину 2 м и испускает коллимированный пучок вертикально вниз, а приемное устройство регистрирует акустические волны, отраженные от различных горизонтов. Разность частот излученных и отраженных волн пересчитывается на вмонтированном в буй компьютере в скорости течений. Каждые 3—4 часа накопленная информация передается на спутники NOAA, а с

них — в Сизтл, в Тихоокеанскую лабораторию морской среды.

В конце 1991 г. предполагалось расставить по экватору четыре системы PROTEUS, которые будут связаны с уже установленными в этой области Тихого океана 65 метеорологических буями. Специалисты NOAA считают, что качество гидрометеорологических прогнозов значительно повысится.

Bulletin of the American Meteorological Society. 1991. V. 72. N 10. P. 1570—1571 (США).

География

В борьбе со стихией спасены сотни тысяч жизней

Научная общественность продолжает оценку эффективности различных мер, принимаемых с целью сократить ущерб от стихийных бедствий. Среди них высоко оцениваются меры, принятые в период катастрофических событий 30 апреля 1991 г. в Республике Бангладеш.

В полночь 29 апреля 1991 г. над западной частью Бенгальского залива постоянная скорость ветра превысила 220 км/ч. На уровне моря атмосферное давление в центре циклонической системы составляло 940 Па. Высота связанного со штормом прилива достигла 8 м, превысив ранее зарегистрированный максимум — около 7 м. Циклон, выйдя на сушу на восточном побережье залива, охватил область, где проживают около 15 млн. чел. В результате пострадало более 1,5 млн. зданий (половина полностью разрушена); без крова остались примерно 10 млн. чел., погибли около 138 тыс., приблизительно столько же ранено.

И все-таки ущерб и число жертв могли быть значительно больше, если бы не принятые по настоянию специалистов меры. Метеорологическая система оказалась достаточно эффективной, чтобы предсказать приход циклона заблаговременно, благодаря чему население эвакуировали из целых деревень и районов, задействовав ранее построенные убежища.

Обычно сложно определить эффективность подобных мер на национальном, региональном или глобальном уровне. Однако в данном случае правомерная оценка сделана обществом Красного полумесяца Бангладеш на основании доклада, полученного с о. Сонадия (крайний юго-восток Бангладеш). На этот район в 1970 г. обрушился сходный по силе ураган; под волнами погибло все население острова (600 чел.). Ныне, своевременно полученное штормовое предупреждение, переданное 57 радиостанциями страны, все жители острова (700 чел.) сосредоточились в специальном железобетонном убежище, построенном Германским Красным крестом. Хотя высота штормового прилива составляла 5 м и вода достигала первого этажа сооружения на высоких опорах здания, ни один из жителей Сонадии не пострадал.

Stop Disasters. 1991. N 1. P. 14 (Италия).

Археология

Древнейшие гончары Америки

В конце 1991 г. археологи во главе с Э. Рузвельт (А. Roosevelt; Филдсовский музей в Чикаго, штат Иллинойс, США), ведя раскопки в нижнем течении р. Амазонки, обнаружили около Сантарена (провинция Пара, Бразилия) древнейшую для всей Америки керамику. Анализ показал, что возраст гончарных изделий примерно 7—8 тыс. лет.

Это имеет принципиальное значение: до сих пор известные ученым керамические

предметы для обеих Америк были не старше 6 тыс. лет. Они происходили из Колумбии и Эквадора, поэтому считалось, что гончарное искусство сперва возникло на северо-западе Южной Америки и лишь затем распространилось в другие области, в том числе на берега средней и нижней Амазонки.

New Scientist. 1991. V. 132. N. 1800/1801. P. 9 (Великобритания).

Археология. Техника

Сфинкс «поселился» в компьютере

Великому сфинксу из Гизы по крайней мере 4500 лет. Время не шадит никого, поэтому его доподлинный вид знали лишь современники и ближайшие потомки фараона IV династии Хефрена, который и приказал высечь из скалы столь необычный памятник себе около 2550 г. до н.э. (по другим данным — около 2800 г. до н.э.).

Но после того как около пирамиды Хефрена в его правление был высечен Великий сфинкс, примерно 1200 лет эта гигантская скульптура оставалась захороненной под мощным слоем песка, пока Тутмос IV, фараон уже XVIII династии, не приказал расчистить и отреставрировать его, превратив в символ власти и силы Египетского царства. Впрочем, внешний вид сфинкса и на этом этапе может быть предметом споров: ветровая и солнечная эрозия продолжали свое разрушительное дело, а наполеоновские солдаты практиковались в пальбе из пушек по внушительной мишени.

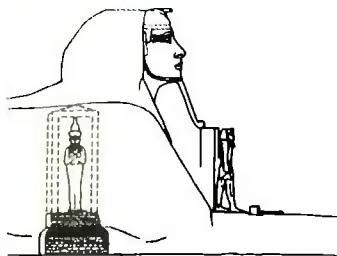
Определить, каким был Великий сфинкс хотя бы в 1400 г. до н.э., сразу после реставрации, поставил себе целью египтолог М. Ленер (M. Lehner; Институт ориенталистики при Чикагском университете, США). Разумеется, вести работы в натуре он не намеревался, а в течение двух лет построил математическую модель объекта. Ленер ввел в память компьютера (25 Мбайт) сведения о конфигурации передней и боковой сторон гигантской скульптуры, полученные при съемках

Американским исследовательским центром в Египте, и архивные данные многочисленных раскопок. Немалую информацию дало изучение древних каменных стел вокруг близлежащих пирамид; в компьютер было введено не только описание дошедших до нас статуй Хефрена, но даже сведения о комочках синей краски, некогда покрывавшей сооружение и сохранившейся в порых камня.

Создавая условный «портрет» Великого сфинкса, Ленер на современное его изображение накладывал фотографии других, малых сфинксов и скульптурные портреты фараонов (этот метод фотограмметрии используется при построении подробных карт рельефа местности с помощью аэрофотоъемки). При таком «картировании» сфинкса изолинии отстояли друг от друга не более чем на 25 см. Словом, статуя была «изваяна» заново, но не в камне, а в памяти ЭВМ.

Полученная модель показывает сфинкса в непривычном для нас виде. В отличие от всех иных, у Великого сфинкса тело и лапы были значительно больших размеров относительно собственной головы. Реставраторы времен Тутмоса IV, очевидно, сохранили черты лица оригинала — об этом говорит сравнение их с изображениями сидящего Хефрена около соседней пирамиды. То же подтверждают складки и морщинки на лице-албастрового Хефрена из Бостонского музея изящных искусств. Это позволило восстановить сфинксу нос, утраченный за минувшие века. Удалось также воспроизвести очертания характерного головного убора фараонов. На лбу должна была возлежать извивающаяся кобра; часть ее сохранилась, и оставалось добавить только голову змеи. Невозможно представить фараона без его божественной бородки, но поскольку в данном случае, да и у большинства других сфинксов, она отсутствовала, расположение и направление ее остались условными.

Немало проблем вызвала и человеческая статуя между передними львиными лапами (на различных стелах она изображается по-разному). Скульптура достигала 6,8 м в высоту и, по



Моделирование с помощью компьютера (вверху виден результат одного из его этапов) позволило воссоздать бороду сфинкса и отсутствующий ныне нос у знаменитого памятника.

мнению Ленера, олицетворяла другого фараона — Аменхотепа II, отца Тутмоса IV. За спиной статуи, в глубине, находилась вырубленная в камне молельня и статуя бога Осириса.

Итак, теперь мы можем намного лучше представить себе это грандиозное сооружение человеческих рук.

Cambridge Archeological Journal. 1992. V. 2. P. 3 (США); New Scientist. 1992. V. 134. N 1823. P. 10 (Великобритания).

Как сообщила Комиссия по космической деятельности Японии, в 1996 г. будет запущен аппарат для исследования Марса. Тем самым Япония станет третьей (после СНГ и США) страной, предпринявшей подобный эксперимент. Ведутся работы по созданию ракеты нового поколения типа «М 5», которая и выведет аппарат «Planet B» с приборами для измерения состава атмосферы Марса, интенсивности его магнитного поля и плазменных частиц в его окрестностях.

New Scientist. 1992. V. 134. N 1815. P. 11 (Великобритания).

Американский астроном-любитель обнаружил в созвездии Лебедя около звезды Денеб новую яркую звезду. Ее звездная величина достигает 4,2, и она различима даже невооруженным глазом. С 1975 г. столь яркой новой не наблюдалось.

Новые возникают при взрыве на поверхности двойной звезды; они, как правило, более тусклые, чем сверхновые.

New Scientist. 1992. V. 133. N 1810. P. 17 (Великобритания).

По данным Японского метеорологического агентства, за последнее десятилетие размеры озонной дыры над Антарктидой выросли в 13 раз; занимаемая ею площадь достигла 17 млн. км². В самой Японии слой озона также истощается: например, его содержание над Саппоро снизилось на 4,5 % (своеобразный «рекорд» для страны).

New Scientist. 1992. V. 134. N 1815. P. 11 (Великобритания).

Сотрудники Ливерморской национальной лаборатории и Института по исследованию

солнечной энергии в Боулдере (США) экспериментально показали, что загрязненные токсическими веществами воды можно очищать солнечным светом. Грунтовые воды, загрязненные трихлорэтиленом, пропускали через изогнутые стеклянные трубы небольшого диаметра, уложенные в реакторы, на которые направлялся солнечный свет. В воды вносился фотокатализатор. Фотоны, взаимодействуя с катализатором, разрушали трихлорэтилен, снижая его концентрацию до 10^{-9} .

Environmental science and Technology. 1991. V. 25. N 10. P. 1661 (США).

Состояние рыбных запасов в Северной Америке сегодня таково: вероятно, вымер — 1 вид; находятся в критическом состоянии — 72 вида; встречаются редко — 110 видов; широко распространены и процветают — 549 видов; в неопределенном состоянии — 24 вида.

National Wildlife. 1991. August—September. С. 25 (США).

Необычно быстрый рост хвойных деревьев на о. Тасмания свидетельствует о глобальном потеплении. Местные сосны, возраст которых составляет несколько тысяч лет, среди древесной флоры Южного полушария выделяются четко выраженными годичными кольцами. Детальное изучение колец у 23 живых и засохших сосен показало, что с 1985 г. их рост за последние тысячу лет оказался наиболее быстрым.

Environmental science and Technology. 1991. V. 25. N 11. P. 1806 (США).

Французские ученые во главе с К. Аллавена (С. Allavena) в предварительном исследовании установили, что превышающие определенный уровень концентрации в сыворотке крови цинка и селена, как и CD4+T-лимфоцитов и бета-2-микроглобулина, могут свидетельствовать о развитии инфекции, вызванной ВИЧ.

La press médicale. 1991. V. 20. N 35. P. 1737 (Франция).

Национальная федерация по охране живой природы США предъявила судебный иск в связи с предложением министерства внутренних дел разрешить угледобывающим компаниям вновь начать разработку угольных пластов открытым способом на общественных землях (национальных парках, заповедниках, территориях, имеющих историческое значение, и др.), которые по закону о поверхностных горных разработках 1977 г. были объявлены закрытыми зонами.

International Wildlife. 1991. November—December. P. 26 (США).

Благодаря строгим ограничениям на вылов песчанки (*Ammodytes hexapterus*), молодь которой служит основной пищей для многих видов морских птиц в районе Шетландских о-вов (крайний север Великобритании) после семи лет резкого и неуклонного снижения численность полярной крачки (*Sterna*) стала расти: если в 1990 г. здесь насчитывалось всего 8 тыс. пар, который удалось вырастить лишь двух птенцов, то в 1991 г. у 24 пар общее число птенцов превысило 30 тыс. Увеличилась также численность бакланов, поморников, топориков, кайры и других морских птиц.

New Scientist. 1991. V. 131. N 1788. P. 19 (Великобритания).

Два красавца-тома о вулканах Камчатки

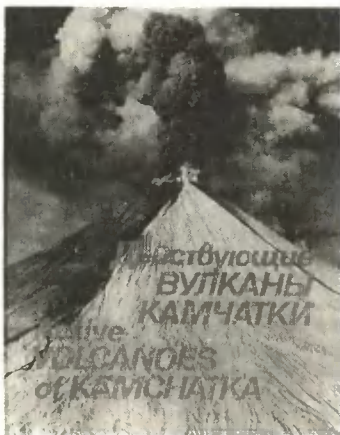
Академик Ю. М. Пуцаровский
Москва

ДАВНО не приходилось брать в руки такие красивые книги. Отличная бумага, прекрасная печать, но особенно завораживают превосходные цветные фотографии вулканов, их кратеров, лавовых потоков, редкостных по колориту вулканических ландшафтов.

Монография создана учеными всемирно известного Института вулканологии Российской академии наук, находящегося в Петропавловске-Камчатском. Многие годы возглавляет этот институт член-корреспондент РАН С. А. Федотов. Его имя, а также имя Ю. П. Масуренкова как ответственных редакторов стоят на титульном листе. Они же и авторы общих разделов текста.

Действующие вулканы кольцом окружают впадину Тихого океана. В наибольшем количестве они сконцентрированы на Курильской островной дуге. Наземных вулканов здесь 105, из которых 42 активных, плюс 81 подводный. Курильская цепь продолжается на Камчатку, где и затухает немного севернее Ключевской сопки. И та, и другая вулканические цепи простираются параллельно Курило-Камчатскому глубоководному желобу, который на севере оканчивается тем же, где и вулканическая цепь. Отсюда очевидна генетическая связь между ними. Однако в тексте монографии говорится, и вполне справедливо, что в изучении вулканической стихии еще много неясного, а также о том, что приложение всемогущей тектоники литосферных плит к объяснению этой стихии не дает достаточно убедительной картины сущности явления.

В монографии описаны все 29 вулканов Камчатки, но около 100 страниц отведено очень содержательным и хорошо написанным текстам общего характера. Речь в них идет



ДЕЙСТВУЮЩИЕ ВУЛКАНЫ КАМЧАТКИ. В 2-х т. М.: Наука, 1991. Т. 1. 302 с. Т. 2. 400 с.

о механизме вулканической деятельности на Камчатке, Курило-Камчатской дуге и в сходных структурах; связи вулканов с сейсмичностью и сейсмофокальной зоной на Камчатке; магматических очагах; тектонической позиции вулканов; наконец, геотермике Камчатки. Фундаментально разработан вопрос о связи камчатского вулканизма с сейсмичностью.

Оказалось, что большинство землетрясений Камчатки происходит на глубинах 0—40 км. На глубине 40—50 км число землетрясений сразу сокращается в 10 раз. Затем, пишет С. А. Федотов, происходит монотонное уменьшение их числа до глубины 220 км, в общем в 30 раз. На глубинах 220—320 км убывание количества очагов постепенно замедляется. На глубине 400 км отмечается новое увеличение числа землетрясений. Еще один максимум находится на глубинах 440—460 км. Зона, в которую как-то группируются очаги землетрясений (сейсмофокаль-

ная зона), наклонена под материк. Действующие вулканы Камчатки проектируются на глубины 100—220 км этой зоны. Именно это обстоятельство и не позволяет с легкостью использовать тектонику плит для объяснения камчатского вулканизма. Получается, что там, где сильно уменьшается сейсмическая энергия, как раз и происходит начальное плавление мантии. Такое плавление связывается с глубинными деформациями и разогревом мантии сейсмофокального слоя, потерей его упругих свойств, а не с потоком летучих, отделяющихся из слоя морских осадков, затаиных с литосферной плитой, как часто предполагается.

И эта мысль, и данные о характере изменения сейсмичности с глубиной, полученные до 500 км, очень ценны для понимания геодинамических взаимоотношений океанской и континентальной литосфер. Такие взаимоотношения можно представить совсем иначе, чем предполагается механизмом погружения жесткой, монолитной океанской литосферной плиты на многие сотни километров в земную мантию. Гнездообразное расположение эпицентров землетрясений в сейсмофокальной зоне наталкивает на мысль о встречном тектоническом взаимопроникновении океанских и континентальных литосферных пластин вследствие горизонтального сжатия в виде динамичного зубчатого сцепления. Движение пластин происходит дискретно, меняясь к другому, откуда и рождается сложнейшая картина строения, сейсмичности и вулканизма тихоокеанских зон перехода океан — континент. Вообще, надо сказать, что, как это случилось в сейсмологии, металлогении и геодинамике, в вулканологии, по моему глубокому

убеждению, следует вводить понятие нелинейности. Это, вне всякого сомнения, многие вещи расставит по своим местам и будет очень способствовать развитию и совершенствованию теории прогноза вулканических извержений.

Теперь вкратце об описании конкретных вулканов. В этих описаниях с большей или меньшей подробностью приводятся сведения о геологии фундамента, морфологии, времени формирования и истории развития вулкана, наиболее типичных извержениях, специфике излияния лав и выхода газов, вплоть до прогноза извержений. Поражает воображение то, что такой вулканический гигант, как Ключевская сопка, самый высокий из действующих вулканов Европы и Азии (~4750 м), с расходом магмы в среднем 60 млн. т/год, возник лишь 7 тыс. лет назад. В масштабах геологического времени — это ничто.

Описания очень ясные, обстоятельные. Их авторы, безусловно, самые эрудированные знатоки того или иного конкретного вулкана. Во всех случаях авторство — коллективное.

Обращает на себя внимание раздел, посвященный геотермическому полю Камчатки, выносу тепла вулканами и гидротермами. Здесь много расчетов, диаграмм, таблиц и схем. Одна из таблиц дает количественную оценку прогнозных геотермальных ресурсов высокотемпературных гидротермальных систем Камчатки и предполагаемых мощностей геотермальных электростанций.

Не хватает в монографии хорошей физико-географической карты Камчатки, на которой были бы показаны все описываемые вулканические объекты, а также современной тектонической карты для лучшего понимания тектонической позиции современного вулканизма.

Итак, перед нами весьма капитальный труд, безусловно стоящий в одном ряду с лучшими зарубежными изданиями геологической тематики. Он воплотил результаты многих и многих лет самоотверженной работы вулканологов, геофизиков, петрологов, геохимиков, посвятивших свою деятельность изучению поразительного камчатского феномена. Этот труд понятен и зарубежным исследователям, ибо напечатан он на двух языках: русском и английском.

Нельзя не воздать должного мастерам фотоискусства, чьи великолепные произведения сопровождают все издание, начиная с суперобложки.

Богатейший материал, который содержится в монографии, вне всякого сомнения, будет предметом пристального изучения очень широкого круга исследователей, работающих во многих областях наук о Земле.

НОВЫЕ КНИГИ

Климатология

К. Я. Кондратьев. ГЛОБАЛЬНЫЙ КЛИМАТ. СПб.: Наука, 1992. 359 с. Без объявл. цены.

Научная монография посвящена физическим климатообразующим факторам. Автор считает, что прежде чем учитывать такое сложное явление, как антропогенное воздействие на климат, нужно знать характер его изменения под влиянием факторов природных. Прежде всего он рассматривает климат как совокупный результат взаимодействия пяти геосфер: атомо-, гидро-, лито-, крио- и биосферы. Анализируются как воздействия, которые можно считать «внутренними» для климата, так и те, что называются «внешними» влияниями.

Приводятся сведения о международной программе исследования климата.

Биология

Т. А. Адельф. БЫТЬ ЗООЛОГОМ. М.: Изд-во МГУ, 1992. 125 с. Без объявл. цены.

Это живо написанные очерки, отражающие долготелый опыт практического зоолога. Автор не перестает удивляться богатству и разнообразию природы. Книга дает представление о методах описания и учета зверей и птиц в различных районах. Автор увлекательно рассказывает о своих учителях — профессорах Московского университета — энтузиастах охраны природы.

Книга иллюстрирована рисунками автора и фотографиями.

Микробиология

Н. С. Паников. КИНЕТИКА РОСТА МИКРООРГАНИЗМОВ. Общие закономерности и экологические приложения. М.: Наука, 1992. 311 с. Без объявл. цены.

Раньше интерес к теории роста микробиологических популяций, говорит автор, диктовался главным образом микробиологической промышленностью. Сегодня он определяется в основном экологическими проблемами. Сложилось вопиющее противоречие между более чем скромным местом, которое отводится микробиологическому блоку в экологических имитационных моделях, и важностью, уникальностью биосферных функций микроорганизмов.

Поэтому автор ставит своей целью построить теорию

кинетики роста, способную количественно описать и объяснить динамику микробных популяций не только в лабораторных культурах, но и в природных средах.

Медицина

Р. П. Кляшева. ТАБАКОКУРЕНИЕ И МОЗГ. М.: Наука. 1991. 125 с. Ц. 2 р. 50 к.

На большом фактическом материале демонстрируются необратимые процессы, происходящие в головном мозге под воздействием табачного дыма. Никотин не только быстро поступает в мозг, но и накапливается в нем, так что его действие продолжается и после выкуривания очередной сигареты. Наибольшая концентрация никотина обнаруживается в продолговатом мозге, зрительном бугре, гипоталамусе, гиппокампе, вестибулярных ядрах, мозжечке, коре полушарий большого мозга. Это отделы, которые связаны с дыханием и сердечной деятельностью, памятью, аналитико-синтетическими способностями.

Хроническая интоксикация табачным дымом через систему мать — плод особенно опасна. Никотин проходит гематоэнцефалический барьер эмбриона, и 30 % его поступает в головной мозг плода, где он быстро аккумулируется, но медленно выводится. Все это вызывает изменения, видимые уже при внешнем осмотре: отек головного мозга, его набухание, полнокровие, синюшность.

Около 40 % детей, родившихся от матерей-курильщиц, предрасположены к судорогам, у них чаще отмечается эпилепсия. Не следует забывать и о связанных с той же причиной выкидышах или разном роде аномалиях у новорожденных. У детей, родившихся от матерей-курильщиц, увеличен риск недоношенности, гипотрофии, отставания массы тела и даже внезапной смерти.

Серьезный вред здоровью детей наносит пассивное курение в семьях, где курят родители. Автор монографии рассматривает также меры борьбы с курением в различных странах мира.

Гидрология

РАСХОДЫ ВОДЫ ИЗБРАННЫХ РЕК МИРА (Исследования и доклады по гидрологии). ЮНЕСКО, 1992. 126 с. Без объявл. цены.

Четырехязычный справочник (на английском, французском, испанском и русском языках) издан в рамках Международной гидрологической программы под эгидой ЮНЕСКО. По данной проблеме выпущено уже три тома. Первый содержит перечень тысячи отобранных гидрологических станций с их общими характеристиками и сведениями о реках, на которых они расположены. Во втором томе представлена полная таблица всех годовых и месячных расходов воды, а также суточных экстремумов для 200 станций, имеющих наиболее надежные серии данных. Третий том состоит из нескольких частей, в которых приведены годовые, месячные и экстремальные суточные расходы воды с 1965 г. Это развитие работ, намеченных в первом томе.

Настоящее издание — пятая часть III тома и содержит сведения с 1980 по 1984 г. по Африке, Северной и Южной Америке, Азии, Европе и Океании. В заключение приводится таблица данных о расходах воды в реках разных стран.

Экология

Б. М. Миркин, Л. Г. Наумова, Ю. А. Злобин. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ АГРОЭКОЛОГИИ. Итоги науки и техники. ВИНТИ. Сер. Растениеводство. 1991. Т. 10. 182 с. Ц. 5 р. 30 к.

Несмотря на скромный жанр обзора, книга является научной монографией и охватывает основные проблемы сельскохозяйственной экологии. Авторы горячо выступают против идеологии «технократического оптимизма», которая ориентирована на дальнейшее наращивание вложений энергии и селекцию суперинтенсивных «биотехнологических монстров», что приведет планету к экологической катастрофе. В книге приведена уникальная подборка данных о плачевном состоянии агрофермы в конце второго тысячелетия.

Основные главы посвяще-

ны общей характеристике агроэкосистем и обсуждению их отличий от естественных аналогов, экологическим аспектам земледелия, агрофитоценологии. Специально говорится о подборе и правильном размещении возделываемых культур при общем повышении их разнообразия.

Авторы убеждены, что ни альтернативные системы земледелия с отказом от удобрений и пестицидов, ни техногенная интенсификация без учета экологических последствий не могут быть основой дальнейшего развития сельского хозяйства: его будущее — в сочетании наукоёмкой стимуляции биологического потенциала природы (от организма до агроэкосистемы) и Экологически компетентного использования дополнительной антропогенной энергии. В книге обобщена советская и зарубежная литература в основном за последние пять лет.

История науки

С. П. Соловьев, В. В. Доливо-Добровольский. ИСТОРИЯ ВСЕСОЮЗНОГО МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА И ЕГО РОЛЬ В РАЗВИТИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАУК. 2-е изд. СПб.: Наука, 1992. 334 с. Без объявл. цены.

Первое издание книги вышло в 1967 г. — к 150-летию одного из старейших научных обществ в мире. Во втором издании историческая часть оставлена без изменения, но далее приведены сведения о современной жизни Минералогического общества и всех его 34 отделений.

Это научное общество уникально. До создания Геологического комитета оно было организатором геологических и минералогических исследований в стране. По единому плану провело геологическую съемку 30 губерний и составило геологическую карту.

В приложениях к книге приводятся список периодических изданий ВМО и указатели статей, списки руководителей и почетных членов Общества за 150 лет, а также его отделений в настоящее время.

Тематический указатель журнала «Природа» 1992 года

ФИЛОСОФИЯ И ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ. ОРГАНИЗАЦИЯ НАУКИ

Аберрация дальности (К 100-летию со дня рождения А. С. Серебровского).	11	81
Учитель. Василья-Попова Е. Т.	11	81
А. Нобель в России. (Встречи с забытым) Князев С. А.	9	122
Биосфера и техносфера: сходство и различие путей эволюции. Мина М. В.	9	67
Благословенная семья Тарасевичей. (Встречи с забытым) Прендель Е. В. (Вступ. слово Успенской Н. В.)	1	123
ВЕЛИКАЯ СИЛА ДУХА. К 80-летию И. А. Рапопорта. (Вступ. статья и публикация Строевой О. Г.)	3	96
Академик Н. Н. Семенов и генетика. Рапопорт И. А.	3	98
Явление химического мутагенеза и его генетическое изучение (авторский обзор). Рапопорт И. А.	3	103
Возрождается археологическое общество России. Короткевич Г. В.	2	21
Восточногерманская наука взята под защиту*	6	119
В ПОИСКАХ ИСТИНЫ	4	79
Первая треть пути. Моган В. И.	4	80
Конденсированные среды. Дюгаев А. М.	4	85
Физика ядра, адроны, кварки. Саперштейн Э. Е.	4	88
«Из тяжести недоброй и я когда-нибудь прекрасное создам». Нетесова Е. В.	4	93
Юноша 80 лет с голубыми глазами. Рубинштейн Л. М.	4	97
Неопубликованный Мигдал	4	101
Естественно-исторические коллекции и охрана природы. Павлович И. Я., Россолимо О. Л.	11	31
Заметки об опыте науки XX века. Гурштейн А. А.	5	3
Квантовый парадокс Зенона. Аронов Р. А.	12	76
Конрад Лоренц в советском плену. (Встречи с забытым) Соколов В. Е., Баскин Л. М.	7	125
Козволюция: развитие темы. Карпикова Р. С.	11	3
Кто изобрел луноход? (Встречи с забытым) Бронштейн В. А.	3	125

ЛАУРЕАТЫ НОБЕЛЕВСКОЙ ПРЕМИИ 1991 ГОДА

По физике — П.-Ж. де Жен.	1	93
Соини А. С., Шибанов В. П.	1	96
По химии — Р. Эрнст. Федин Э. И.	1	99
По физиологии и медицине — Э. Нейер и Б. Закман. Костюк П. Г.	1	99
Легендарный «Красин». Каневский Э. М. (Вступ. слово Волкова Н. А.)	7	92
МАСТЕР	2	84
Как был «открыт» Зельдович. Сена Л. А.	2	85
Прирожденный лидер. Феоктистов Л. П.	2	87
Рыцарь науки. Смирнов Ю. Н.	2	90
На пути к универсальному слабому взаимодействию. Герштейн С. С.	2	97
ЯБ и математика. Ариольд В. И.	2	105
Десять лет общения. Долгов А. Д.	2	108
Международный радиэкологический центр. Бабаев Н. С. и др.	2	83
Мир по Вернадскому. Анисимов Г. П. (Вступ. слово Заварзина Г. А.)	3	92
Миф о германской атомной бомбе. Уокер М. (Вступ. слово Смородникова Я. А.)	1	82
Мифологическое в экологии. Гиларев А. М.	2	3
Можно ли сохранить нашу фундаментальную науку? (Интервью с Л. В. Келдышем. Публикация Морозовой Н. Д.)	3	3
«...Наиболее научна и умеренно популярна» (письма читателей и анкета 1990 г.)	1	27
Наука и «демократия». Черное Ю. И.	8	72
Научная рациональность: проблемы критического осмысления. Шмыров В. С.	4	3
Неканонический Воейков. (Встречи с забытым) (Вступ. слово Золотницкой Р. Л.)	6	125
Новое о Фридрихе Хюутермансе. (Ре-зюме) Френкель В. Я.	8	92
Новый научный центр в Антарктиде*	6	119
Новый план климатических исследований*	2	121
Об одном питерском доме... (Из редакционной почты) Резвой Д. П.	3	94
Общество по жидким кристаллам*.	5	104
Соини А. С.	5	104
О сохранности законов сохранения. Гералки Г. Е.	7	69

* Опубликовано в разделе «Новости науки»

Осуществленная мечта (история создания Неаполитанской зоологической станции). Чеснова Л. В., Музрукова Е. Б.	12	34	Как устроены пятна на Солнце*	1	104
Охрана геологического наследия*. Вишневицкий С. А.	5	114	«Корона» Венеры*	2	113
Первый президент Израиля — эмрик. (Встречи с забытым) Гельман Э. Е.	4	124	Кратны ли скорости ближайших галактик?	4	106
Преемственность традиций (К юбилею Кольцовского института). Хрущев Н. Г.	12	66	Лунный камень в Австралии*	4	108
Препятствие — логика. Шрейдер Ю. А.	1	75	«Магеллана» снимает «вуаль» с Венеры*	5	104
ПРИВЕТСТВИЯ И РАЗМЫШЛЕНИЯ НА ФОНЕ ЮБИЛЕЯ	1	11	Марс — астероид?	3	110
«Природа» и время. Успенская Н. В.	1	3	Межзвездные облака похожи на земные?	17	103
«Природа» в моей жизни. Соколов Б. С.	1	11	Моделируется Солнечная система*	3	110
В русле идей российского просветительства. Алферов Ж. И.	1	14	На Марсе были океаны*	4	107
Благородным миссионерам. Пили Дж.	1	18	Неопознанные явления — «продолки» плазмы? Авакян С. В., Коваленко В. В.	6	72
Журнал-университет. Ягодни Г. А.	1	19	Нептун оправдывает свое имя*	5	103
Главное, сохранить научный потенциал. Ярошевский А. А.	1	20	Новая сверхновая*	7	104
Донести слово в защиту науки. Сагдеев Р. Э.	1	22	Новорожденные шаровые скопления*	12	99
История не простит... Лопухин Ю. М.	1	26	Новые данные о магнитном хвосте Земли*	5	101
Случай с чернилами, или Как трудно быть переводчиком Шекспира. Гельман Э. Е.	11	126	Новые формы углерода. Кречмер В.	1	30
Снова о Вавилове и Лысенко. Резник С.	11	89	Обнаружен ли новый джет в M87?	5	102
Субъядерная физика, М. П. Бронштейн и Э. Майорана. (Встречи с забытым) Горелки Г. Е.	2	126	Одиноки ли мы во Вселенной?	1	105
Судьба «Словаря русских ботаников». (Встречи с забытым) Файнштейн М. Ш.	8	126	Оползни и каналы на Венере*. Никитин С. А.	1	102
«Утечка мозгов» — взгляд из Мэриленда и Москвы (Интервью с А. Е. Левиным и А. В. Витязевым. Публикация Морозовой Н. Д.)	4	9	Осторожно: «ледяные карлики»*	1	106
Физический Вавилон в центре Европы. Арутюнян И. Н.	6	48	Открыта звезда нового типа*	1	105
Дубна — младшая сестра ЦЕРНа. Арутюнян И. Н.	6	63	Планета нейтронной звезды*. Сурдин В. Г.	5	102
Философские основания математики и синдром Хлодвига. (Резонанс) Аронов Р. А.	3	87	Планетная система пульсара*	6	106
			Планеты «радируют» на Солнце*	2	114
			Планеты скрываются в пыли?	7	103
			Планеты у пульсаров: ошибка или открытие?	12	100
			Полет советско-австрийского экипажа*. Никитин С. А.	2	113
			Полеты по программе «Спейс шаттл». Никитин С. А.		
			43-й	1	102
			44-й	3	107
			45-й	5	101
			47-й	9	104
			Почему вспыхнула комета Галлея?	12	101
			Почему «небо в алмазах»?	7	104
			Предистория Местной группы галактик*. Чернин А. Д.	3	108
			Проблема образования дальних планет. Печерникова Г. В.	9	3
			Проблемы гуманизации в космонавтике. (Глобальные проблемы) Бульдеев Г. А.	3	8
			Проект «Экос»: взгляд на Землю из космоса*	12	99
			Пульсар с планетной системой?	4	105
			Редкая молекула в ядре кометы*	5	103
			«Самоубийство» галактик, или Куда деваются синие карлики*	7	103
			Самый далекий астероид*	12	101
			Самый далекий космический мираж	4	106
			Сверхтяжелый водород в морской воде*	11	111
			Смена экипажа на «Мире». Никитин С. А.	3	107
			Скорость ударной волны — более 150 км/с*	6	106
			СОИ поможет астрономам*	12	102
			Спутник, «пасущий» внешнее кольцо Нептуна*	6	107
			Стерлитамакское падение. Петавев М. И., Гареев Э. Э.	5	52
			Существуют ли пульсары двух типов?	1	103
			С черными дырами еще не все ясно*	1	106
			Три «потомка» одного астероида*	4	107
			«Улисса» у Юпитера*	7	102
			Уроки Большого азимутального телескопа и судьбы отечественной астрономии. Ефремов Ю. Н.	12	20
			Человек в космосе — компьютерная имитация*	9	104
			Черная дыра в Галактике?	7	102
			Черная дыра в центре Галактики*	1	103
АСТРОНОМИЯ. АСТРОФИЗИКА. КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ					
Атлас природной радиации в Европе*	9	105			
Большие оптические телескопы. Кутырев А. С.	9	58			
Венера «зашевелилась»*	4	108			
Верхняя атмосфера изучается со спутника*	3	108			
Вселенная — моложе и меньше?*	6	105			
Встреча с астероидом Гаспра*	4	107			
В SS433 нет черной дыры*	6	105			
Галактика далекая, но «нормальная»*	6	106			
Готовится полет к Сатурну и Титану*	1	102			
Дева «приблизилась», Вселенная «помолодела»*	1	104			
Запуски космических аппаратов в СНГ*. Никитин С. А.	2	112			
сентябрь — октябрь 1991 г.	4	105			
ноябрь — декабрь 1991 г.	6	105			
январь — февраль 1992 г.	8	109			
март — апрель 1992 г.	12	99			
май — июнь 1992 г.	1	105			
«Ищите далекие планеты»*	4	105			
«Интеркосмос-25» Никитин С. А.	4	105			
Каждую галактику питает квазар*	1	103			

Черная дыра по соседству* «16-метровый» телескоп строится в Италии*	12	100
Эволюция звездного скопления влияет на звезды*	6	107
Экспедиция на «Мире»: ноябрь — декабрь 1991 г.*	3	109
Электронные глаза «Очень большого телескопа»*	3	107
	12	100

ФИЗИКА. ТЕХНИКА

Атомный ключ*	3	111
В поисках магнитного монополя*	12	102
Детекторы нейтрино в Гренландии*	12	102
Зарницы суперсимметрии. Комаев А. А.	5	71
Измерение времени жизни нейтрона при β -распаде молекулярного трития*	11	111
Исследование осцилляций мюонных нейтрино в широкополосном нейтринном пучке*	11	111
Крупный ускоритель в Канаде*	5	104
МНОГОЛИКИЙ РАДОН	7	20
Радон в нашем доме. Миквалян Л. А.	7	20
Радон как лечебный фактор. Гусаров И. И.	7	27
Радон и солнечная активность. Шемьш-заде А. Э.	7	31
Мираж работает на астрономов*	5	105
Новая составляющая радиационного пояса Земли. Григоров Н. Л., Панасюк М. И.	11	22
Оксидная керамика и новые высокотемпературные конструкционные материалы. Шиняев А. Я.	2	58
Первый эксперимент с дейтерий-тритиевой плазмой на токамаке*. Чуянов В. А.	4	108
Платье меняет цвет*	5	105
Получение ультрахолодных нейтронов в сверхтекучем гелии*	12	101
Постоянна ли постоянная Планка?*	1	107
«Потепление» сверхпроводящего водорода в фуллеритах*	2	114
Радиационно стойкий кристалл для электромагнитной калориметрии*	6	107
Самый тяжелый барийон*	4	108
Фуллерены — материалы XXI века. Жариков О. В.	3	68

ЭНЕРГЕТИКА

На пути ко «второй ядерной эре». Орлов В. В.	2	11
--	---	----

МАТЕМАТИКА. ИНФОРМАТИКА. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Клеточные автоматы на персональной ЭВМ. Баранов С. Н.	9	17
Компьютерный вирус становится солдатом*	7	106
Первый результат на пути согласования активных знаний*. Поспелов Д. А.	7	106
л становится все точнее*	5	104

ХИМИЯ. АГРОХИМИЯ

И все же — вода... Физалков Ю. Я.	3	74
Интенсивные подсластители. Бабиевский К. К.	11	70
На пути к органическому магниту*	4	109
Удобрения и сорняки*	4	116
Уничтожение химического оружия. Федин А. В., Бабиевский К. К.	5	17

ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Бактериальный «огород» на ротовых конечностях креветок. (Вести из экспедиции) Гебрук А. В., Пименов Н. В., Саввицкая А. С.	8	37
Близкие воды — различная биология*	2	118
Видообразование у зеленых лягушек*	6	111
Вирусы «следают» за фитопланктоном*	11	116
Еще одна причина полиморфизма у пауков*	6	112
Жизнь в пресных водах: происхождение и развитие. Цалолохин С. Я.	2	66
Закисление водоемов губит головастиков*	7	110
Зачем паукам карликовые самцы*	9	108
Зачем паукам муравьевидный облик? Михайлов К. Г.	7	109
Защита от акул сохранит жизнь самим акулам*	6	112
Избыточность как главный фактор эволюции. Черносвитов П. Ю.	4	19
Изучается физиология пингвина*	9	110
Инсектицид — «живая ловушка» в теплицах*. Поливанова Е. Н.	4	113
Коралл — сверхдолгожитель? Несис К. Н.	5	108
Красное и черное. Захаров И. А.	5	47
Личинки крабов плывут против течения*. Спиридонов В. А.	1	111
Лягушки и жабы ориентируются по запаху*. Мантейфель Ю. Б.	5	108
Материнская забота у пауков*	5	108
Механизмы органической эволюции и прогресса познания. Скворцов А. К.	7	3
Муравьи и пауки*	1	111
Мутная вода меняет исход конкуренции в зоопланктоне*	4	73
Общественные тли*. Карцев В. М.	4	113
Одноклеточные скваттеры*. Несис К. Н.	3	112
Пауки-скакуны и этология*. Михайлов К. Г.	6	111
Популяция — единица реальной жизни растений. (Глобальные проблемы) Элобин Ю. А.	8	47
Постоянство и изменчивость «четвертой стихии». Карпачевский Л. О.	11	52
Реликтовые ракообразные: грани исследования*	9	109
Роль пчелиной матки в продуктивности семей*. Карцев В. М.	7	109
Сколько в мире насекомых?*	9	108
Травктории онтогенеза. Озернюк Н. Д.	9	10
Уникальная изоляция. Иванков В. Н.	2	74
Упадок систематики (1. Система, эволюция, мультимодация). (Наследие) Кузин С. Б. (Вступ. слово Павлинова И. Я.)	5	80
Упадок систематики (2. О природе систематических категорий). (Наследие) Кузин С. Б.	8	85
Центры происхождения культурных рас-		

тений и радиоактивность среды. Неручев С. Г.	11	15
Человек как участник жизни на Земле. Ничипорович А. А.	12	84
Эволюция социальности пауков*	12	106
Ящерицы-сейсмоиндикаторы*. Шарыгин С. А.	6	112

БОТАНИКА. ЗООЛОГИЯ. МИКРОБИОЛОГИЯ. ВИРУСОЛОГИЯ

Акула — очередная жертва цивилизации*	2	118
Бабуины в пустыне*	1	112
В горах Корейского полуострова. Некрасов В. И., Макридин А. И.	7	36
Возможна ли азотфиксация у не клубеньковых растений?*	1	109
Голоден — рой больше нор! Насис К. Н.	4	114
Европейская норка — естественно вымирающий вид! Рожнов В. В.	1	56
Есть ли жизнь на Марсе?*	12	105
Как охотятся пауки*. Михайлов К. Г.	4	114
Как плавают кенгуру?*	5	109
Куда улетает ябиру?*	1	112
Лошадь Пржевальского возвращается в Монголию. (Красная книга) Позднякова М. К.	8	60
Морские путешественники*. Войтенко В. Ф.	4	115
Мышевидная соя. (Красная книга) Горбунов А. В.	6	82
Нахлебники в мире зеленых растений*. Злобин Ю. А.	1	113
Неизвестный сток в цикле серы*	12	106
Новая гипотеза о происхождении цветковых*. Злобин Ю. А.	4	115
Ночные тени. Зайцев В. Н.	7	52
Оазис в тундре. Матвеева Н. В., Чернов Ю. И.	6	42
Повадки мадагаскарской руконожки*	5	109
Пчела маркирует цветы*	12	107
Селекция клематисов. Бескаравайная М. А.	4	56
Синичкины хитрости. Насис К. Н.	12	32
Слишком хорошо — тоже нехорошо*	11	116
Способные дельфины*	7	110
Степной орел. (Красная книга) Давыгора А. В.	3	41
Сын Эскулапа. (Красная книга) Бескокетов Ю. А.	9	54
Удивительная северянка чозения. Москалюк Т. А., Мазуренко М. Т.	12	52
Хамелеоны путешествуют*	11	117
Шимпанзе дает уроки*	3	113
Шимпанзе награжден «за выдающиеся достижения»*	5	110

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ. БИОХИМИЯ. БИОФИЗИКА

Автоколебания в живых организмах. Ланда П. С., Розенблюм М. Г.	8	18
Автотрофное питание растений-паразитов*. Злобин Ю. А.	5	107
Бактериальный антистрессор*. Островский Д. Н.	5	106
Белки с необычной структурой*	5	106

Биореакторы против нитратов*	11	112
Все дело в шляпе, или Как работает фермент липаза*	12	103
Действие яда пауков*	11	112
Долгожители-радикалы в клетках бактерий*	11	111
Запах — это не просто так*	11	112
Защита от болезни Паркинсона*	6	109
Имитаторы антител*	2	115
Интерферон у растений? Одишова Т. И.	1	108
Ионные градиенты в жизни клетки. Болдырев А. А.	7	79
Как вирусы проникают в клетку*	2	115
Картофель под охраной пряностей*	7	107
Клеточный термометр*	1	108
Новые вещества с противовирусной активностью*	1	107
Новые стероидные препараты из культуры клеток*. Пасешиченко В. А.	6	109
Переориентация иммунной системы*	2	116
Пероксисомы и генетические болезни человека*	8	109
Питание — поведение — интеллект*. Марюткина Т. М.	4	110
Растение, «поглощающее» запахи*	6	108
РНК может проникать через мембрану митохондрий*. Одишова Т. И.	4	111
Способ защиты растений от вирусных заболеваний*.	8	111
У каждого животного свой запах*	8	110

ГЕНЕТИКА. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ГЕНЕТИКА

Активность генов стимулируется солнечным светом*	4	112
Аскорбиновая кислота против тяжелых металлов*	1	107
Генная терапия — способ лечения иммунодефицита*	9	106
Гипертония — заболевание наследственное*	6	108
Голубые розы*	3	112
Защита от генетических нарушений*	12	103
Миграция и генетика*	7	107
Почему лисички не червивеют, или Некоторые проблемы экологической генетики. Инге-Вецтомов С. Г., Лучникова Е. М.	5	26
Ремонт ДНК*	5	107
Сверхизменчивая ДНК. Рогова Е. И.	2	22

ФИЗИОЛОГИЯ. МЕДИЦИНА. ДЕМОГРАФИЯ

Амантадин при гриппе А*	2	117
Бактерии и рак*	3	112
Болезнь Чагаса — угроза не только Латинской Америке*	11	115
Витамин А против кори*	7	108
Гепатит В у стоматологов*	1	110
Диета и ревматические заболевания*	12	105
Еще миллион носителей ВИЧ*	6	110
Золотое сечение и сердце*. Цветков В. Д.	7	108
Иммунomodулирующие свойства пектина из морской травы*	12	104
Кто сколько проживет?*	4	119
Лекарство, контролирующее размножение раковых клеток*	4	112
Малярия не сдается*	1	109
Наследование СПИДа*	2	117

На смену бронхоскопии*	4	112	Возрождение отечественной породы юрловских голосистых кур*	12	108
Нейропептиды и боль. Ноздрачев А. Д., Янцев А. В.	1	60	Вымирание морских животных в XX в.: виновата природа*. Несис К. Н.	9	112
Н. К. Кольцов и экспериментальная генетика (Наследие). (Вступ. слово и комментарии Григорьев Н. А.)	6	93	Где спастись от загрязнений? Глобальная оценка деградации почв*	7	111
Новое средство лечения проказы*	1	110	ГРОЗНЫЕ «ВОЛНЫ ЖИЗНИ» В МИРОВОМ ОКЕАНЕ	12	111
О природе бронхиальной астмы*	9	106		5	34
Остеопороз*	6	110	Красные приливы на Дальнем Востоке. Миклулч Л. В., Большаков А. А.	5	35
Отчет МАГАТЭ по Чернобылю*	8	112	Океан обороняется физиологическим оружием. Зернова В. В.	5	38
Пандемия холеры*	2	116	Деревья, «пьющие» туман*	12	109
Парадокс формы мозга. (Гипотеза) Савельев С. В.	3	49	Дождьвые черви — спасение от тяжелых металлов? Викторов А. Г.	5	111
Пересадка поджелудочной железы — метод лечения сахарного диабета*	7	108	Донсторическая трагедия птиц на Гавайях*. Курочкин Е. Н.	7	110
Поиски способов лечения лейшманиоза*	11	115	Дым не тает без следа*. Вейтенко В. Ф.	5	112
Поиск противовирусных препаратов среди пестицидов*	12	104	Еще один гигантский аквариум*	3	114
Почему чихают американцы?*	12	104	Запрет на президиальные шары*	7	112
Право на достойный уход из жизни*	6	110	Зеленая стена России: мост из прошлого в будущее. Пономаренко Е. В., Пономаренко С. В., Офан Г. Ю., Хавкин В. П.	6	84
Распознавание внеплодной беременности*	6	109	Как прекратить лесные пожары? Карта пропаганды охраны белого аиста*. Борейко В. Е., Габер Н. А.	3	113
Сахарный диабет можно вылечить*	9	106	Квагга: воскрешение из мертвых*	7	111
Сдача крови полезна донору?*	9	107	Крадут золотистую игунку*	1	114
Смертность от рака вблизи атомных центров*	1	110	Крокодил крокодилу — волк!*	2	119
Спасаясь от гемофилии, не заразиться бы ВИЧ*	8	111	Крупнейший штраф за урон природе*	12	109
СПИД на Кубе*	9	107	Кто поможет носорогу?*	6	114
СПИД распространяется в Африке*	12	104	Кувейт: одна беда сменяет другую*	11	117
Статистика жизни и смерти*	8	112	Ламантина еще можно спасти*	1	114
Статистика заболеваемости и смертности в мире*	11	113	«Легкие Средиземноморья» в опасности*	9	112
Статистика заболеваемости в США*	8	111	Лесные пожары не навредили подземным водам*	9	111
Статистика заболеваний в США (на 7 сентября 1991 г.)*	1	110	Международные приграничные заповедники. Матюшкин Е. Н., Шибанов Ю. В.	1	34
Существуют ли биологические механизмы регуляции численности людей? (Глобальные проблемы) Дольник В. Р.	6	3	Международные экологические конвенции (Интервью с Г. А. Заварзинным. Публикация Астаховой О. О.)	12	3
Транспорт регулярных пептидов. Каменицкий А. А.	6	78	Медведь и бабочка «против» Олимпийских игр*	2	119
Урилотерапия: мода или новое средство от стресса*	11	113	Мораторий на китобойный промысел*	8	112
Чернобыль: оправдались ли прогнозы? Лупандин В. М.	9	70	Мрамор или тигры?*	5	113
Что сокращает нам жизнь*	2	116	Наводнения и экономика в Китае*	9	111
ЧУМА — ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ	3	16	Национальный парк — для яномам*	12	109
Социально-исторический и биологический аспекты чумы. Козлов М. П., Султанов Г. В.	3	16	Национальный парк под угрозой*	9	110
Природная очаговость чумы. Дятлов А. И.	3	24	Озоновая дыра влияет на пищевую цепь в Южном океане*	12	109
Экологическая онкология. Худойай В. В.	6	66	Опыт «экологического» фермерского хозяйства*	5	110
Экстракты растений — в помощь противоопухолевым препаратам*	9	108	Паревброска рак по-британски*	8	114
			Пиренейский медведь в осаде*	8	113
			Потепление и сельское хозяйство Европы*	4	116
ЭКОЛОГИЯ. ОХРАНА ПРИРОДЫ. АГРОЭКОЛОГИЯ			Природа Канады под угрозой*	12	108
Американский слепень изгнан из Африки*	5	111	Причина массового вымирания — всемирное затемнение*. Несис К. Н.	8	113
Антарктика взята под защиту*	7	112	Радиоактивный углерод. (Глобальные проблемы) Василенко И. Я., Осипов В. А., Рублевский В. П.	12	59
«АРИАН-5» и озоновый слой*	9	105	Резерват крупных млекопитающих в Тибете*	9	110
Борьба с радиоактивным цезием*	5	111	Рис и парниковый эффект*	6	115
Быть ли плотинам на Меконге?*	9	113	Скрытые пристрастия экологов*	5	112
Великая китайская плотина будет строиться*	5	113	Сохранить яйца динозавров*	4	117
Война и окружающая среда*	5	112	Способ очистки от аварийных разливов нефти*	9	111
Всемирная стратегия охраны природы на 90-е годы. Красильов В. А.	3	30	Средиземноморский дельфин возрождается*	6	113
ВОЗДЕЙСТВИЕ ЧЕЛОВЕКА НА КОСМОС	8	3	Тайфуну помогли лесорубы*	8	114
Космос и экология. Власов М. Н.	8	3	Тревожные вести из «Биосферы-2»*	6	114
Загрязнение космоса и космические полеты. Гринберг Э. И.	8	12			

Трудный путь черноногого хорька*	12	107
У Венеции нелегкие времена*	6	114
Уцелеет ли британская дикая кошка?*	11	117
Химические аварии. Оксенгендлер Г. И.	2	31
Численность пингвинов Адели на островах Уиндмилл*	4	116
Экологическая очистка воды. (Глобальные проблемы) Эйнер Л. О.	9	28
Эксперимент «Биосфера-2»*	2	112
Ядовитые вещества в морской воде*	3	114

ГЕОЛОГИЯ. ГЕОТЕКТОНИКА

Акустополарископия. Горбачевич Ф. Ф.	11	76
Альтернатива спредингу*	2	119
Базальтовый вулканизм и геодинамика. Грачев А. Ф.	3	55
Быть ли атомному хранилищу в горах Невады?*	11	118
Динамика плавления мантии под Исландией*. Лучицкая М. В.	8	115
Древнейшие океаны Земли. Пуцаровский Ю. М., Новикова А. С.	1	43
Древнейшие тектиты*	3	115
Золотая пыль Антарктиды*	4	118
Золото черных сланцев. Портнов А. М.	3	33
Климатический парадокс позднего докембрия. Чумаков Н. М.	4	34
Новичок среди гигантов. Кравченко С. М., Беляков А. Ю.	4	50
Обогатительные фабрики: на земле и под землей. Руденко В. Д.	9	75
Образование карбонатов под влиянием «ледникового» и «парникового» эффектов*	11	118
Предсказания об исчерпании невозобновляемых ресурсов не сбылись*	12	110
Природа дорифейских выступов Урало-Монгольского складчатого пояса*	12	110
Продвигающиеся рифты. Апланов С. В.	11	9
Происхождение офиолитового комплекса Ньюфаундленда*	9	113
Рейсы «ДЖОЙДЕС Резолюши»: 134-й	2	120
135-й	3	115
136-й и 137-й	4	117
138-й	5	114
139-й	6	116
140-й	7	112
141-й	8	116
Сила тяжести и тектогенез. Гутерман В. Г.	9	36
Стоунхенджские голубые камни. Вильямс-Торп О., Торп Р. С. (Вступ. слово и публикация Зубревой М. Ю.)	2	54
Тайна происхождения океанических плит*. Пуцаровский Ю. М.	8	114
Тектоника плит и нефтегазоносность Туранской плиты. Флоренский П. В., Аимурадов М. К.	11	45
Теория тектоники литосферных плит и геодезические измерения. Кропоткин П. Н.	7	42
Углекислота — диспетчер рудоотложения. Портнов А. М., Кандинов М. Н.	11	64

ГЕОФИЗИКА. ГЕОХИМИЯ

Астероид не «виноват»*	7	114
Барьер против Этнос*	9	115
Гигантские мантийные струи*	11	118

Гравитационное «расползание» Этнос*	11	119
Землетрясения в асейсмичных зонах*	8	118
Извержения вулканов и климат*	9	116
Как быстро меняется магнитное поле Земли?*	6	115
Как «обезопасить» озеро Нюос*	9	115
Как предсказать извержение?*	8	117
Климат влияет на условия в мантии*	7	114
Куда девается CO ₂ ?*	5	116
Локатор течений*	6	115
Пепел Пинатубо идет на убыль*	8	117
Почему меняется уровень Каспия. Найденов В. И.	1	68
Причина землетрясения — вторжение магмы*	9	114
Рефракционное зондирование и тонкая структура атмосферы. Голицын Г. С.	5	12
Сила тяжести и тектогенез. Гутерман В. Г.	9	34
Физика волнового сейсмического процесса. Вшугули А. В.	7	11

СЕЙСМОЛОГИЯ. ВУЛКАНОЛОГИЯ

Вулканологический прогноз не подтвердился*	1	115
Дождь сбивает сейсмологов*	3	117
Лондон точат стать островом*	9	115
Необычное землетрясение в Коста-Рике*	6	117
Подземные толчки в Северной Европе — не редкость*	12	110
Пепел камчатских вулканов опасен для самолетов*	12	111
Система оперативного сейсмического предупреждения*	7	115
1990-й — год сильных землетрясений*	5	116
Чем отличается землетрясение в Афганистане?*	1	114
Этнос — мощный поставщик CO ₂ в атмосферу Земли*	6	117

ГЕОГРАФИЯ. КЛИМАТОЛОГИЯ. МЕТЕОРОЛОГИЯ

Альпы без снега?*	7	115
Антарктические льды сокращаются*	7	115
В борьбе со стихией спасены сотни тысяч жизней*	12	112
Визитная карточка монголов. Мурзаев Э. М.	12	43
Глобальные изменения природы в «зеркале» ледяного ядра. Котляков В. М.	7	59
Дорога империй. Войлошиков М. В.	9	45
Как Катунская ГЭС повлияет на русло реки. Баркович К. М., Рулева С. Н., Чалов Р. С.	5	42
Как противостоять циклону и наводнению?*	3	118
Картографирование ледников Земли Адели*	2	121
Климат в Гренландии — урожай в Японии*	9	117
Климатическая изменчивость и прогноз изменений климата. Груза Г. В.	8	28
Климатические изменения: предостеречь или приспособиться? (Глобальные проблемы) Красняков В. А.	5	66
Колебания горных ледников в послеледниковое время. Соломина О. Н.	5	56

Леса Амазонии ассимилируют пыль Сахары*	1	116
Международная дрейфующая станция в Антарктике*	11	120
Механизм формирования летнего муссона*	11	119
Незаконченная история проектирования Катунской ГЭС (Записки эксперта-эколога). Дьяконов К. Н.	2	43
Об одной трудности в метеорологии (Забытое письмо А. А. Фридмана). (Встречи с забытым) Померанец К. С., Френкель В. Я.	5	125
Особенности климата с конца XIX в.* «Парниковый эффект» на древней Земле*	8	118
Планктон влияет на погоду*	8	119
	5	116

Прибрежные воды — индикатор хозяйственной деятельности на побережье Черного моря. Мандыч А. Ф., Шапоренко С. И.	6	17
Причина загрязнения Яны и Омолоя. Занкаев В. Г., Каневский М. Э.	9	90
Последствия стихийных бедствий в Латинской Америке*	9	116
ПОСЛЕДСТВИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ	12	8
Возможное будущее земных ландшафтов. Величко А. А.	12	8
«Климатические» проблемы энергетики. Бусаров В. Н.	12	16
«Противоборство» Пинатубо и Эль-Ниньо*	6	117
Растет ли Сахара?*	3	118
Русские имена в Северной Америке. Кусов В. С.	8	40
Русское поселение на Аляске в XVII в.† Свердлов Л. М.	4	67
Судьба антарктических льдов*	6	118
Частное бюро прогноза погоды выигрывает пари*	5	117
Человек и стихия*	11	120
Экологические проблемы на карте мира. Рестоцкий С. Б.	6	25

ХИМИЯ АТМОСФЕРЫ. ФИЗИКА АТМОСФЕРЫ

«Антипарниковый эффект» на Титане и Земле*	5	103
Двуокись углерода и температура*	1	106
Сульфаты против ультрафиолета*	7	105
«Озонная дыра» над Северным полушарием*	7	106
Органический «дождь» над молодой Землей*	7	105

ОКЕАНОЛОГИЯ

Возвращение гренландских китов*	7	114
Все течения Южного полушария ведут в Австралию?*	4	118
Гидрометеоинформация со свободно дрейфующих буев*	1	115
Минеральные ресурсы океана. Глузов И. Ф.	6	32
Морские льды Северного полушария*	8	118
Откуда «вытекает» Гольфстрим*	5	116
От «Титаника» до «Комсомольца».		

(Вести из экспедиций) Сагалевич А. М., Москалев Л. И.	7	44
Разломная сеть океанов*	9	114
«Синкай-6500» — новый подводный обитаемый аппарат*	7	114
Система акустического профилирования океанского дна*	12	111
Цель молодых вулканов в зоне спрединга*	3	117

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ. ПАЛЕОГЕОГРАФИЯ. ПАЛЕОАНТРОПОЛОГИЯ

Были ли неандертальцы каннибалами?*	11	121
Был ли кембрий «золотым веком» членистоногих?*	7	116
В Австралии обнаружены следы динозавра и акулы*	5	117
В Патагонии тоже водились утконосы*	11	121
В «полку гоминид» — пополнение*	2	122
Древнейшая птица. Курочкин Е. Н.	11	100
Заполняется пробел в истории нодозаврид*	4	119
Как ходил трицератопс?*	2	121
Кто предок черепах?*	1	116
Ожившие через тысячелетия*	3	119
Полет археоптерикса. Курочкин Е. Н.	6	47
Приливы, солнечная активность и климат*. Лучицкая М. В.	3	118
Самый крупный динозавр*	8	119
Шошоунис «старит» приматов*	3	119
Экологическая катастрофа в пермском периоде† Наугольных С. В.	4	64

АРХЕОЛОГИЯ. ЭТНОГРАФИЯ

Водь. (Древние племена и народности) Рябинин Е. А.	3	78
Вторая Турочакская писаница Горного Алтая. Молодин В. И., Маточкин Е. П.	8	80
Древнеевропейцы. (Древние племена и народности) Седов В. В.	8	61
Древнейшие гончары Америки* Ижора. (Древние племена и народности) Рябинин Е. А.	9	82
«Изумительная» находка*	9	117
Каменное рубило — о путях расселения человека*	8	119
Когда взнуздали коня?*	11	122
Легкие переносные жилища от палеолита до современности. Васильев С. А.	12	49
На волоках Русского Севера. Макаров Н. А.	4	42
Неисчерпаемые петроглифы Онежского озера*. Эрнст Э. К.	2	123
Новые наскальные изображения Лапландии. Шумкин В. Я.	2	76
Общие интересы физиков-ядерщиков и археологов*	4	119
Открытие Америки: встреча культур. Машниц Я. Г.	11	33
Открытия в Пегреме. (Вести из экспедиций) Журавлев А. П.	2	53
Палеолитическая стоянка на Енисее. (Вести из экспедиций) Лисицын Н. Ф.	5	33
Перуанская цивилизация «постарела» на три тысячелетия*. Березкин Ю. Е.	6	118
Сколько же лет сфинксу?*	9	117

Слоновая кость в умелых руках наших далеких предков. (Вести из экспедиций) **Абрамова Э. А., Григорьева Г. В.** 4 70
 Сфинкс «поселился» в компьютере* 12 113

РЕЦЕНЗИИ

Беда или вина академика Вавилова? (на кн.: М. Поповский. Дело академика Вавилова). **Левина Е. С.** 8 121
 Вездесущий магнетизм (на кн.: А. П. Коваленко. Приключения путеводной стрелки). **Цаева Г. К.** 11 123
 ДВА ГОЛОСА — ОБА ЗА И. С. ШКЛОВСКОГО (на кн.: И. С. Шкловский. Эшелон. Невыдуманные рассказы). 1 118
 «Эшелон» отправляется в путь. **Френкель В. Я.** 1 118
 наброски к комментариям. **Ефремов Ю. Н.** 1 120
 Два красавца-тома о вулканах Камчатки (на кн.: Действующие вулканы Камчатки). **Пушаровский Ю. М.** 12 116
 «Лысенкиана» А. А. Любичева (на кн.: А. А. Любичев. В защиту науки: статьи и письма). **Миркин Б. М.** 3 121
 Неубывающая сила науки (на кн.: Естествознание, философия и науки о человеческом поведении в Советском Союзе). **Аксенов Г. П.** 7 121
 НОВЫЙ ШАГ К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ (на кн.: В. И. Корогодин. Информация и феномен жизни). 5 119
 Информационная парадигма в биологии. **Новик И. Б., Седов Е. А.** 5 119
 Жизнь и человек в общей картине мироздания. **Захаров И. А.** 5 120
 Почти все о СПИДе (на кн.: Азбука СПИДа). **Астахова О. О.** 2 124
 Россия и Запад в мемуарах французского физика (на кн.: А. Абрагам. Время вспять, или Физик, физик, где ты был?) **Френкель В. Я.** 6 121

«Так оригинально мыслить и писать — от Бога» (на кн.: И. Р. Ильин. Сквозь тернии). **Перлин С. И.** 4 121
 Физика и ее творцы (на кн.: Физики о себе. Отв. ред. В. Я. Френкель). **Зорич И. М.** 9 119

РЕЗОНАНС

4 72; 9 103

НОВЫЕ КНИГИ

2 125; 3 123; 4 123(25); 5 121; 6 123; 7 121; 8 124; 9 121; 11 124; 12 114

ИЗ РЕДАКЦИОННОЙ ПОЧТЫ

4 102; 5 89; 8 108(77); 9 56; 12 88

КОРОТКО

1 117; 2 123; 3 120; 4 120(66); 5 118; 6 120; 7 116; 8 120; 9 118; 12 114

ПРИРОДА — NATURE

4 26; 5 74; 6 98; 7 84; 8 100; 9 95; 11 102; 12 93

НЕКРОЛОГ

Памяти Валерия Леонидовича Барсукова 12 90

«BEST OF «NATURE»
 (Специальный выпуск)
 (Предисловие **Фаддеева Л. Д.** и **Мэддокса Дж.**) 10 1—
 - 128

Коваленок В. В. (см. Авакия С. В.)	6	72	Неручев С. Г.	11	15	репорт И. А.	3	98;
Коган В. И.	4	80	Несис К. Н.	3	112;		3	103
Козлов М. П.	3	16		4	114;	Резвой Д. П.	3	94
Комар А. А.	5	71		5	108;	Резник С.	11	89
Короткевич Г. В.	2	21		8	113;	Рогаев Е. И.	2	22
Костюк П. Г.	1	99		9	112;	Рожнов В. В.	1	56
Котляков В. М.	7	59	Нетасова Е. В.	4	32	Розенблюм М. Г.		
Кравченко С. М.	4	50	Никитин С. А.	1	93	(см. Ланда П. С.)	8	18
Красилов В. А.	3	30;		2	102;	Россолимо О. Л.		
	5	66		112;	113;	(см. Павлинов И. Я.)	11	31
Кречмер В.	1	30		3	107;	Ростоцкий С. Б.	6	25
Кропоткин П. Н.	7	42		4	105;	Рубинштейн Л. М.	4	97
Кузин С. Б.	5	80;		6	105;	Рублевский В. П.		
	8	85		8	109;	(см. Василенко И. Я.)	12	59
Курочкин Е. Н.	6	47;		12	99	Руденко В. Д.	9	75
	7	110;	Никольский И. Д.	12	108	Рулева С. Н. (см. Беркович К. М.)	5	42
Кусов В. С.	11	100	Ничипорович А. А.	12	84	Рябинин Е. А.	3	78;
Кутырев А. С.	8	40	Новик И. Б.	5	119		9	82
	9	58	Новикова А. С. (см. Пушаровский Ю. М.)	3	115			
			Ноздрачев А. Д.	1	60			
Ланда П. С.	8	18				Саввичев А. С. (см. Габрук А. В.)	8	37
Левина Е. С.	8	121				Савельев С. В.	3	49
Лисицын Н. Ф.	5	33				Сагалевич А. М.	7	44
Лопухин Ю. М.	1	26	Одинцова Т. И.	1	108;	Сагдеев Р. Э.	1	22
Лупандин В. М.	9	70		4	111	Салерштейн Э. Е.	4	88
Луцицкая М. В.	3	118;	Озернюк Н. Д.	9	10	Свердлов Л. М.	4	67
	8	115	Оксенгандлер Г. И.	2	31	Седов В. В.	8	61
Лучникова Е. М. (см. Инге-Вечтомов С. Г.)	5	26	Орлов В. В.	2	11	Седов Е. А. (см. Новик И. Б.)	5	119
			Осипов В. А. (см. Василенко И. Я.)	12	59	Сена Л. А.	2	85
			Островский Д. Н.	5	106	Скворцов А. К.	7	3
			Офман Г. Ю. (см. Пономаренко Е. В.)	6	84	Смирнов Ю. Н.	2	90
						Соколов Б. С.	1	11
						Соколов В. Е.	7	125
						Соломина О. Н.	5	56
						Сонин А. С.	1	93;
							5	104
Мазуренко М. Т. (см. Москалюк Т. А.)	12	52	Павлинов И. Я.	11	31	Спирidonов В. А.	1	111
Макаров Н. А.	4	42	Панасюк М. И. (см. Григоров Н. Л.)	11	22	Султанов Г. В. (см. Козлов М. П.)	3	16
Макридин А. И. (см. Некрасов В. И.)	7	36	Пасешичченко В. А.	6	109	Сурдин В. Г.	5	102;
Мандыч А. Ф.	6	17	Перлин С. И.	4	121		12	99
Мантейфель Ю. Б.	5	108	Петяев М. И.	5	52			
Марютина Т. М.	4	110	Печерникова Г. В.	9	3	Торп Р. С. (см. Ильямс-Торп О.)	2	54
Матвеева Н. В.	6	42	Пиил Дж.	1	18			
Маточкин Е. П. (см. Молодин В. И.)	8	80	Пименов Н. В. (см. Габрук А. В.)	8	37			
Матюшкин Е. Н.	1	34	Позднякова М. К.	8	60			
Машбиц Я. Г.	11	33	Поляванова Е. Н.	4	113			
Микаэлян Л. А.	7	20	Померанец К. С.	5	125			
Микулич Л. В.	5	35	Пономаренко Е. В.	6	84			
Миша М. В.	9	67	Пономаренко С. В. (см. Пономаренко Е. В.)	6	84	Уокер М.	1	82
Миркин Б. М.	3	121	Портнов А. М.	6	84	Успенская Н. В.	1	3
Михайлов К. Г.	4	114;		3	33;			
	6	111;		4	118;			
	7	109;		11	64			
	12	106	Поспелов Д. А.	7	106			
Молодин В. И.	8	80	Прендель Е. В.	1	123	Файнштейн М. Ш.	8	126
Москалев Л. И. (см. Сагалевич А. М.)	7	44	Пушаровский Ю. М.	1	43;	Федин Э. И.	1	96
Москалюк Т. А.	12	52		3	115;	Феоктистов Л. П.	2	87
Музрукова Е. Б.	12	34		8	114;	Фиалков Ю. Я.	3	74
Мурзаев Э. М.	12	43		12	116	Флоренский П. В.	11	45
						Фокин А. В.	5	17
						Френкель В. Я.	1	118;
						Френкель В. Я. (см. Померанец К. С.)	5	125;
							6	121;
							8	92
Найденос В. И.	1	68						
Наугольных С. В.	4	64						
Некрасов В. И.	7	36						

Хавкин В. П. (см. Пономаренко Е. В.)	6	84	Матвеева Н. В.)	6	42	Шиняев А. Я.	2	58
Хрущов Н. Г.	12	66	Чернов Ю. И.	8	72	Шрейдер Ю. А.	1	75
Худолей В. В.	6	66	Черносвитов П. Ю.	4	19	Шумкин В. Я.	2	76
			Чеснова Л. В. (см. Музрукова Е. Б.)	12	34			
			Чумаков Н. М.	4	34			
			Чуянов В. А.	4	108			
Целолихин С. Я.	2	66				Эйноор Л. О.	9	28
Цверева Г. К.	11	123				Эрнитс Э. К.	2	123
Цветков В. Д.	7	108						
			Цыборенко С. И. (см. Мандыч А. Ф.)	6	17			
			Шарыгин С. А.	6	112			
			Швырев В. С.	4	3			
			Шемьин-заде А. Э.	7	31	Ягодин Г. А.	1	19
Ялов Р. С. (см. Беркович К. М.)	5	42	Шинбаев В. П. (см. Сонин А. С.)	1	93	Янцев А. В. (см. Ноздрачев А. Д.)	1	60
Чернин А. Д.	3	108	Шинбаев Ю. В. (см. Матюшкин Е. Н.)	1	34	Ярошевский А. А.	1	20
Чернов Ю. И. (см.								

Над номером работали
Заместитель ответственного секретаря
В. И. ЕГУДИН

Научные редакторы
И. Н. АРУТЮНЯН
О. О. АСТАХОВА
Л. П. БЕЛЯНОВА
М. Ю. ЗУБРЕВА
Э. Ю. КАЛИНИН
Г. М. КАРАСЕВА
Г. В. КОРОТКЕВИЧ
Л. Д. МАЙОРОВА
Н. Д. МОРОЗОВА
Н. В. УСПЕНСКАЯ
О. И. ШУТОВА

Литературный редактор
Г. В. ЧУБА

Художественные редакторы
Л. М. БОЯРСКАЯ, Д. И. СКЛЯР

Заведующая редакцией
С. С. ПЕРЕПЕЛКИНА

Корректоры Р. С. ШАЙМАРДАНОВА,
О. Н. БОГАЧЕВА

В художественном оформлении номера принимали участие:
В. С. КРЫЛОВА
А. В. СТОЛЬНИКОВ
Ю. В. ТИМОФЕЕВ

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»

Адрес редакции:
117810, Москва, ГСП-1,
Мароковский пер., 26
Тел. 238-24-56, 238-26-33

Сдано в набор 5.10.92
Подписано в печать 3.12.92
Формат 70×100 1/16
Бумага офсетная № 1
Офсетная печать
Усл. печ. л. 10,32
Усл. кр.-отт. 570,7 тыс.
Уч.-изд. л. 15,1
Тираж 21 319 экз.
Зак. 1265
Цена 1 р. 80 к.

Ордена Трудового Красного Знамени
Чеховский полиграфический комбинат
Министерства печати и информации
Российской Федерации
142300, г. Чехов
Московской области

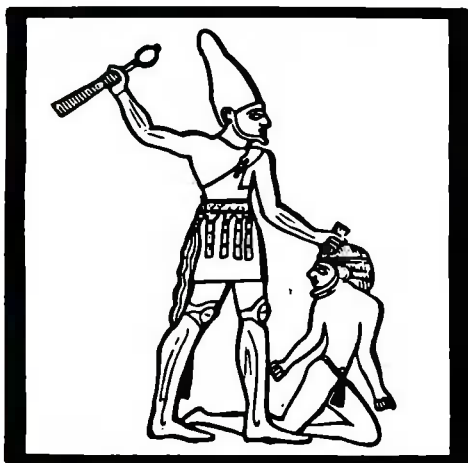
ПРИРОДА

7⁹³



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

Шноль С. Э. БОРИС НИКОЛАЕВИЧ ВЕПРИНЦЕВ



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

Дольник В. Р. ЭТОЛОГИЧЕСКИЕ ЭКСКУРСИИ ПО ЗАПРЕТНЫМ САДАМ ГУМАНИТАРИЕВ



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

Кроуз Р., Гриненко В. А. ИЗОТОПНЫЕ МЕТКИ АНТРОПОГЕННОЙ СЕРЫ

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

Никольский Н. К. «СОВЕТСКАЯ МАТЕМАТИКА»: РАСПАД ИЛИ ИНТЕГРАЦИЯ?

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

Полянский Ю. И. ПРОТИСТЫ И БИОСФЕРА

1 р. 80 к.
Индекс 70707

